



Mundo Doce: um material didático 3D no ensino de estudantes com deficiência visual

Mundo Doce: a 3D didactic material for the teaching process of visually impaired students

Thiago Roberto dos Santos*, **Sani de Carvalho Rutz da Silva[†]**, **Hernani Batista da Cruz[‡]**

RESUMO

O artigo apresenta uma abordagem sobre a educação matemática para estudantes com deficiência visual. O ensino de matemática ainda é um grande desafio para um professor do ensino regular, e quando a sala de aula conta com a presença de alunos com deficiência incluso, há também necessidade de o professor ter conhecimentos sobre a educação para esses estudantes ou materiais adaptados. Dessa forma, o objetivo deste estudo é incorporar no meio escolar um material que contribua na apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes com deficiência, em especial deficiência visual em uma turma de ensino regular. Assim, foi desenvolvido o Mundo Doce, um jogo de tabuleiro inovador, com recursos táteis e braile, elaborado no software de modelagem 3D e impresso com impressora 3D buscando auxiliar na mediação do processo de ensino e aprendizagem de alunos com deficiência visual através de situações do cotidiano onde utiliza-se conceitos de matemática. Os resultados apontam que o processo de criação de um material didático impresso em 3D, o Mundo Doce, ainda que complexo e susceptível a erros, pode resultar em um instrumento mediador no ensino a deficientes visuais, com recursos táteis e braile, podendo contribuir para a apropriação dos conceitos matemáticos aprendidos na escola pelos estudantes.

Palavras-chave: Impressão 3D, Inclusão, Material didático, Ensino, Deficiência visual

ABSTRACT

The article presents an approach to mathematics education for students with visual impairments. The teaching of mathematics is still a great challenge for a regular education teacher, and when the classroom has the presence of students with disabilities, there is also a need for the teacher to have knowledge about education for these students or adapted materials. Thus, the objective of this study is to incorporate material in the school environment that contributes to the appropriation of mathematical concepts by students with disabilities, especially visual impairment in a regular school class. Thus, Mundo Doce was developed, as an innovative board game, with tactile resources and Braille, developed in 3D modeling software and printed with 3D printer, seeking to help mediate the teaching and learning process of students with visual impairments through situations of the everyday when math concepts are used. The results show that the process of creating a 3D printed teaching material, Mundo Doce, although complex and susceptible to errors, can result in a mediating instrument accessible to the visually impaired, with tactile resources and Braille, contributing to the appropriation of the mathematical concepts learned at school by the students.

Keywords: 3D printing, Inclusion, Didactic material, Teaching, Visual impairment

1 INTRODUÇÃO

O ano de 2020 evidenciou com a pandemia vivida como o ser humano necessita do auxílio da ciência 3D não só em seu dia a dia, mas também em momentos de dificuldade. A tecnologia 3D mostrou ser de grande importância durante o contágio de SARS-Cov-2 vivenciada, de maneira a colaborar com a criação de protetores faciais, suportes para máscaras e até respiradores. No estado do Paraná, por exemplo, diversos desses equipamentos foram produzidos por pesquisadores de universidades com investimento em manufatura aditiva (impressoras 3D), como por exemplo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, alunas responsáveis pela criação de um projeto da confecção de respiradores impressos em 3D, afirmaram:

* Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta grossa, Paraná, Brasil; thiago.2019@alunos.utpr.edu.br

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa; sani@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta grossa, Paraná, Brasil; hernanibc@gmail.com



A escolha pela manufatura aditiva, embora possa encarecer o processo em larga escala, foi um método eficaz, já que a tecnologia utilizada possibilitou a confecção das peças, agilizando todo o processo. (2020)

Aplicações da impressão 3D como a descrita anteriormente mostram a recente inserção de impressoras 3D no mercado, impulsionada pelos preços cada vez mais acessíveis, evidenciando que a tecnologia 3D que antes era restrita aos meios industriais, hoje toma forma em pequenos comércios, residências e até em escolas, auxiliando com a impressão de pequenas peças. Como descrito por Aguiar e Yonezawa, (2014), com o domínio da manipulação de uma impressora 3D, este equipamento uma excelente ferramenta na contribuição do processo de aprendizado de estudantes por sua capacidade de criar materiais didáticos personalizados às dificuldades de cada aluno de forma fácil e barata.

