

BIOLOGIA NA PONTA DOS DEDOS: UMA PROPOSTA DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS GRAFOTÁTEIS EM ACETATO

Natasha Conceição Gomes de Carvalho ¹
Vanessa Gomes Santos Gonçalves ²

O ensino de Biologia para estudantes com deficiência visual (DV) tem sido historicamente desvalorizado. Enquanto a Biologia se concentra principalmente na observação visual, é fundamental reconhecer e abordar as barreiras enfrentadas pelos estudantes com DV. Uma das barreiras instrumentais para o processo de ensino-aprendizagem desses discentes é a disponibilização de recursos táteis para o entendimento de imagens. O aprendizado desses conceitos exige uma enorme capacidade de abstração, o que gera dificuldades para acessar a disciplina. Para superar esses desafios, é essencial adotar abordagens inclusivas, como a utilização de materiais que permitam a exploração tátil das estruturas biológicas e gráficos, visando garantir a acessibilidade dos estudantes com DV ao ensino de Biologia. Dentre esses, os materiais grafotáteis em acetato são uma excelente alternativa, já que este é um material bastante durável, leve e fácil de ser transportado, o que favorece seu uso nas atividades escolares. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é apresentar a construção de cadernos grafotáteis de Biologia. Para a impressão em acetato, é necessário a matriz grafotátil em 2D, produzida com materiais de fácil acesso e a termoformadora de baixo custo. Após a construção das matrizes, é feita a impressão em acetato, utilizando a termoformadora, que resulta em um material em alto relevo. Associa-se ao acetato, a impressão da matriz em tinta com cores fortes e contrastantes para que o material possa ser usado, também, por pessoas com baixa visão e videntes. Como resultado foram produzidos um caderno grafotátil de cladogramas do Reino Animal e outro de células. Estes materiais se mostraram surpreendentes, dada a qualidade e durabilidade, com potencial de evitar o retrabalho na construção de novos recursos a cada ano letivo. Além disso, potencializou a aprendizagem dos conteúdos e contribuiu para a efetiva participação nas aulas de Biologia dos estudantes com DV.

Palavras-chave: Deficiência visual, Biologia, Material grafotátil, Acetato.

INTRODUÇÃO

A Base Nacional Curricular (BNCC) é o documento norteador das práticas escolares em âmbito nacional. A partir de seu texto, com metas, campos de experiência, etapas de ensino e suas áreas, é realizada a adequação curricular e a proposta pedagógica.

Nesse processo, a BNCC desempenha papel fundamental, pois explicita as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver e expressa, portanto, a igualdade educacional sobre a qual as singularidades devem ser consideradas e atendidas. Essa igualdade deve valer também para as oportunidades de ingresso e permanência em uma escola de Educação Básica, sem o que o direito de aprender não se concretiza. (BRASIL, 2017, página 15)

¹ Docente EBTT – Colégio Pedro II, Campus Duque de Caxias – RJ, natasha.carvalho.1@cp2.edu.br;

² Docente EBTT – Colégio Pedro II, Campus Duque de Caxias – RJ, vanessa.goncalves.1@cp2.edu.br.

O principal objetivo da BNCC é garantir a equidade na aprendizagem dos estudantes do país, entre eles os estudantes com deficiência. Para isso, reconhece a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) (BRASIL, 2015).

Dentre as diferentes áreas de conhecimento listadas na BNCC, temos “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” que engloba, entre outras, a disciplina de Biologia. O ensino de Biologia é uma jornada fascinante pela vida e suas múltiplas abordagens. No entanto, esse processo de ensino-aprendizagem não está isento de desafios, especialmente quando se trata de transmitir conceitos complicados e abstratos para turmas extremamente diversas. Nesse sentido, ensinar Biologia é uma tarefa complexa por si só, mas quando se trata de alunos com deficiência visual (DV), os desafios se multiplicam.

