

MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS: TESTES DE MATRIZES TÁTEIS DE CÉLULAS E TECIDOS ANIMAIS

Andressa Fontenele Rozental Cordeiro¹
Renata Alves Melo Martiol²
Edgar de Paula Guerreiro³
Juliano Andreoli Miyake⁴
Patrícia de Souza Brocardo⁵
Kieiv Resende Sousa de Moura⁶

RESUMO

Aos videntes, o ensino de células e tecidos biológicos é feito com o auxílio de lâminas histológicas ao microscópio de luz, fotografias e desenhos em livros e atlas. Todavia, como ministrar uma aula inclusiva para alunos com deficiência visual, cegueira? O objetivo deste trabalho é relatar os resultados dos testes de matrizes táteis de células e tecidos biológicos realizados com dois alunos e uma professora com cegueira, na Associação Catarinense para Integração do Cego (ACIC). Foram realizados quatro encontros sobre os tecidos básicos: epitelial, conjuntivo, nervoso e muscular. Em cada encontro foi feita uma exposição teórica, utilizando-se as matrizes táteis como ferramentas didáticas, seguida de uma entrevista semiestruturada sobre a diagramação, os materiais utilizados na montagem, o *Braille* e a eficácia das matrizes na compreensão do assunto abordado. No segundo encontro, foi apresentado o tecido conjuntivo com as células: fibroblasto, macrófago, mastócito, célula adiposa e hemácia, bem como os diferentes tecidos conjuntivos: frouxo, denso não modelado, denso modelado e adiposo. Cada matriz tátil foi montada em folha A3, contornada por uma margem e dividida em duas partes. Na maior parte, à esquerda, a célula ou o tecido, e na menor parte, à direita, a legenda. O tamanho, o espaçamento e a disposição das estruturas foram considerados adequados. No entanto, em relação aos materiais táteis utilizados, os testes indicaram que materiais com diferentes texturas e relevos devem ser utilizados na representação de estruturas diferentes, mesmo em matrizes de outros tipos celulares. Por outro lado, a representação das células no tecido deve ter o mesmo material e relevo da célula isolada.

Palavras-chave: Ensino inclusivo, Ferramentas didáticas, Matrizes táteis, Acessibilidade.

¹ Graduada pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, andressarozental@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, renatamartiolml@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, edgar.guerreiro@protonmail.com;

⁴ Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, juliano.miyake@ufsc.br;

⁵ Professora Doutora da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, patricia.brocardo@ufsc.br;

⁶ Professora Orientadora: Doutora da Universidade Federal de Santa Catarina - SC, kiev.moura@ufsc.br.

Este artigo faz parte dos resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: "Democratização do ensino de ciências morfológicas: desenvolvimento de ferramentas didáticas para o ensino de alunos com deficiências visuais", com suporte da PROEX/UFSC (Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina).

INTRODUÇÃO

No Brasil, as primeiras instituições dedicadas à escolarização de pessoas com deficiências foram criadas durante o Império, com o Imperial Instituto dos Meninos Cegos em 1854, atualmente Instituto Benjamin Constant, e o Instituto de Surdos-Mudos em 1857, atualmente Instituto Nacional de Educação de Surdos (FRANCO e DIAS, 2007). No presente, a inclusão de alunos com deficiências nas escolas brasileiras é amplamente assegurada pela Legislação sobre o tema - Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015) e Lei 13.409/2016 sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência no ensino médio e superior. Todavia, a efetiva implementação do acesso à educação para as pessoas com deficiências, objetivo destas Leis, constitui um desafio contínuo, visto que a democratização do acesso ao ensino é valor estratégico para qualquer nação, como disse Nelson Mandela (2003)⁷ “A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”.

Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), de acordo com a Coordenação de Acessibilidade Educacional (CAE/UFSC), constatamos o crescente acesso de alunos com deficiências. No primeiro semestre de 2023, ingressaram em cursos de graduação, 476 estudantes que se autodeclararam com uma ou mais condições de deficiência. Dentre estes, 82 alunos se autodeclararam com deficiências visuais, sendo 47 com deficiência visual baixa visão (DVB), 28 com deficiência visual visão monocular (DVVM) e sete com deficiência visual cegueira (DVC).

Vários trabalhos, sobre a presença e a permanência de alunos com deficiências visuais em instituições de ensino, apontam a falta de formação adequada dos professores e a baixa disponibilidade de material didático como dificuldades para a inclusão destes alunos (PALAN, 2020; BRAZ *et al.*, 2021; SILVA e PIMENTEL, 2021). Assim, constata-se a necessidade de mais estudos para a produção de materiais didáticos adaptados para o ensino de alunos com DVB e DVC.

