



Artigo original

PROTOCOLO DE AÇÃO DO USO DE RESINA POLIÉSTER NA INCLUSÃO DE FATIAS SEMIFINAS DE ENCÉFALO: UMA ABORDAGEM DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ANATOMIA MACROSCÓPICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Action protocol for semi-thin brain slices inclusion in polyester resin: a low cost approach in macroscopic anatomy teaching for elementary and high school education

<https://doi.org/10.18593/eba.24828>

Recebido em 20 de julho de 2020. Aceito em 6 de abril de 2021.

Luis Americo Juliatto*¹ Claudia Maria Sallai Tanhoffer†² Edison Prisco Farias‡³ Edson Antonio Tanhoffer§⁴

* Mestre em Ensino pela Universidade Federal do Paraná; Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná.

† Doutora em Fisiologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; Mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná; Professora no Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Paraná.

‡ Doutor em Técnicas Operatórias e Cirurgia Experimental pela Universidade Federal do Paraná; Mestre em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Santa Maria; Professor no Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Paraná.

§ Doutor em Fisiologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; Mestre em Educação Física pela Universidade Federal do Paraná; Professor no Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Paraná.

Resumo: No ensino de Biologia e Ciências a compreensão da morfologia macroscópica prioriza a visão bidimensional, muito mais por fatores logísticos do que pedagógicos. Tal visão, oferecida pelos livros didáticos, é o fator limitante mais importante para o domínio destas competências. Modelos tridimensionais de boa qualidade são de custo elevado. Materiais biológicos de procedência conhecida e ética também são infrequentes, sua preparação e conservação exigem mão de obra especializada, curadoria constante e ainda requerem substâncias químicas no seu preparo que são irritantes, tóxicas ou com potencial de abuso, e.g. formol, álcool, clorofórmio. A necessidade de aproximar o estudante do conteúdo ministrado em sala de aula enriquecendo a didática e melhorando o processo ensino-aprendizagem faz com que haja uma busca de novas maneiras e materiais que auxiliem o professor neste desenvolvimento. O protocolo de ação para a produção de material didático, para o ensino de Anatomia, fazendo uso de fatias semifinas de encéfalo de vertebrados, fixado e posteriormente incluídas em resina acrílica de poliéster facilita o contato real do estudante com o exposto teoricamente, desvinculando da necessidade de um laboratório de Ciências e Biologia, uma vez que a resina é um material leve, atóxico, de grande durabilidade e que pode ser levado para dentro da sala de aula. A escolha de peças da neuroanatomia (encéfalos) se mostra interessante devido a sua complexidade estrutural e de nomenclatura que, ao ser vista e manuseada, facilita ao estudante a correlação teórico-prática.

Palavras-chave: Material didático. Resina de poliéster. Encéfalo.

@ Autor Correspondente: Doutora em Fisiologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; Mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná; Professora no Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Paraná; Avenida Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Caixa Postal 19031, Centro Politécnico, 81531-980, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil; <https://orcid.org/0000-0002-4388-3347>; sallaicm@ufpr.br

Abstract: *In the teaching of biology and science the understanding of macroscopic morphology prioritizes the two-dimensional view, much more for logistic than pedagogical factors. Such a view, offered by textbooks, is the most important limiting factor for mastering these skills. Good quality three-dimensional models are costly. Biological materials of known origin and ethics are also infrequent, their preparation and preservation require skilled labor, constant curation and even require chemicals in their preparation that are irritating, toxic or with potential for abuse, e.g. formaldehyde, alcohol, chloroform. The need to bring the student closer to the content taught in the classroom enriching the didactics and improving the teaching-learning process leads to a search for new ways and materials that help the teacher in this development. The action protocol for the production of didactic material for the teaching of anatomy, using semifin slices of vertebrate brain, fixed and later included in polyester acrylic resin facilitates the real contact of the student with the theoretically exposed, disconnecting from the need for a science and biology lab, since resin is a lightweight, non-toxic, long-lasting material that can be taken into the classroom. The choice of neuroanatomy (brain) pieces is interesting because of their structural and nomenclature complexity that, when viewed and handled, facilitates the student's theoretical-practical correlation.*

