

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PEDAGÓGICOS COM IMPRESSÃO 3D PARA O ENSINO DAS FASES DA LUA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

GT 7: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Trabalho completo

Emanuelly Cristini CAVALCANTE (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências /IFMT)
emanuely.cavalcante@estudante.ifmt.edu.br

Akirah Carvalho GENARO (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências /IFMT)
akirah.g@estudante.ifmt.edu.br

Karine Felinto de Souza VIEIRA (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências /IFMT)
karine.felinto@estudante.ifmt.edu.br

Marcio do Nascimento GOMES (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências /IFMT)
marcio.gomes@ifmt.edu.br

Adriane BARTH (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação em Ciências /IFMT)
adriane.barth@ifmt.edu.br

Resumo

A presente proposta tomou como base trabalhos da literatura que orientaram o desenvolvimento de materiais adaptados para ensinar alunos com deficiência visual. Selecionamos as fases da lua como conteúdo e, para materialização, utilizamos a tecnologia de impressão em 3D. Foram desenvolvidas placas com a representação em relevo, escrita em Braille, letras grandes e contrastes de cores. Ao longo do processo, os modelos foram avaliados e, por fim, validados por pessoas com deficiência visual. Os resultados indicam que as placas desenvolvidas são promissoras para a compreensão dos conceitos que envolvem as fases da lua por alunos do ensino fundamental.

Palavras-chave: Ensino Inclusivo. Tecnologia de impressão em 3D. Deficiência visual.

1 Introdução

Fenômenos celestes sempre intrigaram a humanidade desde as primeiras civilizações. As fases da Lua e os eclipses são exemplos desses acontecimentos que geram curiosidade e inquietação nas pessoas, que observam não só a beleza, mas também a regularidade com que ocorrem.

No campo educacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) insere as fases da Lua na unidade temática denominada Terra e Universo. Segundo a BNCC, o tema pode ser trabalhado no 5º e 8º ano do ensino fundamental para desenvolver habilidades como: analisar e concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das suas formas aparentes no céu ao longo de, pelo menos, dois meses, e justificar a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses através da construção de modelos e da observação direta, considerando as posições relativas entre Sol, Terra e Lua.

Nesse contexto educacional, alunos videntes estão em melhores condições de desenvolver seus conhecimentos sobre o conteúdo, pois são capazes de observar e perceber as diferentes fases ao olharem para o céu noturno. Já alunos com baixa visão ou cegos estão limitados a aprender tendo em vista o recurso da percepção visual limitado, ficando sujeitos apenas à fala dos professores e colegas de turma como estratégias de ensino. Além disso, Costa e Dantas (2017) e Silva e Cavalho (2022) retrataram algumas dificuldades na produção de livros didáticos em Braille, como as normas de grafia, prazos e materiais que serão produzidos, desconhecimento e desinteresse pelos materiais em Braille por parte dos destinatários, além da falta de conhecimento técnico da área e das dinâmicas sociais e institucionais. Esses são alguns dos desafios que precisam ser superados para atender esse público.

Diante desses fatos, este trabalho foi elaborado com o intuito de desenvolver um material pedagógico impresso por tecnologia 3D que, por meio da comunicação tátil, possa ser utilizado por alunos cegos, com baixa visão e com visão regular, individualmente ou compartilhado durante as aulas de ciências.

O marco teórico que fundamenta este estudo baseia-se nos princípios que Vygotsky denominados "caminhos indiretos de desenvolvimento". O conceito empregado nessa perspectiva é que um indivíduo pode encontrar formas diferentes para superar suas dificuldades. Neste caso, o material pedagógico aqui desenvolvido é uma ferramenta que pode ser o caminho indireto para a compreensão do conteúdo que aborda as fases da Lua.

Já o percurso metodológico adotado para o trabalho foi a pesquisa-ação, pois está correlacionada com a busca de uma solução prática para problemas reais, no caso, a dificuldade de ensinar alunos cegos, videntes e com baixa visão em um mesmo ambiente. A impressão de placas em 3D como caminho alternativo se alinha com a metodologia escolhida, pois pode gerar o desenvolvimento dos alunos independentemente de suas dificuldades.

