

O uso de impressora 3D na inclusão de deficientes visuais na educação matemática

The use of 3D printers in of inclusion of visually impaired in mathematics education

RESUMO

Thiago Roberto dos Santos
thiago.2019@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Sani de Carvalho Rutz da Silva
sani@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Albino Szesz Junior
albinojr12@gmail.com
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

O artigo apresenta uma abordagem sobre a educação matemática para estudantes com deficiência visual. O ensino dessa disciplina ainda é um grande desafio para um professor do ensino regular mediante a despreparação dos profissionais e da própria instituição de ensino. O objetivo deste estudo é incorporar no meio escolar, materiais didáticos planejados que contribuam para a apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes com deficiência visual. Para isso foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o aprendizado de alunos com deficiência visual e os obstáculos existentes no processo de ensino, dentre eles, a dificuldade com processos como leitura, dificuldades de socialização com outros alunos e problemas na metodologia de ensino utilizada pelos professores. A partir desses estudos, utilizando um software de modelagem, foram desenvolvidos dois materiais manipuláveis: adição e subtração de polinômios e dominó da tabuada. Os materiais foram projetados contendo principalmente recursos táteis, isto é, texturas e escritas em braille, importantes para o aprendizado quando trabalhamos com deficientes visuais. Utilizando uma impressora 3D, esses materiais didáticos foram impressos, e foram criados planos de aula para sua aplicação em sala. Esses materiais, aliados a uma metodologia de ensino inclusiva, podem contribuir para a apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes com deficiência visual.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D. Material didático. Ensino. Deficiência visual.

ABSTRACT

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



The article presents an approach about the mathematical education with visually impaired students. This subject's teaching is still a great challenge to a regular education's teacher, because of both institutional and professional lack of preparation. This studies' objective is to insert in school, didactic materials planned to contribute with the mathematical concepts' understanding by visually impaired students. For this purpose, a bibliographic study about scholars with visual disabilities was made: the obstacles in their teaching process, the difficulty in their reading process, the obstacles in socializing with their classmates and problems with the teaching methodology applied by the teachers. Based on those studies, using a modeling software, two materials were made: soma e subtração de polinômios and domino da tabuada. They were planned to contain tactile resources as textures and braille writings, which are important features when working with blind people. Using a 3D printer, the materials were printed, and lesson plans were created to its application. Those materials, combined with an inclusive teaching methodology, may contribute with the interpretation of mathematical concepts by visually impaired students.

KEYWORDS: 3D printer. Didactic material. Teaching. Visual impairment.

INTRODUÇÃO

O surgimento de novas tecnologias nas últimas décadas proporcionou avanços para a humanidade, e algumas dessas tecnologias impactaram positivamente em diversas áreas, como foi o caso da impressão em três dimensões, que hoje tem uso em diferentes setores. Dabague (2014, p. 14) exemplifica: “O universo das impressões já atinge, mesmo que em modesta proporção, grandes indústrias, como aeroespacial, automobilística, aparelhagem médica e ortodôntica”.

A tecnologia de impressão tridimensional, amplamente difundida no meio industrial e doméstico, possibilitou ao ser humano desenvolver objetos sob medida, com custo relativamente baixo e de alta ou baixa complexidade, sendo introduzida a diferentes níveis no meio industrial e doméstico.

A introdução de impressoras 3D no mercado doméstico foi um marco na década, pois devido ao seu preço acessível, permitiu a pessoas imprimirem objetos como pequenas peças, maquetes e moldes em suas próprias casas e com um baixo custo de produção, algo que antes era impossível.

O direito à acessibilidade, previsto pelo decreto Nº 5296 de 2 de dezembro de 2004 também pode ser praticado com o uso de sólidos impressos, de acordo com Sharma (2013), existem mais de 10 milhões de aparelhos auditivos sendo utilizados no mundo que foram totalmente desenvolvidos em impressoras 3D. Isso se dá pelo fato de que é possível escanear as orelhas do paciente e imprimir um aparelho com encaixe perfeito em cada orelha, algo que antes envolvia criação artesanal e demandava mais tempo e recursos para produção.

Um bom exemplo disso é a aplicação médica da impressão 3D no combate à pandemia de Sars-CoV-2. Fiorillo e Lanza (2020) destacam como impressoras 3D se fazem muito úteis em períodos emergenciais, visto que materiais plásticos podem dar forma a máscaras e válvulas respiratórias.

