

CRIAÇÃO DE UM MATERIAL MANIPULÁVEL ADAPTADO PARA RESOLUÇÃO DO “PROBLEMA DOS QUATRO QUATROS” COM A IMPRESSORA 3D PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

Bruno Elian Strapasson da Cunha
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
brunomibe@hotmail.com

Vanessa Largo Andrade
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
vanessalargo@utfpr.edu.br

Aline Keryn Pin
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
alinepin@utfpr.edu.br

Renato Francisco Merli
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
renatomerli@utfpr.edu.br

Resumo

O presente artigo tem por objetivo apresentar o relato de construção de um material manipulável para a resolução do “Problema dos Quatro Quatros”, apresentado no livro *O Homem que Calculava* de Malba Tahan. Diante disso, foram realizadas discussões sobre a Educação Inclusiva e o uso de Tecnologia Assistiva (TA), bem como foi apresentado o contexto em que o material foi elaborado. O objeto foi projetado, a partir de um software de modelagem e impresso numa impressora 3D, na forma de um *Spinner*. Ele foi adaptado para alunos com deficiência visual severa ou cegueira, de modo a girar as peças e obter as soluções para os números de 1 a 10 propostos no “Problema dos Quatro Quatros”. Podemos destacar a importância das ferramentas tecnológicas para construção de materiais adaptados a estudantes com necessidades educacionais especiais, possibilitando assim um ensino de matemática mais inclusivo. Por fim, enfatizamos que o material não foi aplicado, mas para projetos futuros esperamos realizar a sua aplicação e, caso necessário, realizar os ajustes que forem necessários para seu aperfeiçoamento.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Modelagem 3D. Tecnologia Assistiva.

Introdução

Durante a sua formação, os futuros professores precisam vivenciar situações que os preparem para lidar com os diversos desafios em sala de aula, tais como, lidar com a diversidade nas escolas. Nesse contexto, Andrade, Pin e Merli (2023) defendem que, além de adquirir conhecimentos sobre a Matemática que ensinam e estratégias pedagógicas adequadas, os professores também precisam

desenvolver uma compreensão abrangente sobre os estudantes incluídos na sala de aula regular apoiados pela Educação Especial.

Neste estudo, apresentamos a relevância da Educação Inclusiva e a importância do seu estudo na formação do futuro professor. Glat (2007) afirma que, a Educação Inclusiva é mais do que uma nova cultura escolar, é uma concepção de escola que visa o desenvolvimento de respostas educativas que atinjam a todos os alunos, se diferenciando de uma escola tradicional. Para tornar-se inclusiva, a escola precisa formar seus professores e equipe de gestão e rever as formas de interação vigentes entre todos os segmentos que a compõem.

Além disso, abordaremos algumas ideias sobre as tecnologias assistivas e um material criado com a utilização dessas tecnologias. Andrade, Pin e Merli (2023, no prelo) pontuam que o desenvolvimento de recursos assistivos tem promovido a valorização e a inclusão de pessoas excluídas por alguma necessidade específica, tal necessidade pode abranger aspectos biológicos, psicológicos e neurológicos.

Deste modo, o Projeto Licenciando Edital 43/2022 PROGRAD UTFPR surgiu para incentivar as licenciaturas a desenvolverem ações sobre a prática pedagógica dos licenciandos, e por meio do qual foi possível a proposição de um projeto que objetivou, principalmente, a adaptação de planos de aulas e de oficinas para a educação especial na perspectiva da educação inclusiva e a produção de materiais na impressora 3D.

Apresentamos como se deu a produção de um material manipulável em forma de um *Spinner* Adaptado, que foi elaborado pelos integrantes do Projeto Licenciando com o objetivo de utilizá-lo para solucionar o “Problema dos Quatro Quatros”, proposto no livro *O Homem que Calculava* de Malba Tahan.

