



ENSINO DE FRAÇÕES PARA ALUNOS CEGOS A PARTIR DE ADAPTAÇÕES COM O AUXÍLIO DA IMPRESSORA 3D

Guilherme Francener Bernardi¹
Vanessa Largo Andrade²
Aline Keryn Pin³
Renato Francisco Merli⁴

RESUMO

A preocupação com o ensino, a aprendizagem e conseqüentemente com a inclusão de estudantes apoiados pela Educação Especial vêm aumentando nos últimos anos. Deste modo, o artigo objetiva apresentar uma proposta de utilização de um material manipulável, a partir da adaptação de uma atividade acerca do conteúdo de Fração, desenvolvido por meio do projeto de ensino e extensão vinculado ao curso de Licenciatura em Matemática de uma IES pública, intitulado “Oficinas de Matemática voltadas para a Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva”, que oportuniza aos acadêmicos reflexões acerca da temática e a produção de materiais com a utilização de impressoras 3D, com a finalidade de adaptação e adequação de atividades de planos de aulas já desenvolvidas anteriormente no âmbito dos estágios e oficinas do curso. Buscamos assim, contribuir para promoção de práticas pedagógicas mais inclusivas, promovendo uma educação matemática para todos.

Palavras-chave: Educação Inclusiva, Material didático, Oficina Adaptada, Tecnologia Assistiva

INTRODUÇÃO

Com a necessidade de cumprir com um termo assinado na Conferência Internacional da ONU sobre os Direitos das Pessoas com Deficiências e seu Protocolo Facultativo em 2007, o Brasil em 6 de julho de 2015 criou a Lei Brasileira de inclusão ou LBI, que cumpre com o tratado, no qual, assegura todos os direitos humanos, liberdades fundamentais e promove o respeito e dignidade para todas as pessoas com deficiência.

A Educação Inclusiva não se trata apenas sobre inserir as pessoas com deficiência nas escolas, mas também garantir o rendimento escolar e a permanência desses alunos na rede de

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, d4arkframe@gmail.com;

² Professora orientadora: Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, vanessalargo@utfpr.edu.br;

³ Professora orientadora: Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, alinepin@utfpr.edu.br;

⁴ Professor orientador: Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, renatomerli@utfpr.edu.br.



ensino. Esta permanência só pode ser garantida caso as necessidades desses alunos sejam contempladas (GLAT, PLETSCH, FONTES, 2007).

Visando o ensino para alunos cegos, Batista e Mirante (2015) explicam que a utilização de materiais manipuláveis adaptados facilita a aprendizagem dos alunos, usando de outros estímulos para a aprendizagem, através de texturas diferentes, alto-relevo e o braile.

Desse modo, para atender as necessidades de ensino sobre frações para alunos com cegueira, foi desenvolvido um material com o uso da impressora 3D. Este material didático manipulável originou-se por meio de discussões sobre atividades de um plano de aula de uma oficina desenvolvida no ano de 2015, por estagiários do curso de Licenciatura em Matemática, e a sua descrição e utilização serão apresentados neste trabalho.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

De acordo com Siaulys (2010), pessoas com deficiência visual necessitam de diversos estímulos para serem capazes de se desenvolverem corretamente, através de interações, brincadeiras e materiais adaptados, por isso abordar acerca de materiais manipuláveis ou também chamados de materiais pedagógicos na Educação Matemática Inclusiva é importante.

Com a inclusão de alunos com deficiência dentro das salas de aulas, é visto a necessidade de se modificar e aperfeiçoar as abordagens de ensino, levando em conta as necessidades dos alunos. De acordo com Motta (2016), a audiodescrição é um exemplo de adaptação necessária para que alunos com cegueira consigam superar uma das barreiras comunicacionais. Esta técnica consiste em transpor as informações visuais para a verbal, sendo assim, transpondo a barreira visual para os estudantes, além de ser uma ferramenta usada do Ensino Infantil até o Ensino Superior.

Com o avanço e aperfeiçoamento das abordagens de ensino, discussões sobre os materiais que auxiliam no ensino e aprendizagem de cegos ficou cada vez mais comum. Os materiais táteis, de acordo com Silva (2018) são importantíssimos para o desenvolvimento dos alunos cegos, pois, através deles é permitido a exploração tátil. Estes materiais propiciam a esses alunos a construção de conhecimentos mais concretos e significativos.