A classificação educacional da deficiência visual, segundo Crós *et al.* (2006), baseia-se em uma definição funcional que enfatiza os efeitos da limitação visual sobre a habilidade crítica da leitura. Sendo assim, considera-se pessoa cega àquela que possui perda total ou resíduo mínimo de visão, necessitando do método Braille como meio de leitura e escrita e/ou outros métodos, recursos didáticos e equipamentos especiais para o processo ensino-aprendizagem; e pessoa com baixa visão, àquela que possui resíduos visuais em grau que permitam ler textos impressos à tinta, desde que se empreguem recursos didáticos e equipamentos especiais, excluindo as deficiências facilmente corrigidas pelo uso adequado de lentes (BRASIL, 1993).

A educação inclusiva demanda não apenas adaptações curriculares, mas também a criação de ambientes de aprendizagem que permitam os alunos explorar e compreender os intrincados conceitos da disciplina. Araújo *et al.* (2021) destacam que ensinar Biologia para alunos com DV se torna bastante desafiador e difícil, uma vez que a disciplina é complexa e necessita de uma boa observação visual para que seus conteúdos sejam compreendidos. A natureza visual da disciplina muitas vezes exclui esses alunos do processo de aprendizagem devido à falta de materiais adaptados e métodos de ensino adequados. Além disso, a complexidade dos conceitos biológicos pode ser difícil de se transmitir sem o uso de imagens, gráficos e diagramas, o que pode deixar os alunos com DV em desvantagem em relação aos seus pares. Neste contexto, ensinar Biologia para estudantes com DV exige criatividade, adaptação e comprometimento dos professores.

Apesar dos desafios, existem estratégias eficazes para tornar o ensino de Biologia acessível para estudantes com DV. A utilização de materiais táteis, como modelos 2D de estruturas biológicas, gráficos e diagramas, permite que os alunos explorem os conceitos de forma tangível. Segundo Cerqueira e Ferreira (2005), é na aprendizagem de estudantes com DV

que os recursos didáticos assumem um papel de suma importância. Segundo Santos e Manga (2009), os recursos táteis facilitam a compreensão dos conteúdos de Biologia, já que diminuem o nível de abstração dos assuntos, trazendo ao alcance das mãos a teoria e o conhecimento. Silva *et al.* (2017), reafirmam a importância do desenvolvimento e utilização de recursos táteis no processo de ensino e de aprendizagem para a aquisição do conhecimento por parte dos alunos com necessidades educacionais específicas, como maquetes, modelos tridimensionais, pranchas e cadernos com imagens em relevo, além dos textos transcritos para o sistema Braille.

Dentre esses recursos táteis, os materiais grafotáteis em acetato são uma excelente alternativa, já que este é um material bastante durável, leve e fácil de ser transportado, o que favorece seu uso nas atividades escolares. Segundo Soares *et al.* (2015), os materiais em relevo, produzidos em lâmina de PVC, incluindo mapas, plantas baixas, gráficos, tabelas, ângulos, formas geométricas e diversos outros, são importantes recursos didáticos para os alunos com DV.

Materiais em película de PVC, acompanhados com versão em tinta ampliada, são produzidos em larga escala e distribuídos para todo o país pelo Instituto Benjamin Constant (IBC), no Rio de Janeiro. Segundo Rosa (2015), o primeiro registro do IBC em relação à elaboração e uso de representações em relevo, impressas em película plástica, tem fundamentação documental na década de 1970. Para isso, o IBC utiliza uma máquina termoformadora, que duplica os materiais, mas que apresenta um custo de aquisição bastante elevado. Segundo o IBC (2021), esses recursos proporcionam acesso significativo ao conteúdo curricular escolar, viabilizando de forma concreta a formação de conceitos, condição essencial para o desenvolvimento global do educando com DV.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar os cadernos grafotáteis de Cladogramas do Reino Animal e de Células, em acetato, utilizando, para isso, instrumentos e materiais de baixo custo. A construção de tais cadernos visa garantir a acessibilidade dos estudantes com DV ao ensino da Biologia, eliminando as barreiras que os impedem de ter acesso ao que é ensinado na turma regular.