No ramo da educação, a utilização da impressão 3D pode se tornar um recurso eficiente e auxiliar no acesso a conhecimentos matemáticos, em especial de pessoas com deficiência visual. Materiais didáticos adaptados facilitam o processo de aprendizado desses alunos, graças a utilização da impressora 3D, pois esses materiais auxiliam a aprendizagem através de características táteis e segundo Viginheski et al. (2019) possibilitam aos estudantes com deficiência o desenvolvimento de conceitos matemáticos e do pensamento lógico.

No entanto, a criação de materiais didáticos adaptados utilizando impressão 3D é um campo da tecnologia que cresce mais a cada dia, e necessita de estudos bem fundamentados para consolidar um bom referencial teórico, levando assim a uma elaboração adequada do material. Dessa forma, nessa pesquisa serão abordados estudos de autores experientes em dificuldades de aprendizagem mais recorrentes na inclusão de pessoas com deficiência em turmas de ensino regular, em especial no estudo com deficientes visuais, como Blanco e Silva (2021) e Stone et al. (2020), mostrando também os benefícios da mediação no ensino a pessoas com deficiência através da utilização de materiais didáticos adaptados.

Por fim, essa pesquisa objetiva criar um material didático inclusivo, que por meio de texturas, da geometria tridimensional do material e pela escrita braile, servir como tecnologia assistiva que auxilie na mediação de conteúdos matemáticos ensinados pelos professores em sala de aula.

2 MÉTODO

A metodologia desta pesquisa pode ser dividida em três etapas: A primeira etapa, denominada Revisão de literatura, se trata da realização de estudos da literatura acerca das dificuldades apresentadas por pessoas com deficiência visual em seu processo de aprendizado de matemática. A segunda etapa, denominada Criação de materiais, consiste no desenvolvimento do desenho dos materiais que serão impressos em 3D por meio do uso de um software de modelagem 3D, onde os desenhos elaborados seguem os fundamentos estudados na primeira etapa. E a terceira etapa, denominada Impressão de materiais, consiste em testes para a impressão dos materiais didáticos por meio da impressora 3D. Essa etapa é a mais complicada, pois após a impressão do modelo, se o mesmo apresentar problemas como os discutidos no artigo de Stone et al. (2013) sobre impressão 3D, é preciso retornar ao modelo no software, corrigir os ajustes, e refazer a impressão, sendo muito comum a presença de problemas como má qualidade de montagem do braile e mal acabamento no filamento.

2.1 Primeira etapa - Revisão de literatura

Para esta pesquisa, a revisão de literatura constou com a busca manual de artigos publicados em bancos de dados como a SciElo, que reúne diversos periódicos brasileiros, Google Acadêmico, uma ótima fonte de artigos nacionais e internacionais e no Portal Periódicos Capes, com as três bases de dados agregando as pesquisas defendidas no Brasil e no mundo. Nas três plataformas, as pesquisas foram realizadas utilizando as palavras-chave “Deficiência visual”, “Inclusão”, “Impressão 3D” e “Materiais didáticos”.