Os resultados aqui apresentados mostraram que as placas desenvolvidas possuem elementos gráficos de escrita, textura e contraste de cores, validados por pessoas que possuem deficiência visual.

2 Fundamentação Teórica

O Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) veio garantir direitos e inclusão social às pessoas com deficiência no Brasil. A principal característica dessa Lei é reconhecer que pessoas com deficiência devem ter os mesmos direitos, como acesso a oportunidades de trabalho, educação, transporte, cultura e lazer, justiça, dentre outros. Nessa

perspectiva, Vygotsky (2011) enfatiza que um indivíduo se desenvolve por um processo sociocultural, influenciado não só por fatores biológicos, mas também pelo contexto social e cultural no qual está inserido. Assim, é possível proporcionar ambientes ricos em estímulos, valorizando e desenvolvendo integralmente as capacidades individuais de cada um.

Olhando para públicos com deficiência visual, a limitação impede que alunos possam observar diretamente fenômenos celestes como as fases da Lua. Nesse caso, Vygotsky (2011) propõe a tese de que os “caminhos indiretos de desenvolvimento” podem ser uma alternativa ao caminho direto. Esses meios alternativos podem ser encontrados em estudos disponíveis na literatura.

Rodrigues e Camargo (2017) construíram maquetes que permitem uma representação tátil de fenômenos celestes. Os resultados obtidos a partir dos depoimentos dos professores e alunos envolvidos na prática indicaram melhora na motivação e interesse pelos temas. O estudo ainda evidencia que a inclusão de atividades táteis é uma ferramenta eficaz para o ensino de astronomia, porém é importante que professores possuam formação mais adequada para implementar novas metodologias que favoreçam o ensino de alunos com deficiência visual.

Oliveira (2020) realizou um estudo focado na implementação de material didático impresso em 3D. Em seus resultados, a autora retratou que o uso do material em 3D gerou engajamento nas atividades, a colaboração entre estudantes com e sem deficiência visual, e despertou a curiosidade e o entusiasmo dos discentes com deficiência, características que, segundo Prais e Rosa (2018), se alinham com os princípios norteadores do Desenho Universal para a Aprendizagem. Oliveira (2020) ainda destacou a importância de desenvolver materiais pedagógicos inclusivos, o que já pode ser constatado com o aumento significativo de publicações de trabalhos voltados à inclusão (Oliveira; Duarte; Paulino, 2022).

Sena et al. (2022) elaboraram um calendário tátil para o ensino da fauna aquática amazônica. As imagens e demais informações foram impressas com auxílio de impressora Braille. Como resultados, os autores relataram que os alunos participantes do estudo tiveram algumas dificuldades para identificar alguns desenhos, o que gerou adaptações para melhorar a clareza dos desenhos, conforme indicado pelos participantes. Mesmo assim, o estudo concluiu que a proposta proporcionou autonomia e inclusão, além de reforçar a necessidade de novas práticas para atender às necessidades dos deficientes visuais.

E por fim, Silva et al. (2023) utilizaram fontes ampliadas, contrastes de cores, figuras em relevo e o sistema Braille para o ensino de astronomia a alunos com deficiência visual. Segundo os autores, os alunos reconheceram que o material auxiliou na compreensão dos conceitos que envolviam as fases da lua e os eclipses. Também foi relatado no estudo que o uso

das cores e texturas facilitou a interação com o material.

Diante de toda a argumentação relatada até aqui, são perceptíveis alguns pontos que valem ser destacados. É consenso na literatura a necessidade de desenvolvimento de materiais adaptados, o sistema Braille possui limitações na representação de elementos gráficos e desenhos, a mediação e formação do professor é fundamental para a inserção de novas metodologias e a tecnologia de impressão 3D é promissora no desenvolvimento de materiais pedagógicos adaptados.