Keywords: *Teaching materials. Polyester resin. Brain.*

1 INTRODUÇÃO

Anatomia é a ciência que estuda a morfologia do corpo humano, estando encarregada de nomear e descrever suas estruturas constituintes no nível macroscópico e microscópico.¹ O termo deriva do grego “ana” = de alto a baixo; “tomia” = corte, e foi inicialmente estudada por dissecação, a separação cuidadosa, por meio de corte, das estruturas a fim de estudar suas relações.²

A curiosidade, o desejo do conhecimento e a luta pela sobrevivência, levaram o homem a interessar-se pela anatomia. O estudo da anatomia e o modo de funcionamento dos organismos, não somente humano, mas dos mais diversos seres, sempre despertou interesse, o que demanda, predominantemente, da sua dissecação, ou seja, na abertura e posterior exploração de organismos mortos, com o propósito de estudar diferentes órgãos, outras peças anatômicas e suas correlações fisiológicas.

No estudo da anatomia humana, Melo et al.³ defendem que o contato direto com as estruturas anatômicas é extremamente importante, já que facilita a compreensão dos detalhes, dimensões, texturas, ou seja, a visualização direta é de

fundamental importância para que os estudantes possam obter um bom aprendizado. Os custos, a toxicidade, a técnica, o manuseio das peças após o preparo, a obrigatoriedade de manutenção, a preservação da morfologia e coloração as mais próximas possíveis do estado real, o odor são alguns dos fatores a serem avaliados. Nesse sentido, diversas técnicas anatômicas são empregadas para conservação do material e possuem a finalidade de preservar a forma, cor, aparência, dimensões e relações dos órgãos e estruturas analisadas, e muitas delas demandam de alto investimento, que as torna proibitivas na sua produção em larga escala.

No estudo das diversas áreas da Biologia, aulas práticas são ministradas habitualmente para oportunizar um melhor entendimento e apropriação do conhecimento teórico. Essa prática didática é unanimidade no ensino da anatomia humana e tem como função predominante, incitar e preservar o interesse dos estudantes.

Atualmente, nas instituições de ensino, há uma busca de métodos inovadores e a utilização de recursos didáticos apropriados para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Esses métodos alternativos auxiliam no estabelecimento

dos conhecimentos e tornam-se um recurso facilitador da compreensão e fixador de temas, já que as representações funcionam como um elo de contato com a realidade dos órgãos para cada estudante, demonstrando uma visão diferente do mundo morfológico.^{4,5}

Na busca de um material barato, fácil acesso e manipulação, encontramos a resina de poliéster para produção de material didático. Esta, além de ser relativamente fácil de manusear, possui um baixo custo, acesso simples, livre da necessidade de licenças especiais e apresenta boas propriedades químicas e mecânicas. As resinas dão origem a peças resistentes, duráveis e de alta qualidade, utilizadas tanto na indústria em larga escala quanto no artesanato. Além disso, a diversidade do material pedagógico, nesse caso o modelo didático, facilita o aprendizado, tornando as aulas práticas mais dinâmicas e produtivas, proporcionando uma maior assimilação e entendimento do conteúdo ministrado.^{6,7}

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PREPARO DA PEÇA ANATÔMICA DE ENCÉFALO DE CÃO

Encéfalos de cão excedentes da disciplina de anatomia veterinária previamente fixados por perfusão com formol a 4%, lavados em água corrente e deixados secar em temperatura ambiente sobre papel absorvente por aproximadamente por duas horas e resfriados por uma hora em geladeira doméstica (4C°) (Figura 1).



Figura 1 – Encéfalo de cão preservado em formol 4%

As peças anatômicas utilizadas neste trabalho foram obtidas de cadáveres de cães que chegaram ao Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Paraná após terem morrido naturalmente em hospitais veterinários e conforme a declaração “dcl-10/03/2016-CEUA/SCA/UFPR” do Comissão de Ética no Uso de Animais-Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná no uso de suas atribuições e em cumprimento a Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008. Esta afirma que é permitido o uso de cadáveres eticamente obtidos de animais domésticos (cadáveres de animais que morreram em hospitais veterinários ou que foram eutanasiados para cessar seu sofrimento em caso de doenças terminais) para fins didáticos e de pesquisa.

O material foi fatiado em uma máquina de cortar frios comum (Figura 2A) em fatias de 0,5mm de espessura ou ao menor limite possível. Objetivou-se incluir cortes nos planos sagital, coronal e horizontal. Para a facilitação do corte na máquina de frios, visto que a peça anatômica escolhida é friável, decidiu-se embutir a peça em alginato (Figuras 2B e C), o que se demonstrou bastante eficiente (Figuras 2D) em detrimento de alternativas testadas como parafina, paraplaste e espuma expansiva de poliuretano.