METODOLOGIA

Os cadernos grafotáteis foram construídos visando permitir que os estudantes com DV, possam acompanhar as aulas de Biologia, tendo acesso às informações de forma clara. Para a impressão em acetato, é necessário a matriz grafotátil e a termoformadora de baixo custo

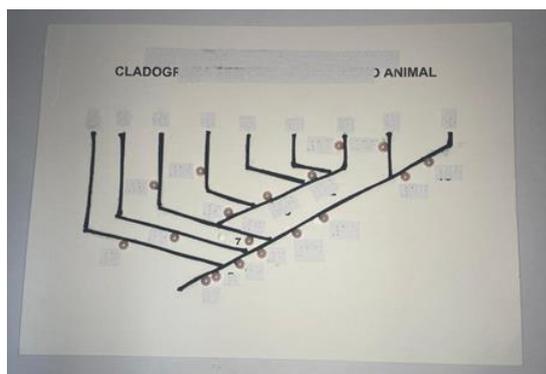
(CTA-IFRS, 2021). O acetato é um material bastante durável, leve e fácil de ser transportado, o que favorece o seu uso nas atividades escolares.

Inicialmente, os temas para a construção dos cadernos grafotáteis foram determinados pelas autoras, seguindo o conteúdo curricular da série que tinham estudantes com DV. Os temas escolhidos foram: Cladogramas do Reino Animal e Células Animal e Vegetal. A partir dos temas, as matrizes em tinta foram selecionadas, modificadas e impressas. Com a matriz impressa, deu-se início a fase de texturização, para torná-la uma matriz tátil, em relevo. Para isso foram utilizados materiais simples, de baixo custo e resistentes a elevadas temperaturas. Os materiais foram escolhidos para que sejam agradáveis ao toque e que representem diferentes texturas, para evitar que o estudante se confunda ao tatear os cadernos. Tais matrizes grafotáteis foram confeccionadas em papel 140g/m² e materiais diversos em alto relevo, como: palitos de madeira, miçangas, linhas, arame, além de legendas em braile (Figura 1).

Figura 1: a: Construção da matriz grafotátil Figura 1: b: Matriz grafotátil do Cladograma do Reino Animal



Fonte: as autoras



Fonte: as autoras

Para a impressão no acetato, foi utilizada uma termoformadora de baixo custo, que consiste em uma caixa perfurada, um aspirador de pó e um soprador térmico. A matriz grafotátil e o acetato são colocados sobre a parte furada da caixa. O acetato é aquecido pelo soprador térmico e o vácuo é criado pela ação do aspirador no interior da caixa. A termoformadora cria vácuo quando o acetato é aquecido, formando, então, o relevo no acetato, ocorrendo a reprodução da imagem da matriz colocada sobre a caixa perfurada (Figura 2).

Figura 2: a: Termoformadora de baixo custo



Fonte: as autoras

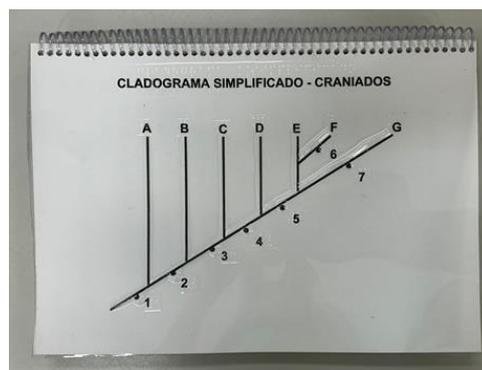
Figura 2: b: Detalhe de como usar a termoformadora



Fonte: as autoras

Associa-se ao acetato, a impressão da matriz com cores fortes e contrastantes para que o material possa ser usado, também, por pessoas com baixa visão e videntes (Figura 3).