A primeira das dificuldades estudadas, e das que serão levados em consideração para o desenvolvimento do material didático proposto neste estudo, se refere a exclusão que os alunos com deficiência visual têm

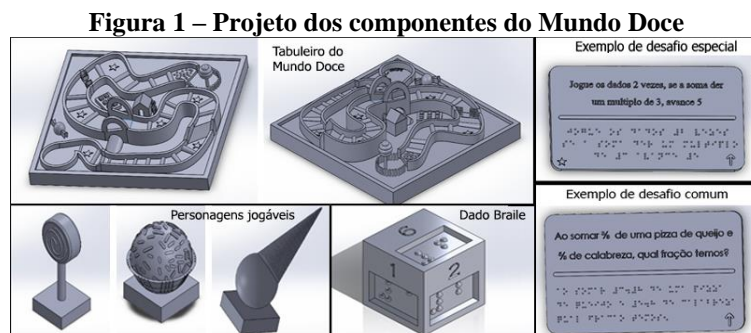
quando matriculados em turmas de ensino regular. Viginheski (2013), ao entrevistar uma aluna deficiente, entende que não somente os outros alunos a excluam de atividades, mas havia falta de comprometimento dos professores com suas dificuldades de aprendizado, o que gradativamente interferiu em sua vida acadêmica, assim, concluímos que o material a ser desenvolvido precisa conter elementos de acessibilidade como escrita em braile e recursos que auxiliem na mediação do ensino dos estudantes com deficiência visual matriculados em turma de ensino regular.

Outro problema também muito recorrente não só na educação matemática de alunos com deficiência visual, mas de um modo geral na educação brasileira, é a desmotivação dos alunos em relação a disciplina de matemática. Segundo Silva (2001) essa disciplina apresenta um crescente nível de desistência por conta da maneira como é apresentada em sala pelos professores: Uma aula desinteressante, sem elementos práticos e dificilmente aplicável no dia a dia do aluno tornam a matemática uma disciplina menos aceita pelos estudantes.

Diante de todo o exposto, pensou-se neste estudo em criar um material que se tratasse de um jogo completamente adaptado em braile, visando facilitar o entendimento das quatro operações fundamentais da matemática: soma, subtração, multiplicação e divisão. O material assemelha-se a um jogo de tabuleiro, em que cada jogador escolhe um personagem que o represente, utiliza-se de um dado para avançar pelo tabuleiro, com o objetivo de conseguir chegar primeiro ao fim do tabuleiro. Durante essa jornada, haverá cartões com desafios que enunciam aos jogadores algumas situações do dia a dia e que requerem conhecimento matemáticos para que sejam resolvidas (como a divisão de algumas fatias de bolo para um determinado número de pessoas), auxiliando a compreensão e o conhecimento matemático de forma lúdica.

2.2 Segunda etapa - Criação do material

A etapa de criação do produto idealizado e denominado pelo autor desta pesquisa, como “O Mundo Doce”, consiste de um material composto por um conjunto de diversas peças completamente adaptadas a pessoas com deficiência visual, sendo elas: um tabuleiro, dado braile, peças de jogador, placas comuns e placas especiais, sendo todos esses componentes criação original do autor desse artigo e que podem ser vistas na Fig. 1.

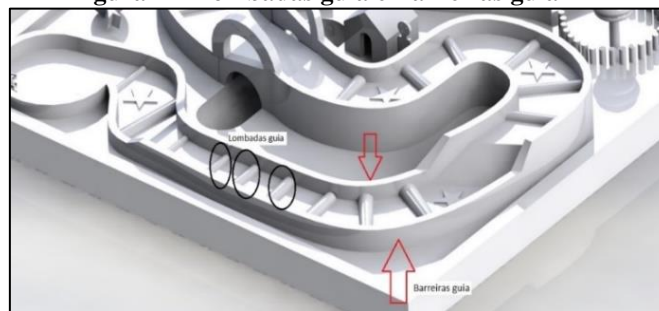


Fonte: Autoria própria (2021)

As placas de desafios apresentam as situações cotidianas aos jogadores, para resolução utilizando seus conhecimentos matemáticos, como observa-se na figura 1, por meio de situações do dia a dia que envolvem soma, subtração, multiplicação e operações entre frações, como por exemplo: “Se você ganhar $\frac{1}{2}$ da metade de um bolo, qual fração você obtém?”, objetivando estimular o raciocínio do aluno com deficiência visual.