O alginato é um hidro colóide irreversível bastante usado em odontologia. Composto principalmente de terra diatomácea, alginato de potássio e sulfato de cálcio, esse material utilizado para moldagem ortodôntica possui diversas vantagens: fácil manipulação, baixo custo, é hidrofílico e de fácil limpeza e controle no tempo de trabalho mediante a variação da temperatura da água. O tempo de manipulação deve seguir as recomendações do fabricante, sendo em geral de 45 segundos. Todo o manuseio deve ser realizado de uma única vez pois o material uma vez solidificado apresenta pouca ou nenhuma aderência a aplicação de uma segunda camada do gel. Durante a utilização do alginato é indicado o uso de máscara de proteção, o produto contém sílica e a inalação do pó pode ser prejudicial à saúde.

2.2 PREPARO DA RESINA

A resina de poliéster (Resapol® T-208 - Reichhold do Brasil Ltda.) é comercializada em estado líquido e se polimeriza ao se adicionar peróxido de hidrogênio (catalisador), numa proporção ideal de 60 gotas/litro de resina, aproximadamente 1%. Adiciona-se acetona 10% comercializado juntamente com a resina sob o rótulo de “desaerante” que atua como clareador e desaerante (reduz a tensão superficial, reduzindo o número de bolhas formadas no processo de catálise).

A manipulação deste material deve ser feita em capela de exaustão, uma vez que este material volatiliza benzeno durante a catálise, mas ao término desta torna-se inerte.

A resina é ideal para incorporação, preservação e apresentação de material biológico. A RP também é aplicada em estudos científicos em anatomia por suas propriedades de penetração capilar e baixo índice de retração após a injeção e

fixação (2%), permitindo assim uma representação fidedigna das estruturas.

A mistura inicial deve ser feita gentilmente, de modo a evitar o surgimento e aprisionamento de bolhas na resina ainda líquida e atentar as laterais e fundo do copo certificando uma mistura completa e homogênea. Neste ponto o uso de recipientes plásticos deve ser evitado uma vez que reagem com o poliéster. Utilizando blocos de montar tipo Lego se constrói um recipiente/molde de tamanho adequado ao material a ser emblocado, é importante tomar o cuidado de usar um desmoldante (óleo mineral do tipo WD-40 em aerossol) de forma a impedir que a resina reaja com o plástico dos blocos de montar.

O primeiro passo (Figura 3A) é criar uma primeira camada de resina no assoalho do recipiente montado, impedindo que o material a ser emblocado fique muito próximo da superfície do bloco após montado. Aguarda-se a catálise parcial desta camada antes de centralizar o material a ser incluído. A catálise parcial aumenta a viscosidade da resina estabilizando o material, facilitando a adição da segunda camada (Figura 3B), que cobrirá todo o material preparado (Figura 3C). A temperatura ambiente influencia o tempo de catálise, mais rápida em maior temperatura. A polimerização completa ocorre em aproximadamente uma semana.

Baixas temperaturas e pressão levemente negativa aumentam o tempo de catálise, porém melhora a qualidade final do bloco. A catálise, como já citado, é exotérmica e pode chegar a 50° C, fato que tende a escurecer a peça anatômica incluída e a baixa pressão reduz a formação de microbolhas no bloco, melhorando a transparência do resultado final. Para criar estas condições durante a catálise, a maneira ideal seria a utilização uma caixa cúbica

com 40cm de lado feita de acrílico transparente de 0,5 cm de espessura com tampa hermética acoplada a uma bomba de vácuo de uso clínico por um tubo de PVC de 1/8 de polegada acomodado em uma geladeira convencional. Mas bons resultados podem ser obtidos com a catálise ocorrendo a temperatura ambiente e em capela de exaustão.

Após a polimerização completa (mínimo 48 horas) é possível realizar a usinagem ou polimento da peça montada para possibilitar a observação efetiva do material emblocado, para

isso se faz necessário lixar a superfície da resina com lixas d'água (4A), facilmente encontradas em lojas de pintura, iniciando com granulação 100, e progressivamente chegando à granulação 2.000 (100, 200, 400, 600, 1000, 1600 e 2000 sucessivamente). O uso de lixa d'água impede o sobreaquecimento da resina, o que resultaria em seu escurecimento (Figura 4B).