Além disso, a educação pode ser apoiada com o uso de utensílios tridimensionais, como na construção de objetos e materiais didáticos que possam auxiliar o processo de aprendizado.

Dentre inúmeras aplicações no contexto escolar, a impressão 3D pode ser utilizada na recriação de atividades experimentais e modelos, como moléculas para o ensino de química e cadeias de DNA para ilustrar aulas de biologia. [...] 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 [...]. (Aguiar e Yonezawa, 2014, p. 4)

A principal base da metodologia é fundamentalmente a leitura de pesquisas relacionadas às dificuldades encontradas por deficientes visuais na aprendizagem de conteúdos escolares. Esses estudos serviram de alicerce para compreendê-las e avaliar as possíveis soluções que poderiam ser aplicadas. Um dos primeiros pontos apontados pelas pesquisas tratava dos problemas que a dificuldade visual traz em sala de aula, como por exemplo: Um aluno cego tem dificuldades para interpretar gráficos e compreender a dimensão de objetos geométricos quando lhe é atribuído uma aula somente com lousa e giz. Em uma pesquisa sobre as dificuldades enfrentadas em sala de aula, por deficientes visuais, conclui-se que:

Entre as dificuldades mencionadas pelos escolares cegos, sobressaiu-se a leitura de livros (71,4%) e, entre os escolares com visão subnormal além da leitura de livros (100%), evidenciou-se a dificuldade em ler a lousa (100%). É de se supor que não houve consciência desta aparente controvérsia ou até que eles considerassem que as dificuldades não eram devidas à deficiência visual e sim ao sistema de ensino. Esta, talvez, fosse uma visão mais inclusivista. (Montilha et al. 2009, p. 338)

Portanto, há a necessidade de criar materiais que não dependem unicamente de leitura e visualização, ferramentas inclusivas, que possam, pelas texturas, pela geometria do material e pela escrita braile, oferecer a estes alunos as condições necessárias para a construção de seu conhecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os instrumentos utilizados para a confecção dos materiais didáticos 3D se resumem em dois: um computador com acesso a um software de modelagem 3D para desenvolver o modelo físico dos materiais didáticos, e uma impressora 3D para que eles possam ser impressos. O modelo da impressora 3D utilizada nesta pesquisa é chamado **Graber I3 Tek3d**.

A metodologia pode ser dividida em duas etapas: A etapa de pesquisa, em que foram realizados estudos acerca das adaptações que os materiais didáticos deveriam conter mediante as necessidades apresentadas pelos alunos em sala de aula, e a etapa de montagem, onde os materiais são desenhados e impressos.

A etapa de pesquisa se inicia com a leitura de diversos artigos a respeito dos principais problemas apresentados quando há a inclusão de deficientes em uma sala de ensino regular. Viginheski (2013) aponta um fato muito preocupante recorrente no meio escolar: o problema da exclusão. Ao entrevistar uma aluna deficiente, ela respondeu que não somente os outros alunos a excluía de atividades, mas havia falta de comprometimento dos professores com suas dificuldades de aprendizado, e isso foi gradativamente interferindo em sua vida acadêmica.

Portanto, além de cooperar nas dificuldades apresentadas pelos estudantes, os materiais também devem ser pensados para colaborar da melhor maneira possível na interação entre os alunos, assim como assistir o professor em atividades que demandam mais atenção direcionada aos alunos com perda de visão, como por exemplo, objetos táteis que facilitam a interpretação de gráficos antes difíceis de compreender visualmente.

Após o estudo de diversos artigos a respeito de dificuldades enfrentadas pela maioria dos alunos no estudo da matemática, foi constatado que a falta de estímulo por parte dos professores pode prejudicar o desempenho dos alunos. Segundo Silva (2001) essa disciplina apresenta um crescente nível de desistência por conta da maneira como é apresentada em sala pelos professores, portanto os materiais desenvolvidos poderiam colaborar didaticamente com as aulas.