Educação Inclusiva

É indiscutível a importância da Educação Inclusiva para a formação de futuros professores, para isso, tornamos necessário entender quais aspectos caracterizam a Educação Inclusiva. Conforme Borges, Cyrino e Nogueira (2021, p. 2605), a “[...] Educação Inclusiva compreende compartilhar espaços, tarefas, profissionais, infraestrutura, objetivos formativos com todos, por todos”. Porém, isso não significa tratar todos igualmente, mas sim, equitativamente, já que alguns de nossos estudantes e professores, caso não tenham suas diferenças consideradas, não poderão sequer participar de determinadas atividades que não considerem suas características.

O professor precisa estar ciente de que, tratando-se de inclusão, não existe fórmula pronta, cada situação é nova e a compreensão é fundamental. É comum a solicitação, por parte do educador, de uma “receita” para fazer a inclusão de alunos com deficiência, mas se faz necessário saber que ela não é realizada como um modelo pronto cedido por algum pesquisador ou instrutor. Cada situação deve ser estudada cuidadosamente, e para cada uma são necessárias ações específicas (Rodrigues, 2015).

A idéia de educação inclusiva inquieta e desequilibra as velhas concepções da escola, de tradição excludente, que vê-se diante de uma proposta que implica substituir antigos paradigmas e olhar introspectivamente para si, introjetar novas crenças, assumir posturas condizentes, adotar metodologias diversificadas, fazer usos de ferramentas tecnológicas, investir na formação continuada dos professores e traduzir os novos conhecimentos em práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem e a inclusão de todos (Silva; Garcez, 2019).

A perspectiva de uma formação de professores capacitados para ministrar aulas nas classes comuns do ensino regular com a presença de alunos apoiados pela Educação Especial, está prevista nas políticas públicas desde 2001 com a Resolução CNE/CP nº 1/2002, por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, considerando no Art. 6ª para a construção do projeto pedagógico dos cursos de formação dos docentes, §3º - II - “[...] conhecimentos sobre crianças, adolescente, jovens e adultos, aí incluídas as especificidades dos alunos com necessidades educacionais especiais” (Blattes, 2006, p. 293).

A Resolução CNE/CP nº 1/2002, estabelece também a necessidade de enriquecimento da prática profissional do professor em formação, por meio de tecnologias da informação. Tal necessidade é reafirmada em 2019, com a Resolução CNE/CP nº 2, com a definição das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores, ao estabelecer as competências gerais docentes “2. Pesquisar, investigar, refletir, realizar a análise crítica, usar a criatividade e buscar soluções tecnológicas para selecionar, organizar e planejar práticas pedagógicas desafiadoras, coerentes e significativas” (Brasil, 2009, p. 13).

É importante que o professor conheça e saiba utilizar em sala de aula materiais, recursos e tecnologias assistivas considerando a diversidade. Diante disso, vamos abordar conceitos sobre o uso da tecnologia para acesso e transmissão do conhecimento e, como ela pode ser uma importante aliada do professor na construção de materiais adaptados à inclusão.

Tecnologia Assistiva

Com o avanço tecnológico na era contemporânea, a Tecnologia Assistiva (TA) vem ganhando espaço principalmente no que se refere a viabilizar a inclusão. A área de TA cresceu nos últimos anos como consequência de alguns fatores que têm impulsionado demandas de recursos e serviços destinados às pessoas com deficiência. O principal desses fatores refere-se ao destaque que se tem dado aos arranjos sociais como promotores ou não de acessibilidade para essas pessoas, no qual são questionados todos os mecanismos que de alguma forma impedem a participação plena nos diferentes espaços e papéis sociais e, busca-se formas de garantir efetivamente tal participação como direito de todos (Rodrigues; Alves, 2013).

Historicamente, o termo Tecnologia Assistiva era conhecido como Ajuda Técnica pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos e, com o tempo e avanço das pesquisas, o termo Ajuda Técnica mostrou-se insuficiente para designar a ampla gama de significados que o termo poderia expressar (Andrade, Pin, Merli, 2023).