O tabuleiro conta com uma ambientação de subidas, descidas, pontes e cercados inteiramente táteis. Para que o estudante com deficiência visual possa se guiar pelo tabuleiro com certa autonomia, foram colocadas barreiras guia no caminho que o jogador deve percorrer, essas barreiras impedem que ele se perca, o mantendo sempre no caminho que leva ao fim do jogo, como mostra a Fig. 2. Há também a presença de pequenas lombadas guia, que passarão ao jogador a sensação de choque mecânico conforme ele desliza sua peça pelo mapa, tornando possível realizar a contagem de espaços avançados, também mostrados na Fig. 2.

Figura 2 – Lombadas guia e Barreiras guia



Fonte: Autoria própria

Tendo em vista que o material é um jogo, os alunos com deficiência visual podem se sentir mais motivados para o aprendizado com sua utilização, o que dialoga com os resultados de uma pesquisa de Viginheski et al. (2019), sobre a importância do lúdico no aprendizado do ensino de matemática a deficientes visuais:

[...] 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. (Viginheski et al., 2019, p. 408).

Por fim, com base nas etapas realizadas nessa metodologia, os materiais didáticos foram confeccionados de maneira a auxiliar no aprendizado de matemática de forma inclusiva e didática, além de possibilitar a interação entre os alunos. Com os materiais devidamente formulados e desenvolvidos no software de modelagem 3D, a próxima etapa consistiu na impressão 3D dos conjuntos e a validação do material.

2.3 Terceira etapa – Impressão do material

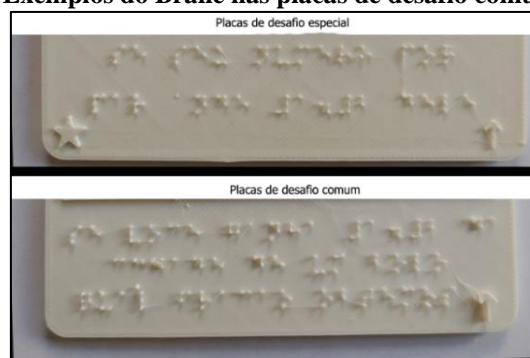
Os conjuntos de testes de algumas peças que compõe o Mundo Doce foram impressos, e tiveram aspectos como a qualidade do braile analisados para determinar a situação da impressão 3D, onde é possível verificar os resultados de alguns dos componentes nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Personagens do Mundo Doce e Dado braile impressos



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 4 – Exemplos do Braile nas placas de desafio comum e especial



Fonte: Autoria própria (2021)

Como pode ser visto na Figura 4, por mais que a impressão 3D nas placas de desafio tenha sido realizada sob a instrução de artigos sobre impressão 3D, a impressão do braile ainda apresenta algumas irregularidades como diferenças no espaçamento entre as células braile que merecem ajustes no software de modelagem 3D para que retornem a etapa de impressão com as melhorias, até que o braile se torne adequado para utilização em sala de aula.

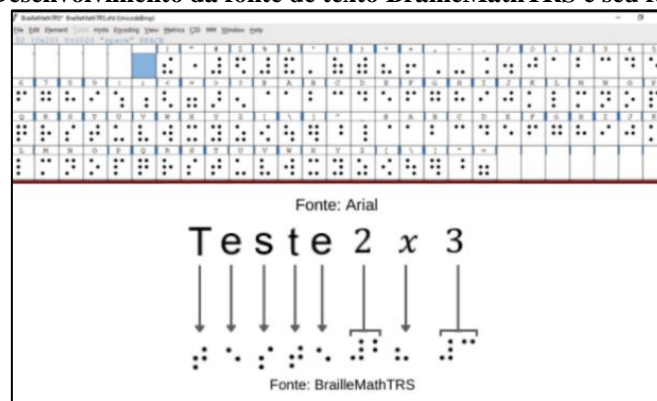
3 RESULTADOS

Como descrito no artigo de Stone et al. (2020), o processo de impressão do braile de um material didático está suscetível a falhas relacionadas ao tamanho e espaçamento do braile. Se o desenho do braile não for realizado de forma padronizada no software de modelagem 3D, ele pode apresentar inconsistências na impressão e se tornar ilegível aos deficientes visuais.