Figura 3: Acetato e impressão em tinta ampliada

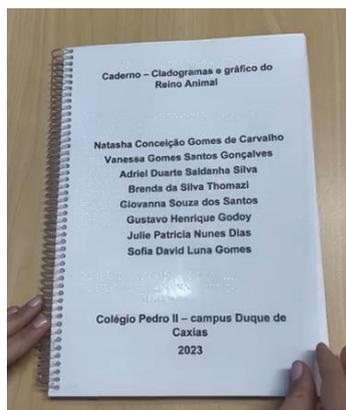


Fonte: as autoras

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das definições das autoras, foram produzidos dois cadernos grafotáteis em acetato - um Caderno de Cladogramas do reino Animal (Figura 4), contendo o cladograma de Reino Animal (Figura 5), o cladograma dos Cordados e o cladograma simplificado dos Craniados e um Caderno de Células, com as células animal (Figura 6) e vegetal (Figura 7).

Figura 4: a: Capa do Caderno de Cladogramas



Fonte: as autoras

Figura 4: b: Detalhe do interior do Caderno



Fonte: as autoras

Figura 5: a: Cladograma do Reino Animal



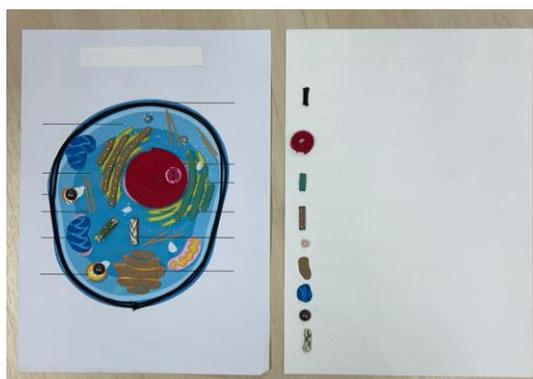
Fonte: as autoras

Figura 5: b: Legenda do Cladograma do Reino Animal

| Características | |
|-----------------|--|
| 1- | Multicelularidade |
| 2- | Desenvolvimento embrionário: mórula e blástula |
| 3- | Sistema aquífero, sem tecido verdadeiro |
| 4- | Gastrulação |
| 5- | Diblastico |
| 6- | Triblasticos e bilateria primária |
| 7- | Protostômios |
| 8- | Acelomados |
| 9- | Cavidade no corpo |
| 10- | Esquizocelomados |
| 11- | Pseudocelomados |
| 12- | Metameria |
| 13- | Exoesqueleto quitinoso |
| 14- | Deuterostômios |
| 15- | Enterocelomado |
| 16- | Simetria secundária pentarradial |
| 17- | Metameria |
| 18- | Notocorda, tubo neural |

Fonte: as autoras

Figura 6: a: Matriz da célula animal e da legenda



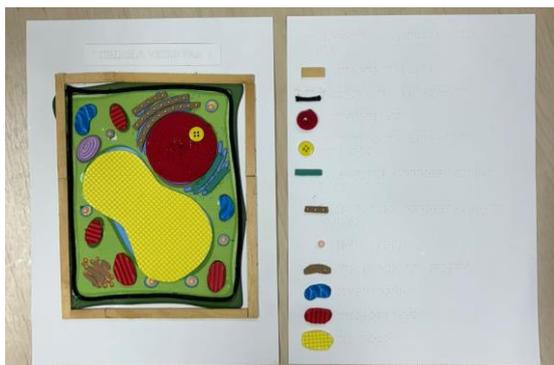
Fonte: as autoras

Figura 6: b: Célula animal em acetato e tinta ampliada



Fonte: as autoras

Figura 7: a: Matriz da célula vegetal e da legenda



Fonte: as autoras

Figura 7: b: Célula vegetal em acetato e tinta ampliada



Fonte: as autoras

O Caderno de Cladogramas e o Caderno de Células foram utilizados pelos professores da equipe durante as aulas regulares e os atendimentos especializados de Biologia com os estudantes com DV (Figura 8).