Em 2006, o Comitê de Ajudas Técnicas, vinculado à Secretaria Especial de Direitos Humanos, definiu Tecnologias Assistivas (TAs) como “[...] fruto da aplicação de avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas [...]”, sendo de “[...]” domínio de profissionais de várias áreas do conhecimento, que interagem para restaurar a função humana”. Estas dizem respeito ainda “[...] à pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência” (Brasil, 2009, p. 11).

Utilizar as TAs para promover a inclusão, significa inovar e criar estratégias para suprir dificuldades. Conforme Conte e Basegio (2015), trabalhar com as tecnologias assistivas, na área da Educação Especial, apesar de ser um desafio difícil, ao mesmo tempo é uma forma de promover a autonomia dos estudantes e inclusão social, possibilitando que as atividades estejam relacionadas com o cotidiano do aluno, porquanto já dispomos de ferramentas de educação inclusiva que contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem dos sujeitos com necessidades especiais.

Diante das inúmeras possibilidades de utilização das TAs, uma delas é a criação de materiais adaptados. Com o auxílio da impressora 3D, torna-se possível imprimir materiais adaptáveis que possam auxiliar na aprendizagem de alunos inclusos.

Para a construção do material apresentado neste artigo, a impressora 3D utilizada foi a Creality Ender-3 V2 (Figura 1). Esta impressora permite a impressão de materiais termoplásticos biodegradáveis, como o ácido poliláctico (PLA).

Figura 1: Creality Ender-3 V2

Fonte: <https://www.creality3dofficial.com/>

A utilização da impressora apresenta uma gama de possibilidades de criar materiais ou até mesmo utilizar materiais já elaborados, uma vez que, com o arquivo contendo o projeto do material, é possível realizar a impressão. Conforme Andrade, Pin e Merli (2023), as impressoras 3D se caracterizam como importantes ferramentas para a melhoria do ensino e a aprendizagem dos estudantes, dado que, permitem a exploração e construção de novos materiais pelos estudantes e professores.

Produção do Material

O projeto intitulado Oficinas de Matemática voltadas para a Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva é uma das propostas aprovadas no âmbito da instituição e que está inserida no Projeto Licenciando Edital 43/2022 PROGRAD UTFPR, e que está tendo continuidade por meio do Edital 61/2022 PROGRAD. Os objetivos deste projeto, que teve a duração de quatro meses, contemplaram a realização de reuniões periódicas, a coleta, catalogação e organização de planos de aulas e de oficinas já existentes no curso de licenciatura; bem como a escolha e elaboração de planos de aulas adaptados com a produção de material na impressora 3D.

Conforme Andrade, Pin e Merli (2023), inicialmente, foi realizada a catalogação de 82 planos de aula (do período de 2013/2 - 2022/1), que foram elaborados e aplicados por acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática nas disciplinas de Estágio Supervisionado na Educação Básica 2, 3 e 4. Para elaborar esses planos, os acadêmicos utilizaram as experiências vivenciadas nas disciplinas

cursadas durante o curso, com destaque para a disciplina de Tecnologias no Ensino de Matemática, Laboratório de Matemática e Educação para a Inclusão.

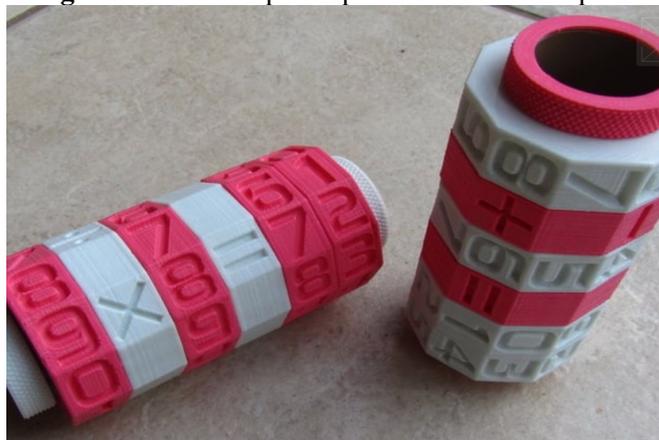
Os bolsistas do Projeto Licenciando catalogaram esses planos em uma pasta, que foi compartilhada com todos os integrantes do projeto, e separaram por códigos cada plano para melhor identificação. Diante disso, após catalogados os planos, era necessário realizar a escolha de dois planos, para analisar e sugerir uma adaptação para a surdez e a deficiência visual.