Buscando aprimorar e ampliar as discussões acerca da importância da utilização de tecnologias assistivas e de materiais manipuláveis no âmbito do ensino de matemática, são apresentadas algumas discussões nas seções seguintes.

TECNOLOGIA ASSISTIVA

A lei nº 13.146, também chamada de Lei Brasileira de Inclusão (LBI) ou ainda ou Estatuto da Pessoa com Deficiência, define as Tecnologias Assistivas (TAs) no artigo 3º inciso três como sendo: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que promovem à atividade e participação da pessoa com deficiência, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015).

Anteriormente ao Estatuto da Pessoa com Deficiência, o órgão responsável para definir o que era uma tecnologia assistiva era o Comitê de Ajudas Técnicas, no qual, era vinculado à Secretaria Especial dos Direitos Humanos. A definição dada pelo comitê sendo o resultado das aplicações e avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas, potencializando as habilidades funcionais das pessoas com deficiência através de pesquisas, equipamentos, recursos, fabricações ou estratégias (ANDRADE, PIN, MERLI, 2023).

De acordo com a ISO 9999, estabelecida pelo Comitê de Ajudas Técnicas, as TAs são classificadas em 11 grandes classes: Tratamento médico pessoal; Treinamento de Habilidades; Órteses e próteses; Proteção e cuidados pessoais; Mobilidade pessoal; Cuidados com o lar; Mobiliário e adaptações para residências e outras edificações; Comunicação e informação; Manuseio de objetos e equipamentos; Melhorias ambientais, ferramentas e máquinas; Lazer (BRASIL, 2009).

De acordo com Silva e Carvalho (2019), para os cegos terem acesso à informação e à comunicação de forma autônoma, eles precisam que tais recursos estejam escritos em braile. Desse modo, é necessário o uso dos materiais táteis para que exista o entendimento e a compreensão dos elementos visuais das diversas disciplinas escolares. Quando o aluno é privado de tais meios, eles se vêem limitados de receberem informações e/ou de se comunicar, além de desenvolverem uma barreira entre professor e aluno, já que o mesmo não oferece condições para o desenvolvimento das habilidades intelectuais destes estudantes.

Com a demanda alta para Tecnologias Assistivas adaptadas, é visto uma possibilidade de baixo custo de fabricação e alta capacidade de reprodução desses materiais. Visando essa possibilidade, umas das áreas que facilitam o desenvolvimento e criação destes equipamentos é a manufatura aditiva ou também conhecida por impressão 3D. Esta tecnologia permite uma grande flexibilização e velocidade na criação de materiais com formas complexas, sendo altamente customizado e otimizado o gasto das matérias primas.

Dentre os diversos processos disponíveis, o mais utilizado e econômico é o FDM (*Fused Deposition Modeling*), que deposita diversas camadas sucessivamente de material polimérico

fundido, através de um bico de extrusão, em que, cada camada depositada é equivalente a uma seção transversal do objeto 3D. Para a criação dos objetos é possível utilizar diversos softwares, como por exemplo, o CAD (Desenho Auxiliado por Computador) ou o Blender 3D. Existem ainda os sites de repositórios de objetos 3D, sendo o mais conhecido o “Thingiverse” que usa do compartilhamento dos objetos criados pelos próprios usuários.

Com o intuito de adaptar um plano de aula já aplicado anteriormente foi realizado uma catalogação em planos de aula e realizado a adaptação de um dos selecionados, apresentados na seção seguinte.

PLANO DE AULA DA OFICINA E SUA ADAPTAÇÃO

Os materiais e o plano de aula adaptados neste trabalho foram elaborados em decorrência das atividades desenvolvidas durante o projeto “*Licenciando*”, intitulado “Oficinas de Matemática voltadas para a Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva”, vinculado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e contemplado através de dois editais, sendo o primeiro Edital 43/2022 - PROGRAD, e o atual, ou segundo Edital 61/2022 - PROGRAD, em que o primeiro autor deste trabalho iniciou a sua participação como bolsista. O término deste edital está previsto para novembro deste ano de 2023.

