

IMPRESSÃO 3D E O USO DE RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Plínio César Marins¹
Cleyton Fernandes Ferrarini²
Patrícia Saltorato³
Andréa Regina Martins Fontes⁴
Camila Barros de Miranda Moram⁵

INTRODUÇÃO

O ensino das Ciências da Natureza, como componente obrigatório, tem o compromisso de desenvolver o letramento científico dos estudantes para o aprimoramento e pleno exercício da cidadania, além de estruturar conhecimentos aplicados a diferentes contextos sociais e de trabalho.

No contexto da educação inclusiva, a escola deve oferecer recursos, serviços e estratégias de acessibilidade para promover a inclusão escolar e possibilitar que os estudantes do Público Alvo da Educação Especial tenham acesso, permanência e participação nas classes regulares, nas mesmas condições que os demais alunos.

Porém, os alunos com deficiência ao frequentarem a ensino regular, além de enfrentar o desafio de superar limitações, confrontam-se também com barreiras impostas pelo despreparo de professores, falta de material adaptados e de recursos didáticos que favoreçam o seu processo de aprendizagem.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é apresentar dois estudos: o primeiro, uma revisão sistemática que busca identificar publicações referentes à recursos didáticos para o ensino de Ciências da Natureza; e o segundo, apresenta o desenvolvimento de um recurso didático, por impressão 3D, destinado ao ensino de Ciências à estudantes com deficiência visual.

REFERENCIAL TEÓRICO

¹ Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos- SP (PPGED-So), plinio@ufscar.br;

² Professor do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos- SP (DEP-So), cleyton@ufscar.br;

³ Professora do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos- SP (DEP-So), saltorato@ufscar.br;

⁴ Professora do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos- SP (DEP-So), afontes@ufscar.br;

⁵ Professora do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos- SP (DEP-So), camilamoram@ufscar.br;

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de caráter normativo, define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (Brasil, 2018).

Nos estudos das Ciências da Natureza, a articulação de diversos campos do saber, como climatologia, microbiologia, ecologia, zoologia, física geral, etc., conforme Brasil (2018), busca desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender e interpretar os mundos natural, social e tecnológico, fortalecendo a autonomia dos alunos e contribuindo para uma formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

No contexto da educação inclusiva, é relevante observar os dados do Censo Escolar de 2023, que apontam que o número de matrículas na Educação Especial chega a 1,8 milhão. Desse montante, aproximadamente 950 mil possuem deficiência intelectual, 640 mil autismo, 164 mil deficiência física, 95 mil deficiência visual, 88 mil deficiência múltipla, e aproximadamente 100 mil têm altas habilidades e deficiência auditiva (Brasil, 2023).

Conforme Bastos (2012), o ensino de ciências para alunos com deficiência é um desafio, pois a área carrega a complexidade de fenômenos que, para serem percebidos e compreendidos, tradicionalmente envolvem experiências sensoriais nem sempre disponíveis aos alunos com deficiência.

Nesse contexto, a carência de material didático em braille para os alunos com deficiência visual se constitui num problema sério para a inclusão deles (Santos, 2007). De modo que indisponibilidade de recursos adaptados compromete o processo de ensino e aprendizagem e sua participar na vida escolar, podendo dificultar a permanência, levar à desmotivação e evasão escolar.

Na visão de Reily (2004), a quantidade de imagens encontradas nos materiais didáticos é um empecilho que precisa ser enfrentado pelo professor para tornar o material acessível ao aluno cego, e o educador não pode se ater apenas ao texto.

Nesse sentido, conforme Galvão Filho (2009), os recursos de acessibilidade, da Tecnologia Assistiva, que englobam produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, objetivam promover ou ampliar a funcionalidade da Pessoa com Deficiência.