Essas inconsistências se mostraram presentes na impressão do Mundo Doce, o braile, que era construído manualmente a partir de um conjunto de círculos feitos um a um no programa de modelagem 3D, apresentou variações no espaçamento entre as células braile após os primeiros testes de impressão 3D, e foi necessária uma estratégia para a solução desse problema.

Assim, para melhorar o processo de escrita dos textos em braile no material e resolver este problema, o autor dessa pesquisa elaborou uma fonte de autoria própria por meio do programa FontForge. Essa fonte elaborada foi denominada BrailleMathTRS e contém todos os caracteres do alfabeto, além de incluir os números e as 4 operações matemáticas básicas, soma, subtração, multiplicação e divisão. Desse modo, elaborar materiais em braile se torna mais fácil, pois se queremos escrever a palavra “teste 2x3”: ao selecionar a fonte no editor de texto, quando digitamos a tecla “t” o caractere que surge é substituído pela representação em braile para a letra “t” e assim sucessivamente. A Fig. 5, mostra a relação entre o texto e a representação em braile.

Figura 5 – Desenvolvimento da fonte de texto BrailleMathTRS e seu funcionamento



Fonte: Autoria própria (2021)

Como citado, por conta da pandemia de Sars-Cov-2 vivida atualmente, e todas as medidas de distanciamento social adotadas por conta disso, como o fechamento das escolas, o material Mundo doce ainda não pôde ser testado em sala de aula com os alunos com deficiência visual, mas assim que as escolas voltarem a operar, o material será enviado a uma instituição de ensino que atende alunos com deficiência visual e conveniada com os membros do grupo de pesquisa para a validação do Mundo Doce junto aos profissionais que trabalham com deficientes visuais, para validação do material e ajustes caso seja necessário.

Com o uso dessa fonte para facilitar a criação do braile, o Mundo Doce foi desenvolvido, e impresso em 3D. Os resultados do material apresentam que a impressão 3D do braile que antes apresentava dificuldades para leitura, se mostrou mais organizada e legível após a utilização da fonte BrailleMathTRS, porém, pequenas alterações ainda se fazem necessárias nas configurações da impressora 3D e no projeto do material, na intenção de melhorar o nível de acabamento do braile, que apresenta pequenos fios de filamento entre as escritas.



Tomando como referência os artigos e os resultados de Blanco e Silva (2014) e Stone et al. (2020), que apresentam temáticas semelhantes, acreditamos obter resultados semelhantes aos expostos pelos autores.

Os resultados de Blanco e Silva (2014) apontaram como um material didático lúdico auxilia na mediação do ensino, com melhor desempenho acadêmico, social e motor dos estudantes, uma interação mais positiva entre todos os alunos da turma e a construção da percepção de espaço, que ocorria durante o uso dos materiais, serviram como estímulo de funções cognitivas fundamentais para a aprendizagem, dando a entender que o material elaborado nessa pesquisa também poderá trazer resultados promissores.

Stone et al. (2020) criou, juntamente a estudantes selecionados por eles, materiais impressos em 3D para deficientes visuais em sua pesquisa, e após os testes, os materiais desenvolvidos por eles mostraram resultados promissores com grande aceitação pelos alunos com deficiência visual. Os materiais desenvolvidos pelos autores apresentam diversas características semelhantes às do Mundo Doce, como relevo, recursos táteis e a possibilidade de o estudante relacionar o conteúdo estudado em sala de aula de maneira espacial, ilustrando uma expectativa de que o Mundo Doce. poderá trazer contribuições na mediação do ensino a alunos com deficiência.