O plano adaptado foi codificado depois da realização de uma catalogação de planos de aulas produzidos e desenvolvidos por acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática durante as disciplinas de Estágio Supervisionado na Educação Básica 2, 3 e 4, entre o segundo semestre do ano de 2013 até o primeiro semestre do ano de 2022. Com esta ação, foram catalogados 82 planos de aulas, sendo 35 voltados para o Ensino Fundamental e 47 para o Ensino Médio (ANDRADE, PIN, MERLI, 2023; CASAROTTO *et al.*, 2023).

Depois dessa atividade de organização dos planos, a intenção foi adaptar algumas atividades constantes em alguns planos catalogados, com o intuito de elaborar novas propostas didáticas que contemplassem a diversidade através da produção de materiais didáticos e inclusivos (ANDRADE, PIN, MERLI, 2023; CASAROTTO *et al.*, 2023).

Para a adaptação de uma atividade, produzimos um material com o intuito de facilitar a compreensão das divisões. Entendemos que o fato de disponibilizarmos um material manipulativo para os alunos é muito importante, principalmente quando se trata de alunos apoiados pela Educação Especial, como por exemplo, com deficiência visual. A visualização para este aluno só se torna possível caso exista algum material tátil para que consiga

compreender a divisão e o problema. Neste sentido, criamos um material didático que auxilia tanto os alunos com deficiência visual, como os alunos videntes.

O material foi produzido na impressora 3D, todas as peças e tabuleiro foram confeccionadas em material ABS (Acrilonitrila butadieno estireno). Para a impressão, utilizamos uma impressora 3D, do modelo Ender 3 Creality.

O tabuleiro possui as medidas de $164\text{mm} \times 164\text{mm} \times 15\text{mm}$ (Figura 1) e as suas partições $25\text{mm} \times 25\text{mm}$, e as peças brancas de encaixes com $24,5\text{mm} \times 24,5\text{mm}$ com 24mm de altura (Figura 2), totalizando 40 peças enumeradas com a escrita em braile do número e a representação do número indo-arábico. Essas medidas foram pensadas para favorecer a manipulação, visto que em uma versão anterior do material, as peças haviam ficado pequenas para serem manuseadas.

O tabuleiro (Figura 1) possui 36 encaixes, com 6 linhas e 6 colunas.

Figura 1 - Tabuleiro



Fonte: Autores

As peças (Figura 2) possuem números de 1 a 40 e logo abaixo de cada número, a escrita em braile destes números. Este material ainda está sendo elaborado e ajustado, com a intenção de ser utilizado para o ensino de diferentes conteúdos matemáticos. Até o momento, Paridade - conteúdo que aborda números pares, ímpares e operações, já pode ser desenvolvido com o uso do material, e neste trabalho será utilizado para apresentar a possibilidade de trabalhar o conteúdo de frações. Outras propostas de uso do material didático produzido ainda estão em discussão no grupo, vinculado à escolha de novos Planos de aula que poderão ser adequados para o ensino de matemática em uma perspectiva inclusiva.

Figura 2 - Peças para uso ou não do tabuleiro



Fonte: Autores

O plano de aula⁵ que resultou na produção deste material, consiste em apresentar o conteúdo de frações de maneira lúdica para alunos do 7º ano. Ao pensar nas adaptações, vislumbramos a utilização do material com todos da turma, e desta forma se faz necessárias as adequações para atender os alunos com deficiência visual, com o braille nas peças do material e a interpretação em Libras da história para os alunos surdos. O conteúdo matemático é abordado primariamente com o conto da divisão da herança de 35 camelos entre três irmãos, do livro “O homem que calculava” de Malba Tahan.

O conto relata o problema da partilha entre três irmãos após o falecimento do seu pai. O pai em seu testamento deixou 35 camelos que deveriam ser divididos nas partes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{9}$, sendo o número maior de camelos para o irmão mais velho e a menor quantidade para o caçula.

É contada até esta primeira parte do conto para que os alunos tentem realizar a divisão utilizando as peças brancas. e percebam, com os resultados obtidos por eles, que não existe solução exata para a divisão da herança, pois ao realizarmos a partilha de 35 camelos em 2, resultam em 17,5 camelos, e que em se tratando de camelos, esse resultado se torna impossível, pois não há como dividir um camelo ao meio.