Segundo Borrás *et al.*, (2023), recursos didáticos fabricados por impressão 3D, quando aplicados na sala de aula regular, favorecem a compreensão do conteúdo no ensino de ciências antes utilizados por meio de imagens, fotos, tabelas e vídeos, atraindo alunos videntes para trabalharem em conjunto com alunos com deficiência visual, resultando na

inclusão escolar e social. Desse modo, o uso da tecnologia de impressão 3D vem corroborar na fabricação de recursos assistivos, incluindo materiais didáticos.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A primeira parte deste estudo consiste em uma revisão sistemática, baseada em Galvão e Pereira (2014), que busca referenciais teóricos para subsidiar a investigação e desenvolvimento da pesquisa. Na revisão sistemática, a coleta dos artigos foi realizada utilizando a base de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO). Nesse sentido, a revisão iniciou-se pela elaboração de questões a serem investigadas, seguida da coleta dos artigos, delimitação dos estudos por relevância, análise das pesquisas e organização dos resultados. As questões orientadoras da pesquisa são as seguintes:

1. Quais tipos de recursos didáticos têm sido utilizados no o ensino de ciência para alunos com deficiência visual, na educação básica, no contexto Educação Especial brasileira?

Para a busca de publicações alinhadas com essas questões, foram utilizados os seguintes descritores: “recurso* didático*” OR “recurso* pedagógico*” OR “material didático” OR “material pedagógico” AND “ensino de ciência*”. A busca por esses termos realizada na base de dados - SciELO, com os *strings* em português, sem limite de data, gerando um portfólio bibliográfico inicial que resultou 11 publicações.

Na etapa subsequente, procedeu-se à aplicação de um filtro para identificar as publicações em coleções brasileiras, o que culminou na identificação de nove publicações. Na etapa seguinte, dedicou-se à leitura dos resumos, com o intuito de identificar possíveis respostas às questões investigadas neste trabalho. Realizou-se procedimentos de classificação e análise de conteúdo das publicações, seguindo as orientações de Bardin (2011).

Após a leitura das nove publicações selecionadas, elas foram organizadas para facilitar a análise, considerando: alinhamento com a pesquisa, tipo de publicação, ano de publicação, público-alvo estudado e abordagem dos estudos.

A segunda parte deste estudo trata das alternativas e da abordagem empírica para o desenvolvimento de um recurso didático destinado ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes com deficiência visual.

As etapas de desenvolvimento do recurso didático seguiram o protocolo preconizado por Rozenfeld *et al.*, (2006) e Back *et al.*, (2008), detalhado abaixo:

I. Fase exploratória: Pesquisa na base de arquivos *Thingiverse* de arquivos com extensão *Stereolithography*, do inglês (STL) que pudessem ser aplicados ao contexto do ensino de Ciências;

II. Construção e Revisão de Hipóteses: Levantar e identificar com os demais membros da pesquisa as características e temáticas relevantes a serem abordadas no recurso proposto;

III. Projeto conceitual ou preliminar: Adequar e adaptar os arquivos encontrados, de maneira que o recurso possa apresentar significância tátil, aceitação, estimulação, facilidade no manuseio, resistência, segurança e universalidade no uso;

IV. Produção do recurso didático: Para a produção do recurso didático desta pesquisa, foram utilizado filamento de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) para a impressão 3D, placa de MDF branco de 3 mm, cola à base de tolueno (cola de sapateiro), uma impressora 3D marca Raise 3D 2N e uma cortadora a laser. Uma parte do recurso é a identificação em braille, realizada no site eletrônico *touchsee.me*, com as devidas configurações para a língua portuguesa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte da pesquisa resultou na seleção de apenas uma publicação que respondia minimamente às questões formuladas para a busca inicial. A publicação selecionada foi um recorte de uma tese de doutorado, publicada em 2013, que tinha como objetivo estudar o ensino de biologia no terceiro ano do ensino médio. Ela explorava a análise do discurso multimodal para entender a transformação dos conteúdos de Biologia no ensino médio, destacando a importância da interação professor-aluno e a utilização de recursos semióticos. A investigação em questão sugeriu que a abordagem sociolinguística pode ser valiosa para examinar as práticas pedagógicas e levantar questões sobre o uso de diferentes meios semióticos na educação. O estudo utilizou gravações para transcrever o discurso do professor, que envolvia diferentes meios semióticos usados conjuntamente: gestos, palavras escritas e faladas, imagens no quadro e textos impressos, como os do livro didático.