A investigação de diferentes estratégias didáticas é fundamental para a verdadeira inclusão de pessoas com deficiências no ensino básico e superior “... acreditamos que, com uma pedagogia diferenciada, podemos propiciar uma educação inclusiva, pautada pelo acolhimento das diferenças, na promoção da sua autoestima, num contexto de igualdade de oportunidade” (BRAZ *et al.*, 2021, p. 13).

⁷ Trecho do discurso proferido no lançamento do Mindset Network. MANDELA, N. Lighting your way to a better future. Planetarium. University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. 16th, July 2003.

Silva e Pimentel (2021) analisaram a produção científica sobre a inclusão educacional da pessoa com deficiência visual, destacando a importância da formação docente e dos recursos materiais, como ferramentas didáticas, na promoção da permanência destes alunos nas instituições de ensino superior.

No processo de ensino aprendizagem de alunos com deficiência visual cegueira, o uso de ferramentas didáticas inclusivas é fundamental. Dentre estas, destacam-se as matrizes táteis, representações com diferentes texturas e relevos, muito utilizadas na cartografia e modelos geográficos (LOCH, 2008; FERREIRA e SILVA, 2012; FERREIRA e SILVA, 2014).

A disciplina de Histologia estuda as células e tecidos biológicos que constituem os órgãos e sistemas dos seres vivos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2018). Por sua vez, o ensino de Histologia requer o uso de ferramentas didáticas que utilizam, principalmente, o sentido da visão, como microscópios e fotografias. Para a interpretação das imagens observadas, há a necessidade de compreensão de conceitos prévios, como a tridimensionalidade das células e tecidos biológicos, exercício muitas vezes complexo até para alunos videntes (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Assim, o desenvolvimento deste projeto de pesquisa visa à investigação e produção de ferramentas didáticas inclusivas, buscando responder à questão: as matrizes táteis para os alunos com cegueira são adequadas para o ensino morfofuncional das células e tecidos animais?

O objetivo deste trabalho é relatar os resultados obtidos com os testes das matrizes táteis de células e tecidos biológicos, especificamente os tecidos conjuntivos e suas células, realizados na Associação Catarinense para Integração do Cego (ACIC) com dois alunos e uma professora com deficiência visual cegueira.

METODOLOGIA

A elaboração e construção das matrizes táteis foram descritas, anteriormente, por Cordeiro *et al.*, (2021) e Cerqueira *et al.*, (2021) e resumidos, passo a passo, abaixo:

1. Observação das estruturas ao microscópio de luz e fotografias em atlas histológicos, assim como sua representação em esquemas presentes em livros didáticos de Histologia;
2. Desenho das matrizes no computador com o software Corel Draw;
3. Avaliação e revisão dos desenhos pelos professores;
4. Impressão em papel *Canson* 180g/m², tamanho A3, dos desenhos, seguida da construção das matrizes táteis com diferentes tipos de fios, tecidos, botões, miçangas, argolas,

etc. Com exceção da matriz do tecido conjuntivo frouxo⁸, cada matriz tátil foi montada em uma única folha A3, contornada por uma margem e dividida em duas partes. Na maior parte, à esquerda, a célula ou o tecido, e na menor parte, à direita, a legenda;

5. Colagem dos textos em *Braille* nas matrizes e produção da termocópia⁹;

6. Testes das matrizes pela aluna de doutorado Sabrina M. de Assunção do LABTATE/UFSC (Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina) com cegueira;

7. Descrição da imagem de cada matriz tátil.

Os testes das matrizes táteis na ACIC foram feitos com dois alunos do sexto ano do ensino fundamental II e uma professora de *Braille* com cegueira. Inicialmente, foi realizada a ministração de uma aula de tecido conjuntivo pelos professores do projeto, com a utilização das matrizes táteis de fibroblasto, macrófago, mastócito, adipócito e hemácia, e dos tecidos conjuntivos frouxo, denso não modelado, denso modelado e adiposo. Em seguida, ocorreu a realização de uma entrevista semiestruturada com os participantes da aula para avaliar a contribuição de cada matriz tátil para o entendimento do conteúdo ministrado, assim como os aspectos estruturais - diagramação, texturas e relevos - dos materiais utilizados na construção das matrizes. As entrevistas foram gravadas, exclusivamente em áudio, para auxiliar na análise qualitativa dos resultados.