Figura 8: Estudante com DV utilizando o Caderno de Cladogramas



Fonte: as autoras

Segundo estes, a disponibilização dos materiais favoreceu o entendimento e a compreensão da matéria mais facilmente, do que apenas pela descrição falada da figura. Segundo Silva *et al.* (2017), o material tátil em thermoform, quando elaborado cuidadosamente, se torna uma ferramenta extremamente útil para os estudantes, que podem, através do material, perceber a representação do que lhes é ensinado na teoria, e auxiliar o professor, que utilizará o material, no processo de ensino.

Silva *et al.* (2017), ao produzirem um caderno de Genética em películas de PVC impressas no thermoform, obtiveram aprovação dos estudantes que utilizaram o material. Os autores destacam, ainda, que a utilização deste tipo de material apresenta-se como uma alternativa no processo de inclusão dos alunos com deficiência visual no ensino regular, encarando-se os atuais parâmetros desse processo. Segundo Ferreira (2008), materiais didáticos

em thermoform se mostram como uma opção viável para auxiliar os alunos matriculados em turmas regulares de ensino médio, ainda mais se levado em conta a sua relação custo-benefício, já que a texturização usa materiais recicláveis e a durabilidade do material é em média de seis anos.

Manoel *et al.* (2006) buscaram recursos didáticos pedagógicos integrando a modalidade de Educação à Distância (EAD) às demandas da educação especial. Dentre os recursos utilizados, foi desenvolvido um material em película de PVC, que oferece como vantagem a durabilidade, sem perder conteúdo da figura, mesmo com o seu transporte via correio, sendo, ainda, leve e de fácil manuseio.

Para Veras (2021), a adaptação de materiais passa a ser peça chave para o trabalho com o estudante com DV e a adaptação de imagens em tinta para imagens táteis assume um papel de material acessível e complementar ao processo de ensino-aprendizagem. O papel do professor é fundamental na promoção da inclusão e no apoio ao aprendizado dos estudantes com DV. A criação de um ambiente de aprendizado colaborativo e inclusivo, onde todos os alunos são encorajados a compartilhar suas perspectivas e experiências, é essencial para o sucesso acadêmico e o desenvolvimento pessoal desses alunos.

Para que isso aconteça, o professor deve buscar diferentes recursos com a finalidade de que o processo de ensino e aprendizagem ocorra, oportunizando os estudantes sem distinção. Por isso, as adaptações de imagens, figuras, gráficos podem e devem ser realizadas de diferentes formas a depender do objetivo e dos recursos utilizados. E nesse sentido, a construção dos Cadernos de Cladogramas e de Células em acetato mostrou-se especialmente importante, pois houve a produção de um material didático de qualidade e bastante resistente, que não apenas facilita o acesso ao conhecimento, mas também promove a independência, a participação ativa e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes com DV. A implementação de tais recursos nas atividades de Biologia é um passo fundamental para assegurar que todos os estudantes tenham as mesmas oportunidades de aprendizagem e crescimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar Biologia a estudantes com DV apresenta desafios únicos devido à natureza visual de muitos conceitos biológicos. No entanto, com as estratégias e recursos adequados, esses desafios podem ser superados, proporcionando uma educação biológica de qualidade e inclusiva. A chave é a criatividade na adaptação dos materiais para garantir que todos os estudantes tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizado. Nesse sentido, a utilização