Posteriormente, é continuada a história em que Beremiz Samir e seu amigo - que andavam em seus camelos pela estrada, ouviram a conversa acalorada dos irmãos e perguntaram o que estava ocorrendo. Um dos irmãos explicou a situação, questiona se Beremiz teria uma solução e Beremiz sugere adicionar o seu camelo para a partilha, totalizando 36 camelos, porém o que

⁵ Oficina realizada pelos estagiários Leandro Luis Michelon e Paulo Augusto Fantinel em 2015, na disciplina de Estágio Supervisionado na Educação Básica 2.

restar de camelos será dele. Refazendo então a divisão inicial da herança, a divisão se tornará exata, ou seja, os resultados serão números inteiros positivos - números de camelos.

Ao realizar novamente a divisão, é notado que todos os irmãos receberão mais camelos se comparados com a situação anterior. Beremiz Samir mostra que com 36 camelos, ao efetuar a divisão da herança, a quantia resultará em 34 de camelos. Com a sua proposta, sobrarão 2 camelos, que Beremiz levará consigo por resolver o problema da divisão da herança.

Para desenvolver a atividade acima descrita, o material manipulável precisa ser entregue aos alunos em um primeiro momento para que se familiarizem com as peças e o tabuleiro. Após isto, será instruído para que tentem encaixar as peças e realizar as divisões que contém no problema, agrupando as 35 peças nas divisões da herança, ou seja, tentando realizar as divisões de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{9}$.

A intenção é de que os alunos percebam com a manipulação das peças brancas, que não há como fazer uma divisão exata com os 35 camelos. Na sequência, a ideia será distribuir a peça de número 36 para os alunos, e será solicitado então, para que tentem realizar as mesmas divisões feitas anteriormente por eles, e tentar verificar se algo mudou com a adição de 1 peça. Esperamos que percebam que, com as 36 peças, é possível partilhar a herança, pois o cálculo será exato. Desta forma, será feita a explicação do porquê não ser possível operar com o número de 35 camelos, e que é possível quando se trata do número 36, e que ainda sobram 2 camelos.

Apresentamos uma possível maneira do aluno manipular as peças e realizar as divisões. O aluno colocaria as peças conforme a Figura 3.

Figura 3 - Posição inicial no tabuleiro



Fonte: Autores

A partir da posição inicial será solicitado que o aluno realize a divisão para o irmão mais velho, isto é, dividir a metade dos 36 camelos, resultando em 18 unidades. Em seguida, juntam-se todas as peças novamente, e o aluno realiza a partilha para o irmão do meio, partilhando um terço das 36 peças, ou seja, 12 unidades (camelos). Analogamente, o aluno com as 36 peças, realizará a divisão referente a um nono, que é o total de 4 camelos deixados na herança para o irmão caçula. Estas divisões podem ser representadas pelo aluno conforme a Figura 4.

Figura 4 - Possível modo de realizar a partilha



Fonte: Autores

Com a herança toda dividida entre os irmãos, será chamada a atenção dos alunos de que sobraram 2 peças no tabuleiro, conforme figura 5, que representa o camelo que Beremiz apostou e mais um camelo, já que resolveu o problema.

Figura 5 - Tabuleiro após toda a partilha



Fonte: Autores

A explicação do porquê Beremiz Samir ganhou 1 camelo ao adicionar mais um a contagem dos camelos dos irmãos é feito através de frações. Ao somar $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{9}$ chegamos a $\frac{17}{18}$ o que representa que após efetuarmos a divisão dos 35 camelos resta dividir $\frac{17}{18}$ de camelo, isto é, temos que distribuir a diferença de $\frac{1}{18}$ entre os irmãos para “inteirar” os valores distribuídos inicialmente, para isso, basta adicionarmos 1 camelo a mais na contagem, sobrando 1 camelo no final da partilha. Este método de completar divisões para obter um inteiro pode ser feito com outros valores, como 17, 53 e 71, no qual, a “sobra” de camelos é diferente para cada quantidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da impressora 3D ainda nos parece ser tímida em se tratando da criação de materiais didáticos e adaptados, e desse modo, defendemos a necessidade de pesquisas na área sobre as possibilidades do uso da impressão 3D para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de matemática em uma perspectiva inclusiva, ou seja, com a utilização de recursos que atendam as especificidades dos estudantes.