A realização dos testes das matrizes táteis foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da UFSC, CAAE: 55423821.9.0000.0121.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aula sobre as células e os tecidos conjuntivos, nove matrizes táteis foram testadas (Figuras 1, 2 e 3). Os itens abordados e as respostas obtidas nas entrevistas semiestruturadas estão detalhados na tabela 1.

As respostas às entrevistas semiestruturadas indicam que todas as matrizes auxiliaram no entendimento do assunto ministrado. Aspectos como o tamanho, o espaçamento e a disposição das estruturas nas matrizes foram considerados adequados. No entanto, em relação às matrizes do adipócito, da hemácia, do tecido adiposo e do tecido conjuntivo frouxo, os seguintes parâmetros foram mencionados com indicação de alteração por um dos avaliadores:

⁸ A matriz do tecido conjuntivo frouxo foi feita em duas folhas A3, sendo uma com as estruturas do tecido e a outra com a legenda, em razão da representação de mais elementos nesta matriz.

⁹ Produção da termocópia, ver: NUNES, P. R. O. TCC. Elaboração de matrizes táteis: Recursos pedagógicos para construção de práticas educativas na perspectiva inclusiva no ensino de Biologia Tecidual. 2018.

as gotas lipídicas dos adipócitos na matriz do tecido adiposo tinham relevo diferente da gota lipídica do adipócito isolado; o tecido têxtil utilizado na representação da visão superior da hemácia era o mesmo utilizado nas gotas lipídicas dos adipócitos; a matriz tátil do tecido conjuntivo frouxo estava em uma folha A3 e sua legenda em outra folha A3; dificuldade para ler o *Braille* na termocópia, bem como utilizar a termocópia isolada da matriz tátil.

Deste modo, constatamos que as gotas lipídicas dos adipócitos devem ter o mesmo relevo, tanto no adipócito isolado quanto nos adipócitos do tecido adiposo; o tecido têxtil utilizado para representar a membrana plasmática da hemácia não pode ser o mesmo usado nas gotas lipídicas dos adipócitos; o tecido conjuntivo frouxo e sua legenda devem estar presentes em uma única folha A3 para seguir o mesmo padrão das demais matrizes. Assim, concluímos que materiais com diferentes texturas e relevos devem ser utilizados na representação de estruturas diferentes, mesmo em matrizes de outros tipos celulares. Por outro lado, a representação das células no tecido deve ter o mesmo material e relevo da célula isolada.

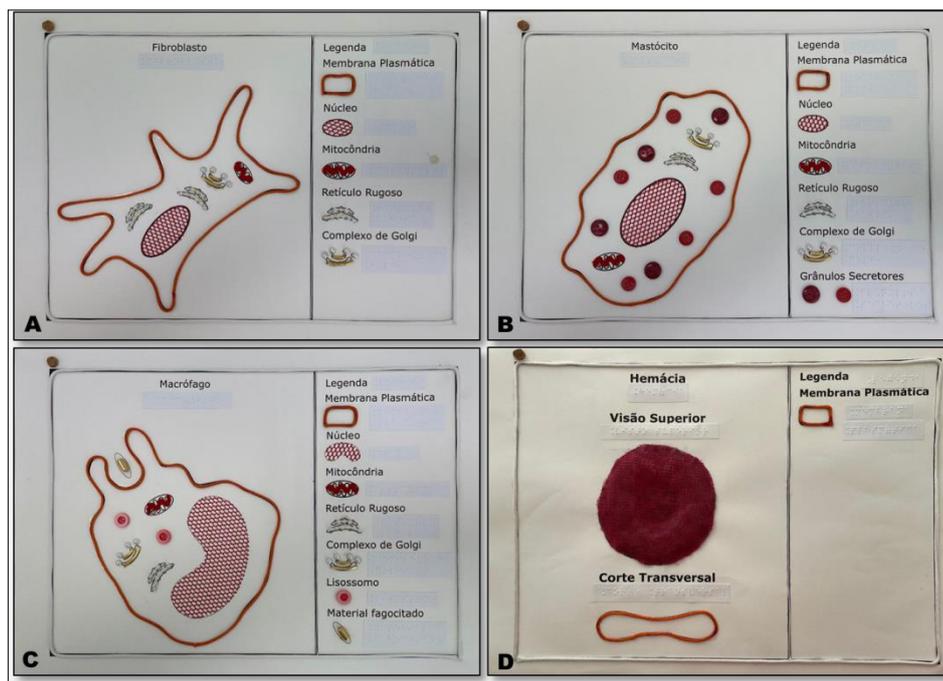
As termocópias em acetato de duas matrizes não foram consideradas completamente adequadas, porém formas de prototipagem rápida são necessárias, já que o processo de construção das matrizes é artesanal, sendo a termocópia em acetato uma alternativa, mas não a única (BRENDLER *et al.*, 2014). Ferreira e Silva (2014) relatam que as termocópias em acetato, utilizadas para a reprodução de matrizes de mapas geográficos, foram aprovadas pelo revisor, no entanto, as matrizes testadas não continham legendas em *Braille*.