3 Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido pela equipe do Núcleo Ciência Criativa do IFMT, campus Rondonópolis, composta por professores das áreas de ciências, alunos do Ensino Médio Técnico e alunos do Curso de Graduação em Ciências da Natureza. Por atuar com formação de professores para os anos finais do ensino fundamental, os projetos desenvolvidos no Núcleo versam sobre a produção de material pedagógico para temas das áreas das ciências.

Diante de relatos de professores sobre dificuldades de muitos alunos em compreender alguns conteúdos da física, especialmente alunos com deficiência visual, a equipe selecionou o tema "Fases da Lua" para desenvolver modelos pedagógicos utilizando impressoras 3D. Esses modelos visam atender alunos videntes, cegos ou com baixa visão ao longo da mesma aula.

A deficiência visual compreende o espectro que vai desde a cegueira até a baixa visão. Esta última representa uma diminuição significativa da acuidade visual, campo visual e da sensibilidade aos contrastes, além de limitações em outras capacidades. A visão monocular também é caracterizada como deficiência visual (Gil, 2000).

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa-ação, sustentada na identificação de um problema e, posteriormente, na proposição de uma solução, que é colocada em prática com o público no qual o problema foi identificado (Sampieri; Collado; Baptista-Lucio, 2006). Segundo Tripp (2005), a pesquisa-ação educacional é uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores, permitindo que utilizem suas pesquisas para aprimorar a prática pedagógica, refletindo na aprendizagem dos alunos.

O desenvolvimento do trabalho envolveu várias etapas:

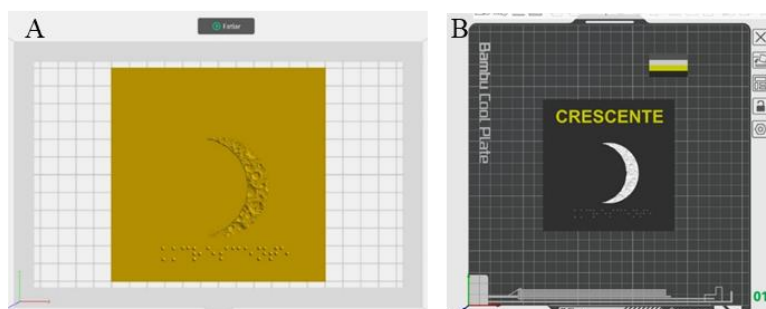
- 1 Estudos voltados para a compreensão do conteúdo escolhido e para entendimento do processo de aprendizagem de pessoas com deficiência visual.
- 2 Visitas a duas instituições do município de Rondonópolis (Associação Rondonopolitana de Deficientes Visuais e Centro de Reabilitação Louis Braille)

que trabalham com pessoas deficientes visuais, buscando apoio na confecção dos modelos no que tange às especificidades dos alunos cegos e com baixa visão.

- 3 Adequação e confecção dos modelos.
- 4 Validação dos modelos por pessoas deficientes visuais.

Os modelos foram inspirados no modelo disponível na plataforma Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:2704936>). As adaptações foram realizadas utilizando os softwares Flash Print 5.8.3 e Bambu Studio 1.8.4.51 (figura 1). As placas com os modelos foram confeccionadas em impressora 3D Bambu X1 carbon utilizando filamento PLA, um polímero termoplástico fabricado a partir de ingredientes biodegradáveis, como o amido.

Figura 1. Processo de modificação dos modelos nos softwares A) Flash Print e B) Bambu Studio V 1.8.4.51



Fonte: Autoria própria (2024).

4 Resultados e discussões

A partir do modelo original foram desenvolvidas diversas modificações na busca de otimizar os modelos (figura 2). Adaptações foram relacionadas ao tamanho da placa, tamanho da imagem na placa, cores, tamanho das letras e escrita em braile.

Figura 2 – processo de produção e adaptação dos modelos



Fonte: Autoria própria (2024).