A partir das impressões tridimensionais, os envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem podem ser beneficiados por meio da visualização e manipulação, proporcionando mais autonomia ao aluno. Ao realizar a impressão 3D na própria escola, não há a dependência de outras instituições ou de recursos financeiros para a aquisição de materiais pedagógicos e tecnologias assistivas. Com relação aos alunos, podem se sentir estimulados a aprender matemática, de uma forma ativa e diversificada.

Ao elaborarmos e produzirmos os materiais pedagógicos, podemos observar que há um baixo custo para esta produção, entretanto o tempo destinado para a impressão é consideravelmente longo, dependendo do material. Outra situação discutida no âmbito do projeto é recorrente a produção de materiais para ser trabalhado com conteúdos específicos, o que por vezes pode se tornar inviável, assim esse trabalho apresenta uma das possibilidades de utilização do material didático, que foi a princípio pensado para trabalhar com paridade, conteúdo abordado em outro Plano de aula. Buscamos assim, otimizar a utilização dos materiais produzidos, para que além de atender a todos os alunos, possa também abranger um maior número de conteúdos matemáticos.

Em suma, com este trabalho esperamos auxiliar os professores em suas práticas pedagógicas para a promoção e ampliação de possibilidades para as aulas de matemática, principalmente quando da inclusão de seus alunos durante o desenvolvimento das atividades.

Além disso, a possibilidade de podermos utilizar um mesmo material didático manipulável para o ensino não somente para o conteúdo de frações, como também, como exemplo, o conteúdo de Paridade, e outros que venhamos a pesquisar para facilitar o ensino e a aprendizagem dos alunos durante as aulas de matemática.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UTFPR, por meio do EDITAL 61/2022 – PROGRAD, pelo auxílio financeiro para a implementação do Projeto Licenciando intitulado “Oficinas de Matemática voltadas para a Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva”.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Victor Fernando; PIN, Aline Keryn; MERLI, Renato Francisco. Reelaborando Oficinas de Matemática na Perspectiva da Educação Inclusiva: materiais didáticos produzidos na impressora 3D. In: VERTUAN, R. E.; GARCIA, S. R. P.; NOVAES, B. W. D. **Uma década do Curso de Licenciatura em Matemática do câmpus Toledo da UTFPR: protagonismo, identidade e comprometimento**. Curitiba: Editora UTFPR, 2023. (no prelo).

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa Com Deficiência. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 21 jul. 2023.

CASAROTTO, Victor Fernando; PIN, Aline Keryn; MERLI, Renato Francisco. Criação de Materiais Didáticos Utilizando a Impressora 3D para a Educação Matemática Inclusiva. In: SEMANA DA MATEMÁTICA DA UTFPR TOLEDO, 10., 2023. **Anais [...]**. Toledo: UTFPR, 2023, p. 15-22. Disponível em: http://www2.td.utfpr.edu.br/semat/X_semat/Documentos/Anais_X_Semat_2023.pdf. Acesso em: 1 ago. 2023.

NERY, Érica Santana Silveira; SÁ, Antônio Villar Marques de. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1-26, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/35402/pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

SILVA, Eloar Froboese da; SILVA, Menin Lucas da; DEON Gonçalves Vinícius; TOSO, André Marcelo. Impressão 3D aplicada à tecnologia assistiva. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 12, n. 4, 2020. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/ENEMI/ENEMI2019/paper/viewFile/917/847>. Acesso em: 16 set. 2023.

SILVA, Mayra Darly da; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de. Interpretação de gráficos por estudantes cegos: sobre o uso de tecnologia assistiva. IN: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA, 1, 2019, Rio de Janeiro.

Anais Eletrônicos [...], Rio de Janeiro, 2019 p. 1-10. Disponível em:
<http://eventos.sbem.com.br/index.php/ENEMI/ENEMI2019/paper/viewFile/917/847>. Acesso em: 16 set. 2023

SILVA, Stephany Maria Pereira da; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de. Reflexões Sobre um Material Manipulável Destinado ao Ensino de Média Aritmética para Estudantes Cegos. **Benjamin Constant**, v. 29, n. 66, p. 1-18 e296602, 2023. Disponível em:
<http://revista.abc.gov.br/index.php/BC/article/view/936>. Acesso em: 16 set. 2023.