Vários trabalhos constataam a importância e a eficácia do uso de ferramentas didáticas inclusivas no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiências visuais (ZUCHERATO e FREITAS, 2011; VAZ *et al.*, 2013; BRENDLER *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020).

COSTA *et al.*, (2019) utilizaram modelos concretos de células e estruturas intracelulares, feitos de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente, que favoreceram a compreensão de conceitos básicos de Biologia Celular ensinados a um aluno do ensino médio com cegueira.

No ensino de estruturas intracelulares, materiais didáticos inclusivos feitos com isopor, madeira, cola, etc., utilizados para o ensino de alunos com deficiências visuais também melhoraram o aprendizado tanto de alunos com deficiências visuais como alunos videntes (VAZ *et al.*, 2013). Da mesma forma, os resultados obtidos com a realização deste trabalho contribuem para a melhoria do ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual, cegueira, bem como de alunos videntes.

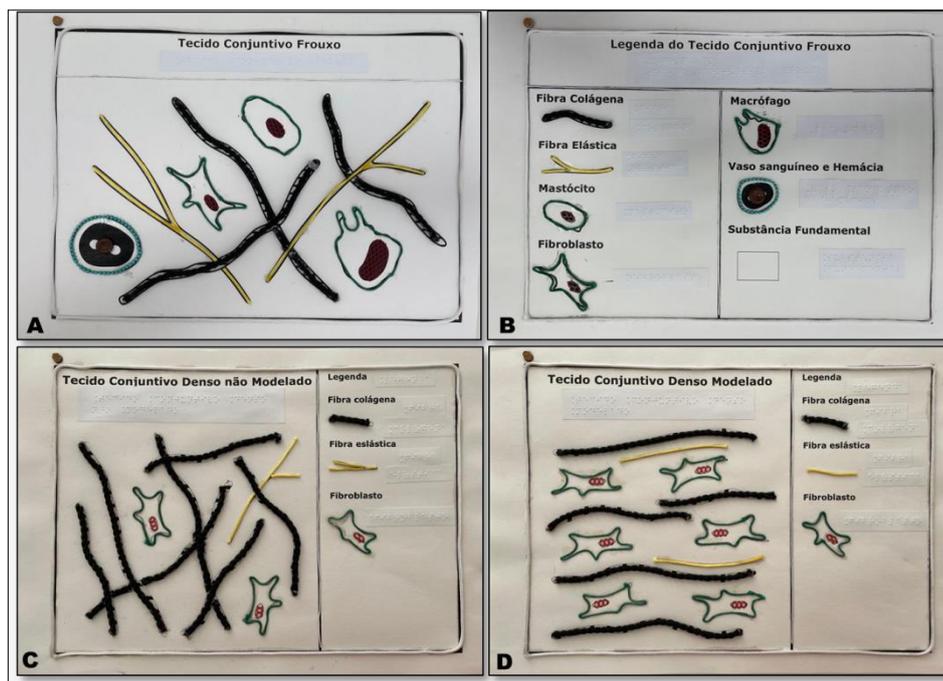
Figura 1 – Matrizes táteis de células de tecidos conjuntivos:



A- Fibroblasto; **B-** Mastócito; **C:** Macrófago. **D:** Hemácia.

Fonte: construção da autora.