4 CONCLUSÃO

A pandemia de Covid-19 afetou severamente o funcionamento de quase todas as áreas da sociedade, e a tecnologia 3D vem desempenhando um papel importante no desenvolvimento de equipamentos importantes no combate a disseminação do vírus SARS-Cov-2, se mostrando presente na criação de máquinas de manutenção da vida, como respiradores, na criação de protetores faciais, entre outros equipamentos que tem ajudado a sociedade desde o início da pandemia, e juntamente com outras medidas, como distanciamento social, tem ajudado no controle dos casos da doença.

Com essa capacidade de sintetizar objetos complexos, quando administrada corretamente, a impressão 3D tem se mostrado cada vez mais presente no cotidiano escolar, e quando pensamos no ensino a alunos com deficiência visual matriculados em turmas de ensino regular, vemos na impressão 3D o potencial de auxiliar na mediação do processo de ensino aprendizagem de um estudante por possibilitar a criação de materiais didáticos adaptados.

O processo de ensino-aprendizagem em uma sala de aula inclusiva ainda apresenta diversas dificuldades, sejam elas provenientes da disponibilização de poucos materiais didáticos para quaisquer alunos em uma turma com a presença de aluno com deficiência visual, da dificuldade na socialização entre esses alunos, ou da falta de estímulos que um estudante necessita para se sentir motivado a aprender. E pensando nesses aspectos, um material didático como o criado nesta pesquisa, pode contribuir para estimular e incentivar a mediação no ensino desses alunos com deficiência, além de oportunizar aos demais alunos o ensino com um material diferenciado, onde muitas vezes este ensino baseia-se unicamente na oralidade.

Desta forma, é possível concluir que a utilização da impressora 3D na criação de materiais adaptados para o ensino de matemática a alunos com deficiência visual inclusos no ensino regular, pode trazer ótimas contribuições no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro dado à pesquisa, e a instituição de ensino Universidade Tecnológica Federal do Paraná por terem proporcionado a elaboração dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS



AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências.** Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/137894/aguiar_ldcd_me_bauru.pdf?sequence=3&isAlloWed=y. Acesso em: 28 ago. 2021

BLANCO, Carla. SILVA, Vera. **A CONTRIBUIÇÃO DOS JOGOS DIDÁTICOS DE TABULEIRO NO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DOS ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.** Cascavel, Paraná. 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_ed_especial_artigo_carla_simone_soares_monte_blanco.pdf. Acesso em: 28 ago. 2021

Protótipo de Ventilador Pulmonar desenvolvido por Professores e Alunos da UTFPR Campus Londrina já está pronto. UTFPR. 2020. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/noticias/londrina/covid-19-11>. Acesso em: 28 ago. 2021

SILVA, Magda Vieira. **Variáveis atitudinais e o baixo desempenho em matemática de alunos de 5º a 8º série do ensino fundamental.** Campinas. Tese de doutorado UNICAMP, 2001. Tese (Doutorado em Educação) Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/252126/1/Silva_MagdaVieirada_D.pdf. Acesso em: 07 ago. 2021

STONE, Brian. KAY, Donovan. REYNOLDS, Antony. BROWN, Deana. **3D Printing and Service Learning: Accessible Open Educational Resources for Students with Visual Impairment.** 2020. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education. Disponível em: <https://www.isetl.org/ijtlhe/pdf/IJTLHE3752.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2021

VIGINHESKI, Lúcia. **Uma abordagem para o ensino de produtos notáveis em uma classe inclusiva: o caso de uma aluna com deficiência visual.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1455>. Acesso em: 13 jun. 2021.

VIGINHESKI, Lúcia. DA SILVA, Sani. SHIMAZAKI, Elsa. PINHEIRO, Nilcéia. **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 Acesso em: 20 fev. 2021.