Casarotto *et al.* (2023) também produziu um material adaptado nesse mesmo projeto, o material foi desenvolvido se baseando nos conteúdos de escala, ângulos e operações fundamentais. Todas essas ações estão articuladas com as disciplinas da licenciatura, de Tecnologias e Educação Inclusiva.

Diante disso, um dos planos escolhidos foi um plano de aula para uma oficina intitulada “Oficina dos Quatro Quatros”, baseada em um problema que aparece no livro “O Homem que Calculava” de Malba Tahan. O problema dos **Quatro Quatros** consiste em escrever os números de 0 a 10 utilizando apenas o algarismo 4 e as quatro operações básicas (adição, subtração, divisão e multiplicação), desse modo, na oficina, os estudantes deveriam completar uma tabela com as soluções para os números de 0 a 10.

Após discussões em conjunto sobre a possibilidade de adaptarmos um material com base em um que foi encontrado no *Thingiverse*¹ (Figura 2). Com isso, surgiu a ideia de utilizarmos um material em formato de um *Spinner* adaptado, que consistia em peças girando em torno de um eixo cilíndrico, sendo cada peça adaptada para a deficiência visual.

Figura 2: Modelo que inspirou o material adaptado



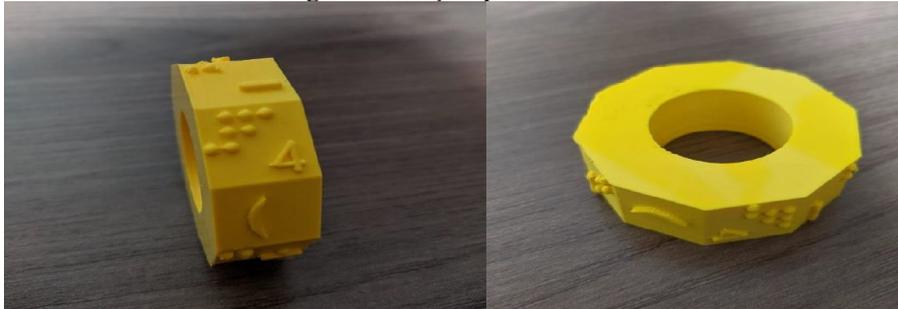
Fonte: <https://www.thingiverse.com/thing:452651>

¹ O *Thingiverse* é um site com inúmeros projetos de modelagem 3D prontos e gratuitos para serem utilizados.

Através de testes, verificamos que o material teria que ser projetado para ser composto de um total de 11 peças, cada peça tinha 10 faces retangulares onde seriam colocados números, as quatro operações, parênteses ou até mesmo o sinal de igualdade “=”, para isso, três tipos de peças foram projetados.

- Tipo 1: Peças com os quatro “4”, os parênteses e as quatro operações básicas da Matemática (Figura 3).

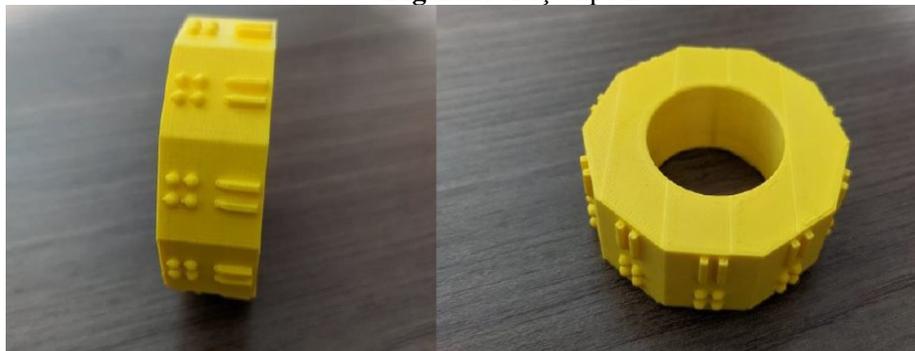
Figura 3: Peça tipo 1



Fonte: Dos autores (2023)

- Tipo 2: Peça com o sinal de igual “=” (Figura 4).