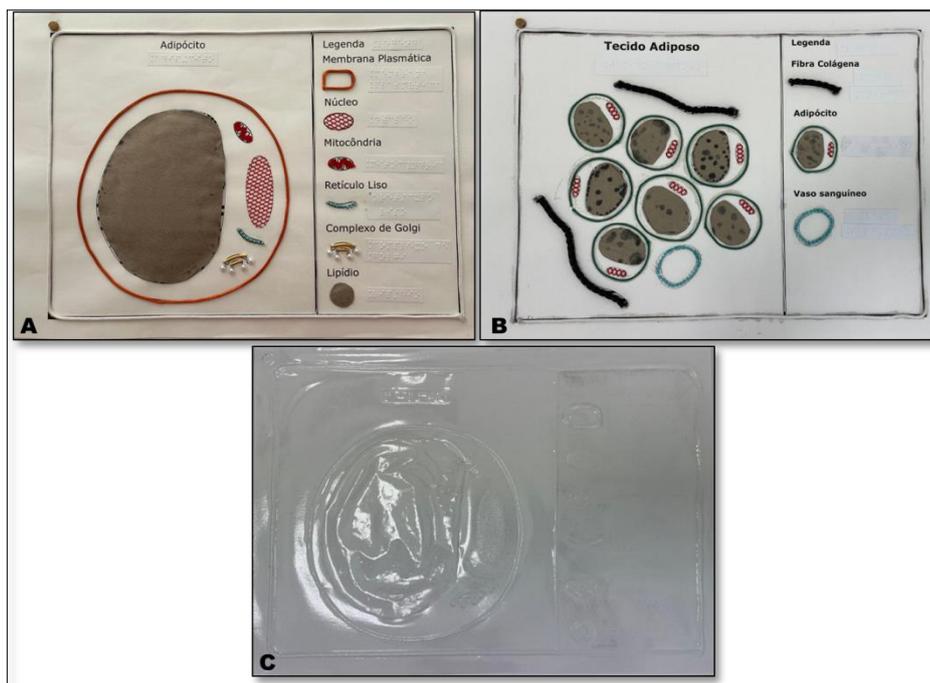
Figura 2 – Matrizes táteis de tecidos conjuntivos:



A-B: Tecedo conjuntivo frouxo. **A-** matriz tátil; **B-** legenda da matriz representada em A. **C:** Tecedo conjuntivo denso não modelado. **D:** Tecedo conjuntivo denso modelado.

Fonte: construção da autora.

Figura 3 – Matrizes táteis de células e tecidos conjuntivos:



A: Adipócito. **B:** Tecido adiposo. **C:** Termocópia da matriz A.

Fonte: construção da autora.

Tabela 1 - Respostas às entrevistas semiestruturadas sobre as matrizes:

Ad. - Adipócito; **T.ad** – Tecido adiposo; **He** – Hemácia; **T.cf** – Tecido conjuntivo frouxo.

Avaliadores com DVC/Questões	A1				A2				A3			
	Ad.	T.ad	He	T.cf	Ad.	T.ad	He	T.cf	Ad.	T.ad	He	T.cf
Avaliação geral sobre a matriz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diagramação – tamanho, espaçamento disposição das estruturas	+	+	+	⁴ +	+	+	+	+	+	+	+	+
Texturas e relevos dos materiais utilizados	¹ +	¹ +	² +	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A descrição da imagem permitiu a compreensão da matriz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Uso da termocópia	³ +	³ +	Na	Na	⁵ +	⁵ +	Na	Na	⁶ +	⁶ +	Na	Na
<i>Braille</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
O uso da matriz colaborou no entendimento do assunto	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+++ Muito bom; ++ Bom; + Regular. DVC – Deficiência Visual Cegueira.

1- Faltou padronização - na matriz do tecido adiposo, o relevo das gotas lipídicas dos adipócitos deveria ser o mesmo da gota lipídica do adipócito isolado.

2- O tecido têxtil utilizado na hemácia não pode ser o mesmo utilizado nas gotas lipídicas dos adipócitos na matriz do tecido adiposo ou no adipócito isolado.

3- A falta de padronização no relevo das gotas lipídicas também influenciou na termocópia.

4- Faltou padronização – pois nesta matriz o tecido ocupou uma folha A3 e a legenda ocupou outra folha A3.

5- A termocópia dificultou a leitura do *Braille*.

6- Indicou usar a termocópia junto com a matriz.

Na – Não se aplica, pois não tinha termocópia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa denominado “Democratização do ensino de ciências morfológicas: desenvolvimento de ferramentas didáticas para o ensino de alunos com deficiências visuais”, cujo principal objetivo é investigar e formular materiais didáticos de baixo custo e fácil manuseio, como as matrizes táteis, de células e tecidos biológicos para o ensino de pessoas com deficiências visuais, cegueira e baixa visão.