Essas alterações tinham como princípio atender as necessidades e limitações dos usuários do material. O processo está em consonância com o estudo de Sena *et al.* (2022) onde

o material desenvolvido teve a participação dos alunos nas adaptações dos desenhos. Além disso, o processo de escolha das cores e tamanho das fontes vão ao encontro dos resultados de Silva *et al.* (2023).

A cada modificação os modelos foram apresentados às pessoas com deficiência visual que frequentam as duas instituições acima citadas para as devidas avaliações (figura 3).

Figura 3 – processo de avaliação dos modelos pelas pessoas com deficiência visual. A) pessoas com baixa visão e B) pessoa cega

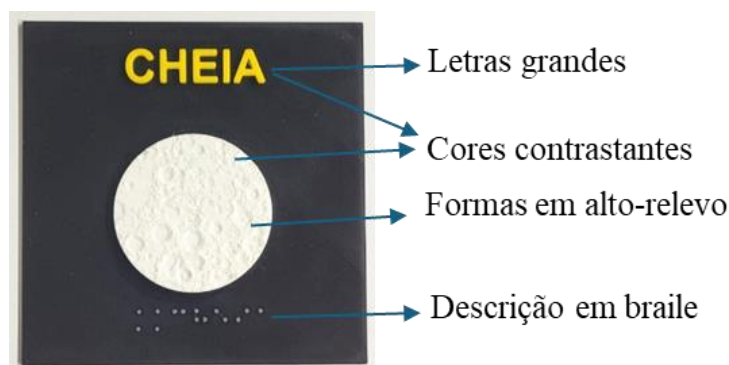


Fonte: Autoria própria (2024).

A partir das observações feitas, os modelos foram adequados até chegarmos ao modelo final. Neste caso, os colaboradores se mostraram interessados e animados com o manuseio das placas (figura 3). Isso leva a supor que os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem indicados no trabalho de Prais e Rosa (2018) parecem estar sendo atendidos.

Em resumo, nosso modelo reúne características levantadas em outros trabalhos já relatados na literatura além de serem projetados e impressos por tecnologia 3D tal como o estudo de Oliveira (2000). As características fundamentais das placas são: figuras em relevo (alunos cegos) e contraste de cores e letras grandes para os alunos com baixa visão. Foram inseridas também a escrita em Braille é um importante incremento para a aprendizagem de alunos cegos que estejam alfabetizados nesta linguagem. Todas essas informações podem ser observadas na figura 4.

Figura 4 – descrição das adaptações que fazem o modelo ser inclusivo para deficientes visuais



Fonte: Autoria própria (2024).

O modelo final envolveu a confecção de oito placas exemplificando as fases da lua, como segue: lua nova, lua crescente, quarto crescente, crescente gibosa, lua cheia, minguante gibosa, quarto minguante e minguante (figuras 4). As placas são rígidas e medem 12 cm².

Figura 4 – versão final das placas dos modelos das diferentes fases da lua



Fonte: Autoria própria (2024).

5 Conclusões

As placas desenvolvidas e impressas por tecnologia 3D se mostraram eficazes para o ensino das fases da lua a alunos com deficiência visual tendo em vista que, os alunos que tiveram contato com elas demonstraram conseguir compreender o conteúdo e formar uma imagem materializada da estrutura. A colaboração dos alunos da Associação Rondonopolitana de Deficientes Visuais e do Centro de Reabilitação Louis Braille foi fundamental durante o processo de desenvolvimento, permitindo que a equipe pudesse realizar as correções

necessárias para as placas expressarem a comunicação tátil de maneira mais eficiente.

A metodologia adotada neste trabalho também se mostrou apropriada para resolução de um problema educacional real. A interação entre nossa equipe e os colaboradores na validação das placas garantiram a relevância e aplicabilidade do modelo que foi desenvolvido. Assim, alunos videntes e professores podem contribuir de forma significativa para que alunos com deficiência visual possam superar suas dificuldades e compreender os conceitos que envolvem as fases da lua.