Figura 4: Peça tipo 2



Fonte: Dos autores (2023)

- Tipo 3: Peças numeradas de 1 a 10 (Figura 5).

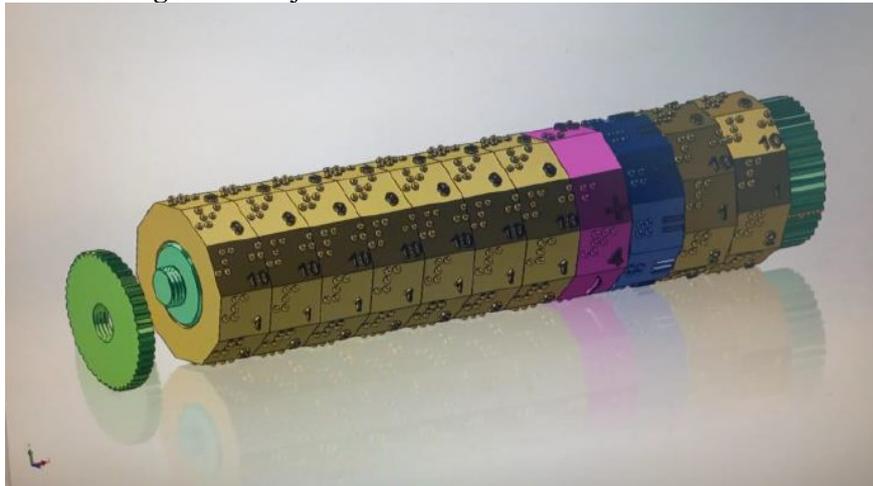
Figura 5: Peça Tipo 3



Fonte: Dos autores (2023)

Antes de serem impressas, as peças foram projetadas com o auxílio do *software SolidWorks* e verificamos que as peças giravam mais facilmente se fossem dispostas em um cilindro. Assim, foi elaborado um projeto de como ficaria o material com as peças encaixadas (Figura 6).

Figura 6: Projeto do material no SolidWorks



Fonte: Dos autores (2023)

A Figura 5 representa o projeto do *Spinner* adaptado sendo feito no *SolidWorks*, contendo 11 peças que giram em torno de uma base cilíndrica, com cores diferentes, sendo em amarelo as peças com os números de 1 a 9, em roxo a peça com as quatro operações básicas, os parênteses e o número “4” e, por fim, a azul, sendo o sinal de igualdade “=”. Observação: As peças na Figura 5 não estão ordenadas da maneira correta, pois era apenas uma simulação das peças se encaixando e não foi levado em consideração a ordenação.

Com o modelo pronto, bastava construir o material. Para montarmos o material, foi utilizada a impressora 3D *Creality Ender-3 V2* e para poder imprimir o material realizamos os seguintes processos:

Em um primeiro momento, foi necessário **salvar** todos os arquivos de cada peça diferente do *Spinner* feitas no *SolidWorks* (decágonos giratórios, pino cilíndrico e rosca) no formato “.STL”. Depois disso, abrimos estes arquivos no *Ultimaker CURA*, fatiamos cada peça com o preenchimento de 60% e salvamos os arquivos. Para finalizarmos, foi preciso passar os arquivos para o cartão de memória da impressora para começarmos a impressão.

Assim sendo, o material foi impresso e as peças encaixadas. A Figura 7 apresenta o resultado do material.