Além do material didático produzido, a publicação da metodologia desenvolvida possibilitará a elaboração de ferramentas didáticas acessíveis em outras áreas das Ciências Biológicas. Este material didático também facilitará o ensino-aprendizagem de alunos videntes e, assim, contribuirá para a inclusão de todos os alunos em sala de aula.

Nas próximas etapas, serão feitas as análises e publicações dos resultados obtidos com os testes das matrizes táteis para os alunos com cegueira e dos desenhos em grande aumento e com cores contrastantes para os alunos com baixa visão, nas aulas realizadas na ACIC sobre os tecidos epiteliais, musculares, nervosos e demais células sanguíneas. No final, publicaremos todo o material didático produzido, após sua correção e validação. Apesar disso, ainda há muito trabalho a ser desenvolvido para melhorar a acessibilidade dos alunos em uma sala de aula verdadeiramente inclusiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os participantes deste trabalho e àqueles que contribuem, ou já contribuíram, para a sua realização e à PROEX/UFSC (Pró-Reitoria de Extensão da UFSC) pelo suporte aos alunos bolsistas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília, 2015: Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm Acesso em: 30 mai. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.409**, de 28 de dezembro de 2016. Brasília, 2016: Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113409.htm Acesso em: 30 mai. 2024.

BRAZ, R. M. M. *et al.* Desenvolvimento de materiais didáticos para a educação inclusiva. **Conhecimento & Diversidade**, Niterói, v.13, n. 29, p. 22-36 jan./abr. 2021.

BRENDLER, C. F. *et al.* Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Revista Educação Gráfica**, Bauru, v.18, n.3, p.141-157, dez. 2014.

CERQUEIRA, L. G. R. *et al.* Ensino inclusivo de ciências morfológicas: construção de matrizes de células musculares estriadas esqueléticas para pessoas com deficiências visuais. *In: IV Congresso Internacional de Educação Inclusiva*, 2021, Campina Grande. **Anais do IV CINTEDI 2021**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. ISSN: 2359.2915

CORDEIRO, A. F. R. *et al.* Elaboração de matrizes didáticas para o ensino de pessoas com deficiências visuais: célula adiposa. *In: 9º Congresso Brasileiro de Educação Especial e 9º Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial*, 2021, São Carlos. **CBEE IX Congresso Brasileiro de Educação Especial, 2021**. p. 5031-5031. Disponível em: <https://cbee2021.faiufscar.com/anais#/trabalho/5031>.

COSTA, A. F. S.; JÚNIOR, A. J. V.; GOBARA, S. T. Ensino de biologia celular por meio de modelos concretos: um estudo de caso no contexto da deficiência visual. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Tandil, v. 14, n. 1, p. 50-62, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.54343/reiec.v14i1.240> Acesso em: 30 mai. 2024.

FERREIRA, M. E. S.; SILVA, L. F. C. F. A aplicação das tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 411–426, abr.2014.

FERREIRA, M. E.; SILVA, L. F. C. F. Construção de matrizes táteis pelo processo de prototipagem rápida. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 64(1), p. 45-55, 2012.

FRANCO, J. R.; DIAS, T. R. S. A educação de pessoas cegas no Brasil. **Avesso do Avesso – Revista de Educação e Cultura**, Araçatuba, v. 5, n. 5, p. 74-82, 2007.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J.; ABRAHAMSOHN, P. **Histologia básica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 554 p.

LOCH, R. E. N. Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais. **Portal da Cartografia**, Londrina, vol. 1(1), 2008.

OLIVEIRA, M. I. B. *et al.* Uma proposta didática para iniciar o ensino de Histologia na educação básica. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v.12, n.4, p.71-82, 2016.

PALAN, R. (2020): “I seriously wanted to opt for science, but they said no”: visual impairment and higher education in India, **Disability & Society**, v.36, n.2, p. 202–225, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09687599.2020.1739624>.

SILVA, R. I. *et al.* Desenvolvimento de sequência didática sobre o tema membrana plasmática como recurso didático-metodológico para promoção de aprendizagem de alunos cegos: Introdução. **Revista Vivências**, [S. l.], v. 16, n. 31, p. 269–287, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i31.255>.

SILVA, J. C.; PIMENTEL, A. M. Inclusão educacional da pessoa com deficiência visual no ensino superior. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, 29, e2904. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAR2193>.

VAZ, J. M. C. *et al.* Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 81–104, 2013.

ZUCHERATO, B.; FREITAS, M. I. C. A construção de gráficos táteis para alunos deficientes visuais. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v.7, n.1, p.24, 2011.