Silva (2001) analisou queixas de alunos sobre seus professores, e o alto nível de complexidade lógica de uma matéria como matemática, aliada a uma aula desinteressante e de difícil entendimento, tem um efeito negativo no aprendizado,

principalmente se tratarmos de crianças. Nas diversas entrevistas registradas, é perceptível uma maior aceitação de professores que utilizam uma linguagem mais simples e metodologias que conectem o cotidiano dos estudantes com a matéria estudada. Em uma dessas entrevistas, uma aluna do ensino fundamental afirma: “Não sei onde começar a estudar. O professor é um perdido, ele faz a matemática ser pior do que é. Sou uma aluna fraca e tenho o azar de ter professor que não dá importância com a gente. Quer dizer, que estímulo posso ter?”

Para ensinar não basta apenas ter conhecimento numa série de metodologias de ensino, optando por esta ou por aquela. É preciso compreender o próprio aluno: as características de sua personalidade, a etapa de desenvolvimento motor, emocional, cognitivo e social na qual se encontra, bem como a maneira como aprende. (Lima, 2004, p.149)

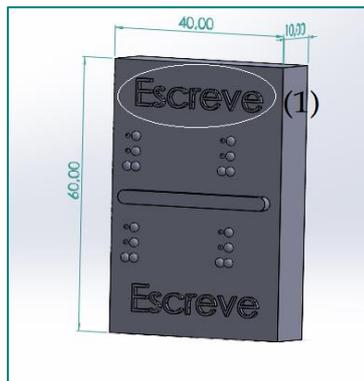
Portanto, um aluno com dificuldades necessita de estímulos para que se sinta motivado a estudar. Núñez (2009, p. 99) afirma: “Os alunos ficam mais motivados ao constatarem a utilidade prática de seus novos conhecimentos na atividade produtiva ou criativa”, e se tratando de um aluno com perda da visão, esses estímulos se tornam ainda mais importantes.

Após os estudos, foi concluído que os materiais deveriam ser adaptados para realizar a interação entre todos os alunos da sala, e ao mesmo tempo servir de maneira didática, foram pensados em dois objetos que promovessem bases para a construção do conhecimento matemático, e assim se deu início a etapa de montagem dos materiais.

O primeiro material, chamado material de apoio para adição e subtração de polinômios, foi montado a partir da impressão de um retângulo maior com dois espaços em que as placas representando polinômios sejam postas, no espaço maior, entram peças de soma e subtração e no menor, o polinômio a se obter. As peças (polinômios, adição e subtração) foram impressas utilizando três filamentos de cores diferentes, após a impressão de um dos conjuntos de peças o filamento era trocado para outra cor.

O segundo material, chamado dominó da tabuada foi criado a partir de uma base que serviu para a montagem de todas as peças (figura 1), as equações foram escritas em números indo-arábicos em (1), com o significado de “número” (.:) abaixo e acima deles, e entre as equações, uma superfície que divide a parte superior da inferior. A partir dessa peça base, e com a ajuda de um conversor de números indo-arábicos para braile, todas as peças foram criadas. O braile foi feito a partir de cilindros cujos cantos foram filetados, dando a forma de uma meia esfera.

Figura 1 – Base do dominó da tabuada



Fonte: Autoria própria (2020)

Com base nas etapas realizadas nessa metodologia, os materiais didáticos foram confeccionados de maneira a ajudar no aprendizado de matemática de forma inclusiva e didática, além de auxiliar na interação entre os alunos. A seguir discutiremos a respeito da etapa de confecção dos materiais, assim como dos conceitos pedagógicos por trás deles.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos estudos realizados ao longo da metodologia, foi possível notar aspectos do sistema educacional que os materiais didáticos poderiam encarregar-se de suplementar, como a falta de interação entre os alunos e a desmotivação deles para as aulas. Com base nisso, foram desenvolvidos dois materiais: Material de apoio para adição e subtração de polinômios e Dominó da tabuada.

O material de apoio Adição e Subtração de Polinômios foi adaptado¹ e desenvolvido na pesquisa de doutorado de uma integrante do Grupo de Pesquisa "O Ensino e a Inclusão de Pessoas com Deficiência", sob orientação da professora, autora nesse artigo. O material tem como propósito facilitar a compreensão de operações algébricas de adição e subtração de polinômios com o recurso do material concreto. Assim, foram criados, de forma colaborativa com o Projeto Ensino de Matemática Inclusiva, os protótipos do material e desenvolvidos na impressora 3D com cores e texturas.