O estudo que propomos aqui reforça que o desenvolvimento de materiais pedagógicos podem ser eficientes ferramentas no ensino de ciências para pessoas com deficiência visual, promove a inclusão e incorpora aplicação de novas tecnologias para esse fim.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFMT, FAPEMAT, CNPq, Associação Rondonopolitana de Deficientes Visuais e ao Centro de Reabilitação Louis Braille

Referências

COSTA, Dennis Souza da; DANTAS, Rosycléa. A produção de livros didáticos em Braille. **Veredas - Revista de Estudos Linguísticos**, [S.L.], v. 21, n. , p. 528-544, 13 set. 2017. Universidade Federal de Juiz de Fora. <http://dx.doi.org/10.34019/1982-2243.2017.v21.28021>. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/veredas/article/view/28021>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GIL, Marta. **Deficiência visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em 13 setembro 2024.

OLIVEIRA, Cíntia Rochele Alves de. **O ensino de ciências na perspectiva da educação inclusiva**: uma análise a partir da produção e implementação de um material didático em 3d. 2020. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2020. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/5621>. Acesso em: 19 ago. 2024.

OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes; DUARTE, Sheiliany da Silva; PAULINO, Otávio. Propostas de atividades no ensino de física para alunos com deficiência visual nos SNEF e ENPEC da d. **Actio: Docência em Ciências**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 1-22, 10 nov. 2022. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v7n3.15079>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/15079>. Acesso em: 05 out. 2023.

PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; ROSA, Vanderley Flor da. Revisão Sistemática sobre Desenho Universal para a Aprendizagem entre 2010 e 2015 no Brasil. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 414-423, 22 jan. 2018. Editora e Distribuidora Educacional. <http://dx.doi.org/10.17921/2447-8733.2017v18n4p414-423>. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/4086>.

Acesso em: 06 out. 2023.

RODRIGUES, Fábio Matos; CAMARGO, Éder Pires de. Construção de maquetes no contexto da deficiência visual: possibilidade para o ensino de temas de astronomia no ensino fundamental ii. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2017, São Carlos. **Atas do Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Carlos: Sbf, 2017. p. 1-8. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/atas/listaresumos.htm>. Acesso em: 10 maio 2023.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández.; BAPTISTA-LÚCIO, maria del Pilar. **Metodología de la Investigación**, 4. ed. México: McGRAW - Hill Interamericana de México, 2006.

SENA, Nágylla de Fatima da Silva; FERREIRA, João Elias Vidueira; LUCAS, Maria Luciene de Oliveira; SILVA, Natanael Charles da; PEREIRA, Aldenice de Nazaré Silva. Produção e uso de ferramentas didáticas acessíveis para estudantes com deficiência visual: uma experiência no ensino da fauna aquática amazônica, utilizando um calendário tátil. **Benjamin Constant**, [S. L.], v. 28, n. 64, p. 1-22, 12 jul. 2022. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/859>. Acesso em: 12 maio 2024.

SILVA, Aires da Conceição; MARQUES, Priscila Alves; BHERING, Erica Costa; FARIAS, Jackson Almeida de; ALVES, Júlia Camões; LORENZ-MARTINS, Silvia. Da terra à lua em relevo: produção de um recurso didático adaptado para alunos com deficiência visual. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S.L.], v. 15, n. 11, p. 14237-14252, 23 nov. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.55905/cuadv15n11-069>. Disponível em: <https://cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/2272/1798>. Acesso em: 04 fev. 2024.

SILVA, Mayra Darly da; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de. Livros Didáticos em Braille: uma análise das adaptações de gráficos estatísticos para estudantes cegos. **Revista Baiana de Educação Matemática**, [S.L.], v. 3, n. 01, p. 1-15, 29 nov. 2022. Revista Baiana de Educacao Matematica. <http://dx.doi.org/10.47207/rbem.v3i01.15593>. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/baeducmatematica/article/view/15593>. Acesso em: 15 abr. 2024.

TRIPP David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. **Educação e Pesquisa**, [S.L.], v. 37, n. 4, p. 863-869, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022011000400012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/x987G8H9nDCcvTYQWfsn4kN/>. Acesso em: 01 jul. 2023.