Figura 7: Peça *Spinner* Adaptado pronta



Fonte: Dos autores (2023)

Com este material, esperamos estimular os estudantes a elaborarem, utilizando o *Spinner*, diferentes estratégias e soluções para a resolução do problema dos “Quatro Quatros” de maneira mais dinâmica e inclusiva. Para isso, uma possível atividade seria solicitar que o estudante gire as peças de modo a obter as soluções de 1 a 10, utilizando alguma tabela adaptada para registrar os resultados, ou até mesmo contar com o auxílio de alguém para registrar as soluções obtidas.

A aplicação do material ainda não foi feita, entretanto, para a próxima etapa do desenvolvimento vislumbramos a elaboração de atividades em escolas do município. Diante disso, algumas considerações finais serão apresentadas a seguir.

Considerações Finais

A utilização das tecnologias para a criação de material manipulável foi essencial para perceber inúmeras possibilidades para o ensino e para a formação do professor em si, respeitando e contemplando a diversidade. A possibilidade de imprimir um material com a impressora 3D acaba por ser uma aliada do professor de matemática durante o ensino, pois pode ser utilizada para ensinar um conteúdo matemático com jogos, atividades diversificadas e para ensinar um aluno com necessidades especiais, adaptando o conteúdo de acordo com suas deficiências.

É de suma importância mais incentivo ao uso de Tecnologias Assistivas cresça cada vez mais para que possamos ter uma Educação, não só matemática, mas geral, mais inclusiva. Nesse contexto, Andrade, Pin e Merli (2023) ressaltam que é preciso promover a inclusão social como um tema transversal em todos os cursos de formação de professores, diante disso, a implementação de projetos e o uso de recursos tecnológicos contribuem para a criação de materiais adaptados e o desenvolvimento de práticas inclusivas.

A construção do material foi uma experiência desafiadora, porém muito positiva, pois as discussões, ideias e projetos contribuíram para um olhar mais inclusivo, como professor, e para as possibilidades que a tecnologia pode nos oferecer. A aplicação do material ainda não foi feita e com ele pronto, percebemos que adaptações podem ser sugeridas e que a criação acaba por incentivar a novas ideias, aplicações e projetos futuros para o material.

Referências

ANDRADE, V. L.; PIN, A. K.; MERLI, R. F. 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).

BLATTES, R. L. (org.). **Direito à educação: subsídios para a gestão dos sistemas educacionais: orientações gerais e marcos legais**. 2 ed. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/direitoaeducacao.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.

BORGES, F. A.; CYRINO, M. C. de C. T.; NOGUEIRA, C. M. I. Aspectos para a reflexão em formações iniciais de professores(as) de Matemática pensando na inclusão. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2021. **Anais [...]**. Uberlândia: UFU, 2021, p. 2602-2616. Disponível em: <https://encurtador.com.br/vzFU5>. Acesso em: 29 mai. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009. 138p. Disponível em: http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva_CAT.pdf. Acesso em: 29 mai. 2023.

CASAROTTO, V. F.; ANDRADE, V. L.; PIN, A. K.; MERLI, R. F. **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.

CONTE, E.; BASEGIO, A. C. Tecnologias Assistivas: recursos pedagógicos à inclusão humana. **Revista Temas em Educação**, v. 24, n. 2, p. 28, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/20242>. Acesso em: 01 ago. 2023.

GLAT, R. **Educação Inclusiva: Cultura e Cotidiano Escolar**. Rio de Janeiro: 7letras, 2007.

RODRIGUES, P. R.; ALVES, L. R. G. Tecnologia assistiva-uma revisão do tema. 2013. **HOLOS**, v. 6, p. 170–180. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1595>. Acesso em: 01 ago. 2023.

RODRIGUES, T. D. Educação matemática inclusiva. **Interfaces da educação**, v. 1, n. 3, p. 84-92, 2015. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/620>. Acesso em: 01 ago. 2023.

SILVA, C. L.; GARCEZ, L. **Educação inclusiva**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

THINGIVERSE. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/>. Acesso em: 15 set. 2023.