Segundo André (2009), para uma boa formação matemática, é sempre necessário se quantificar a situação estudada, tornando-a visível, e o material proposto permite um estudante, com deficiência declarada ou não, entender de maneira visual e geométrica as funções polinomiais.

Após a impressão deste material, houve sua aplicação e teste numa turma com deficientes inclusos, e foram apontados ótimos resultados no desempenho desses alunos².

O segundo material, dominó da tabuada tem como objetivo auxiliar no ensino de operações de multiplicação e divisão. Foi desenvolvido adaptando o material

¹ Esse material foi adaptado do ábaco plano.

² Para preservar dados da pesquisa de doutorado que ainda não foi publicada, decidiu-se omitir resultados

de Rosa e Mendes (2012), que fizeram um dominó em braile para que um aluno com deficiência visual (DV) pudesse entender melhor estruturas químicas, e neste estudo os autores confirmam que o resultado foi promissor, pois tanto o aluno com deficiência, quanto os outros, foram beneficiados.

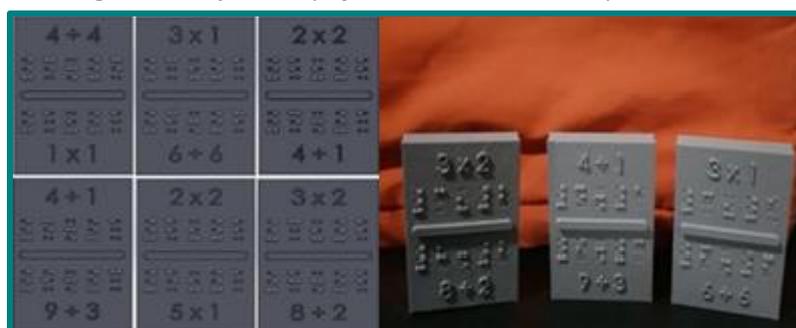
Esse material adaptado, consiste em 28 peças com expressões matemáticas em algarismos indo-arábicos nas partes superior e inferior de cada uma das peças, e na medida central há a sua representação no código braile como podemos ver na figura 2.

Através desse material, é possível abordar a aplicação da multiplicação de forma lúdica pela utilização de um jogo popular entre as crianças, proporcionando oportunidades de aprendizagens a todos os alunos, como pode ser visto:

[...] 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, se levados em consideração alguns cuidados. (Viginheski, 2019, p. 408)

E com base na afirmação, o material foi projetado para trabalhar a multiplicação em um jogo que pode ser realizado por todos os alunos da classe, e por conta de sua adaptação em braile, pode incluir os estudantes com deficiência visual. A utilização do material permite ao professor criar situações, como, por exemplo, campeonatos de dominó na sala, para que haja a contribuição do desenvolvimento do pensamento lógico-matemático dos estudantes de maneira saudável.

Figura 2 - Projeto das peças de dominó e suas impressões



Fonte: Autoria própria (2020)

Como citado anteriormente, todos os materiais didáticos apresentados na pesquisa deveriam conter um plano de aula, assim como sua validação em sala, porém por conta da pandemia do vírus Sars-CoV-2, apenas o material “Apoio para soma e subtração de polinômios” obteve um plano de aula e a validação, antes que a ordem de quarentena fosse dada, todavia, assim que possível, os outros materiais terão seus planos disponibilizados na página do grupo de pesquisa.

CONCLUSÃO

A utilização de impressoras 3D mostra-se benéfica em diversas áreas do conhecimento. Seu uso aplicado na Educação, especificamente na produção de materiais didáticos, pode trazer soluções de baixo custo e eficientes para melhorar o ensino em sala de aula, principalmente nos níveis fundamentais, os quais objetos táteis atraem mais atenção e curiosidade no aprendizado, podendo ser usados até mesmo como “brinquedos educativos”.

Além disso, como trata o título da pesquisa, a tecnologia 3D é uma alternativa viável para o ensino de alunos em que a DV impede a interpretação de elementos matemáticos visíveis, como gráficos, que seriam necessários para seu aprendizado, tornando a sala de aula um ambiente mais inclusivo para todos.

O projeto está em constante desenvolvimento, sendo uma pesquisa conjunta com mestrandos e doutorandos, que podem contribuir no avanço do projeto com a criação de novos objetos, assim como planos de aula e sua validação em sala.