A segunda etapa da pesquisa resultou na construção de sete recursos didáticos tridimensionais feitos por impressão 3D. Esses recursos representam crânios de animais, como o da arara-verde-vermelha, o do gato doméstico, o do pinguim-imperador e o da cobra-rei. Cada recurso didático está afixado individualmente em uma base retangular de 15 cm², com um pino central que sustenta e mantém o crânio em destaque, elevado a uma altura de 10 cm. Essa base também possui a identificação dos crânios em caixa alta e em braille. Além

desses, outros três recursos tridimensionais representam as pegadas da onça-parda, do lobo-guará e da capivara.

Esses recursos produzidos por impressão 3D podem ser utilizados em qualquer ambiente educacional, seja na sala regular ou na sala de recursos multifuncionais. Com esses materiais, podem ser explorados diversos conteúdos, como anatomia e alimentação, aspectos ecológicos, evolução e diversidade biológica, conservação e biodiversidade.

Atualmente, com a conclusão do desenvolvimento, os recursos pedagógicos estão em fase de validação, sendo testados colaborativamente por professores e alunos de instituições públicas de ensino médio e superior da região de Sorocaba, no interior de São Paulo. Nessa fase, estão sendo coletadas informações e realizadas medições de indicadores de desempenho, com a prática de observação e entrevistas.

Após esta etapa de desenvolvimento, os arquivos digitais referentes aos recursos validados serão disponibilizados na internet para que possam ser replicados e utilizados por outros educadores, de forma a contribuir para a promoção da inclusão escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as referências consultadas enfatizem a necessidade de recursos didáticos adaptados para promover a educação inclusiva, na base consultada não foram encontrados materiais pedagógicos tridimensionais para a temática da pesquisa.

Os recursos didáticos realizados com impressão 3D são duráveis, possuem significância tátil e podem ser utilizados nas salas regulares por alunos típicos ou atípicos, podendo ser encontrados arquivos prontos para impressão em sites eletrônicos. Muitas escolas e centros de pesquisa têm acesso à impressão 3D, porém, a pesquisa também não identificou publicações para o ensino de ciências, tampouco para o ensino inclusivo com impressão 3D.

Espera-se que o recurso pedagógico desenvolvido possa proporcionar igualdade nos direitos e oportunidades, contribuindo para o sucesso na construção da cidadania e minimizando as limitações dos estudantes com Deficiência Visual, permitindo que sejam inseridos em ambientes ricos para a aprendizagem e desenvolvimento pessoal e social.

Contudo, as respostas formuladas para esta pesquisa não podem ser consideradas esgotadas, nem conclusivas, devido à metodologia adotada, que limitou a inclusão de outras pesquisas relacionadas. Isso ressalta a importância da temática para estudos futuros mais aprofundados.

Palavras-chave: Educação Especial, Educação Inclusiva, Cegueira, Material Didático, Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Malone, 2008

BARDIN, L.(2011). **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70.

BASTOS, A. R. B.; H.. **Educação Inclusiva e o Ensino de Ciências: Discutindo a inclusão a partir das pesquisas da área**. In: II SINTEC, 2012, Rio Grande. ANAIS DO II SINTEC. Rio Grande: FURG, 2012. v. 02. p. 489–500.

BORRÁS, M. A. A. et al. **3D Resources for Visually Impaired Students**. Global Journal of Human-Social Science, v. 23, n. G2, p. 9-21, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília: MEC, 2018. 600 p. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>. Acesso em: 02 jun 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo escolar 2023**, Brasília: Inep, 2023. Disponível em https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2023/apresentacao_coletiva.pdf

BROWNE, I.; **Domestic Cat Skull**. Thingiverse, 2018. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:2845427>. Acesso em 02/02/2024.

GALVÃO FILHO, T. A. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). **Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G.. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília , v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014 .

Mohar, O.; **King Cobra skull**. Thingiverse, 2018. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:2838915>. Acesso em 02/02/2024.

REILY, L.. **Escola inclusiva: linguagem e mediação**. Papyrus editora, 2004.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo (SP): Editora Saraiva, 2006. 542 p.

Roosen, N.; **Penguin Skull (Aptenodytes forsteri) - Emperor Penguin, Adult**. Thingiverse, 2014. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:280321>. Acesso em 02/02/2024.

SANTOS, M. J. dos. **A escolarização do aluno com deficiência visual e sua experiência educacional**. 2007.

Wall, M.; **Macaw Skeleton Repaired**. Thingiverse, 2018. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:2750952>. Acesso em 02/02/2024.