de materiais grafotáteis em acetato (Caderno de Cladogramas e Caderno de Células), produzidos a partir de uma matriz tátil e uma termoformadora de baixo custo, é extremamente importante para estudantes com DV. Esses recursos oferecem diversas vantagens que auxiliam no processo de aprendizagem e inclusão, como acessibilidade às informações visuais de maneira tátil, autonomia e independência, tornando o estudante mais autônomo, participação em todas as atividades da disciplina, além de ser um material bastante durável, leve e de fácil carregamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Colégio Pedro II que, através da Pró-Reitora de Pós-graduação, Extensão e Cultura (PROPGPEC), financiou esse projeto. A direção do Colégio Pedro II, *campus* Duque de Caxias por todo apoio e aos alunos de Iniciação Científica Júnior, que participaram ativamente na construção dos materiais didáticos, através do projeto BIOADAPTADA.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. G.; COSTA, A. P.; SOUZA, A. K. L.; ARAÚJO, C. G.; MELO, C. A. R.; FERREIRA, R. S.; PINHEIRO, R. S. Ensino de Biologia para Alunos com Deficiências Visuais: Relato de Experiência e Contribuições na Formação Docente. 2021. Disponível em: https://www.ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/2637/1831. Acesso em: 01/06/2024.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria da Educação Especial. *Subsídios para a formulação da política nacional de educação especial*. Brasília, 1993.

_____. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 30 abril de 2024.

_____. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Recursos Didáticos na Educação Especial. 2005. Disponível em: <http://www.abc.gov.br/?itemid=102>. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

CRÓS, C.X.; MATARUNA, L.; FILHO, C. W. O.; ALMEIDA, J. J. G. Classificações da Deficiência Visual: Compreendendo Conceitos Esportivos, Educacionais, Médicos e Legais. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, 2006. Nº 93. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd93/defic.htm>. Acesso em: 30 de abril de 2024.

CENTRO TECNOLÓGICO DE ACESSIBILIDADE (CTA-IFRS). Termoformadora de Baixo Custo. 2021. Disponível em: <<https://cta.ifrs.edu.br/termoformadora-de-baixo-custo/>> Acesso em 05 de abril de 2024.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANTE (IBC). Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado - DPME. 2021. Página Inicial. Disponível em: <<http://antigo.abc.gov.br/departamentos/180-departamento-tecnico-especializado-dte#dpme>> Acesso em 05 de abril de 2024.

FERREIRA, M. E. S. Construção de um Mapa Tátil do Campus Seropédica da UFRRJ. 41f. Monografia, (Instituto de Geografia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

MANOEL, V. A.; MÜLBERT, A. L.; BITTENCOURT, D. F.; ROESLER, J.; LOCH, M.; WALTRICK, S. A. Recursos Didáticos e Tecnológicos da Educação Especial Aplicados a EAD. UnisulVirtual. Palhoça, SC. 2006. Disponível em: <https://www.abed.org.br/seminario2006/pdf/tc045.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2024.

SANTOS, C. R.; MANGA, V. P. B. B. Deficiência Visual e Ensino de Biologia: Pressupostos Inclusivos. *Revista FACEVV, Vila Velha*, n. 3, p. 13-22, Jul. 2009.

SILVA, G. O. A.; ROSA, P. I.; CRAPEZ, M. A. C. Desenvolvimento de Material Didático Especializado de Biologia para Alunos Deficientes Visuais com Foco no Ensino Médio. *REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio* - ISSN: 1982-1867 - vol. 10, n. 1, p. 6-21, 2017.

SOARES, K. D. A.; CASTROSA, P. I. A Prática Docente e os Materiais Grafo-táteis no Ensino de Ciências Naturais e da Terra para pessoas com Deficiência Visual: uma Reflexão sobre o Uso em sala de Aula. Dissertação de Mestrado em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense. Niterói. p.243. 2015.

RO, H. C.; DELOU, C. M. C. Astronomia para Deficientes Visuais: Inovando em Materiais Didáticos. Acessíveis. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 14, Nº 3, 377-391. 2015. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_7_ex941.pdf. Acesso em: 14 de abril de 2024.

VERAS, D. S. Adaptações de Imagens para Alunos com Deficiência Visual: Recursos Didáticos Táteis. *Anais IV CINTEDI*. Campina Grande, PB. 2021. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/72374>. Acesso em: 14 de abril de 2024.