Por fim, essa pesquisa apresenta um caminho a ser seguido, a tecnologia 3D pode revolucionar a maneira como ensinamos em sala de aula, tornando-a um ambiente mais inclusivo para os alunos, já que podemos utilizar materiais didáticos impressos em 3D, facilitando a aprendizagem quando trabalhamos com deficientes visuais.

Podendo ampliar o contato entre os alunos, facilitar o trabalho dos professores e otimizar o entendimento dos estudantes, a tecnologia 3D aplicada em ambiente acadêmico se mostra um promissor objeto de estudo, e que esperançosamente um dia se tornará parte de todas as instituições de ensino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro dado à pesquisa. Agradeço também a professora doutora Sani de Carvalho Rutz da Silva, ao professor mestre Albino Szesz Junior e a instituição de ensino Universidade Tecnológica Federal do Paraná por terem proporcionado a elaboração dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. de C. D; YONEZAWA, W. M. **Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D**. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT), 2729 nov. 2014. Ponta Grossa, Brasil. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/tic-no-ensino-aprendizagem-de-ciencias-e-tecnologia/01409583389.pdf>. **Anais do IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Acesso em: 12 nov. 2019.

ANDRÉ, Tamara Cardoso. **O sistema de numeração decimal no ensino inicial de matemática**: contribuições do ábaco e do material dourado. Foz do Iguaçu: Unioeste. 2009. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/ideacao/article/viewArticle/4941>. **Anais da REVISTA DO CENTRO DE EDUCAÇÃO E LETRAS**. Acesso em: 07 jul. 2020.

DABAGUE, L. A. M. **O processo de inovação no segmento de impressoras 3D.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2014. Tese (Trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Ciências Econômicas) Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37115>. Acesso em: 19 ago. 2020.

FIORILLO, L.; LEANZA, T. **Worldwide 3D printers against the new coronavirus.** Prosthesis 2020, 2, 87-90. Disponível em: https://res.mdpi.com/d_attachment/prosthesis/prosthesis-02-00009/article_deploy/prosthesis-02-00009-v2.pdf. **Anais da revista PROSTHESIS.** Acesso em: 20 ago. 2020.

LIMA, L.M.S. **Motivação em sala de aula: a mola propulsora da aprendizagem,** In: SISTO, P.F.; OLIVEIRA, G.C.; FINI, L.T.D. (orgs.). Leituras de psicologia para a formação de professores. Petrópolis-RJ: Vozes, 2004, p.149-162.

MONTILHA, Rita de Cassia letto et al. **Percepções de escolares com deficiência visual em relação ao seu processo de escolarização.** Paidéia (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, v. 19, n. 44, p. 333-339, Dec. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/paideia/v19n44/a06v19n44.pdf>. **Anais da revista SCIELO.** Acesso em: 19 ago. 2020.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. VYGOTSKY, Leontiev e GALPERIN. **Formação de conceitos e princípios didáticos.** Brasília: Líber Livro, 2009. Disponível em: <http://www.revistas.uniube.br/index.php/rpd/article/download/620/715>. **Anais da REVISTA PROFISSÃO DOCENTE ONLINE.** Acesso: 20 ago. 2020.

ROSA, Débora LÁZARA. Mendes, Ana Nery. **Dominó químico tátil: deficientes visuais sem limitações para uma aprendizagem significativa em química.** Salvador: Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (IQ/UFBA). Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/download/7521/5581>. **Anais do XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA / X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA.** Acesso em: 20 ago. 2020

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: 07 jul. 2020.

SHARMA, R. **The 3D printing revolution you have not heard about.** 2013. Disponível em <https://www.forbes.com/sites/rakeshsharma/2013/07/08/the-3d->

[printing-revolution-you-have-not-heard-about/#7c8b52b91a6b](#). Anais de **FORBES**. Acesso em: 02 dez. 2019.

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. Dissertação (Mestrado em Ensino em Ciência e Tecnologia). Disponível em:

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1455>. Acesso em: 19 ago. 2020.

VIGINHESKI, Lúcia. **Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/download/8893/8026>.

Anais em **REVISTA IBERO-AMERICANA DE ESTUDOS EM EDUCAÇÃO**. Acesso em: 20 ago. 2020.