Como resultado final a superfície do bloco acrílico estará totalmente lisa, transparente, evidenciando o material a ser observado.

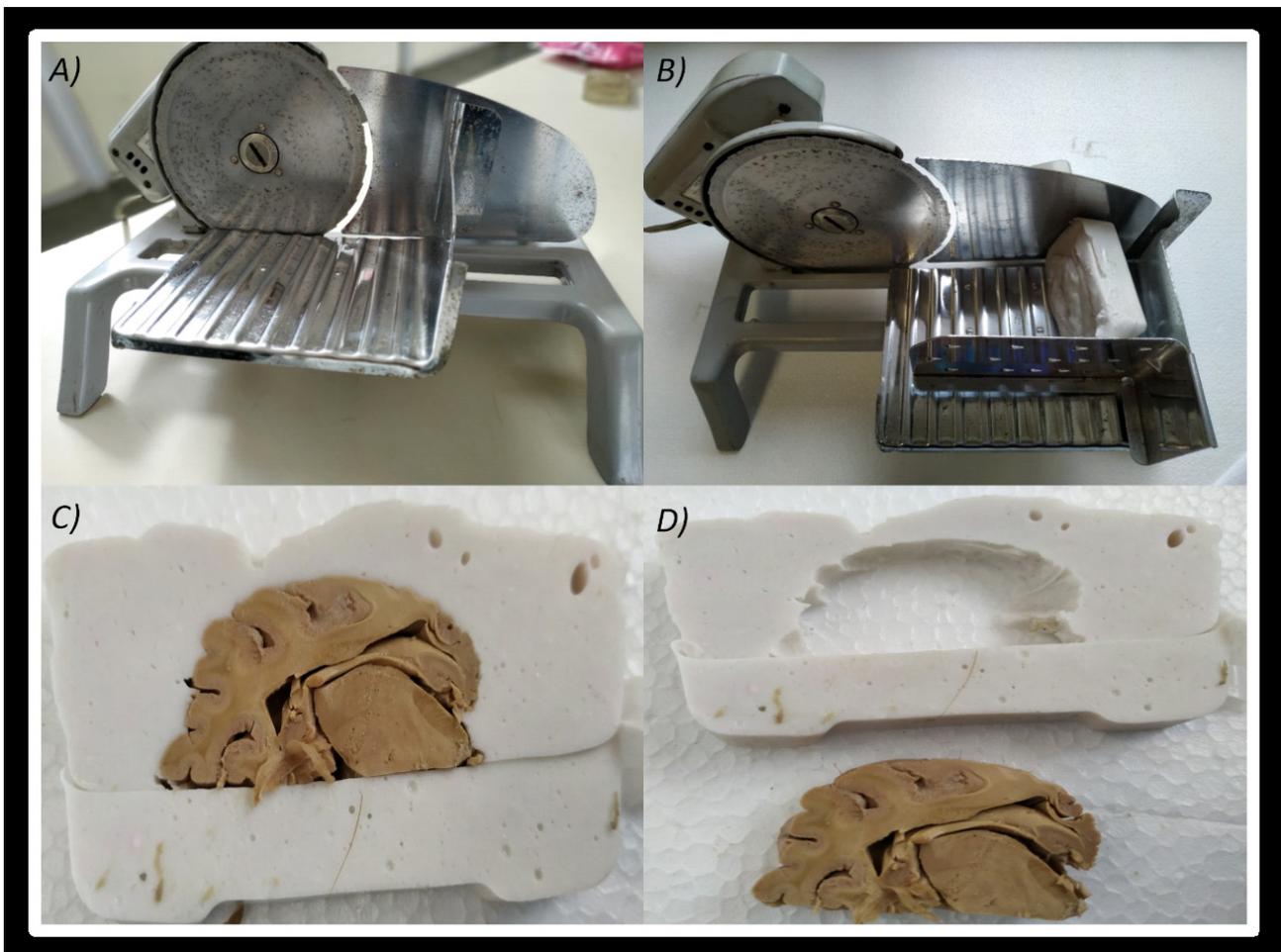


Figura 2 – Máquina de cortar frios manual (A), corte do material preparado (B), aspecto do material após corte coronal, na máquina de fatiar frios (C) e material pós corte e retirada o bloco de alginato utilizado para estabilização (D)

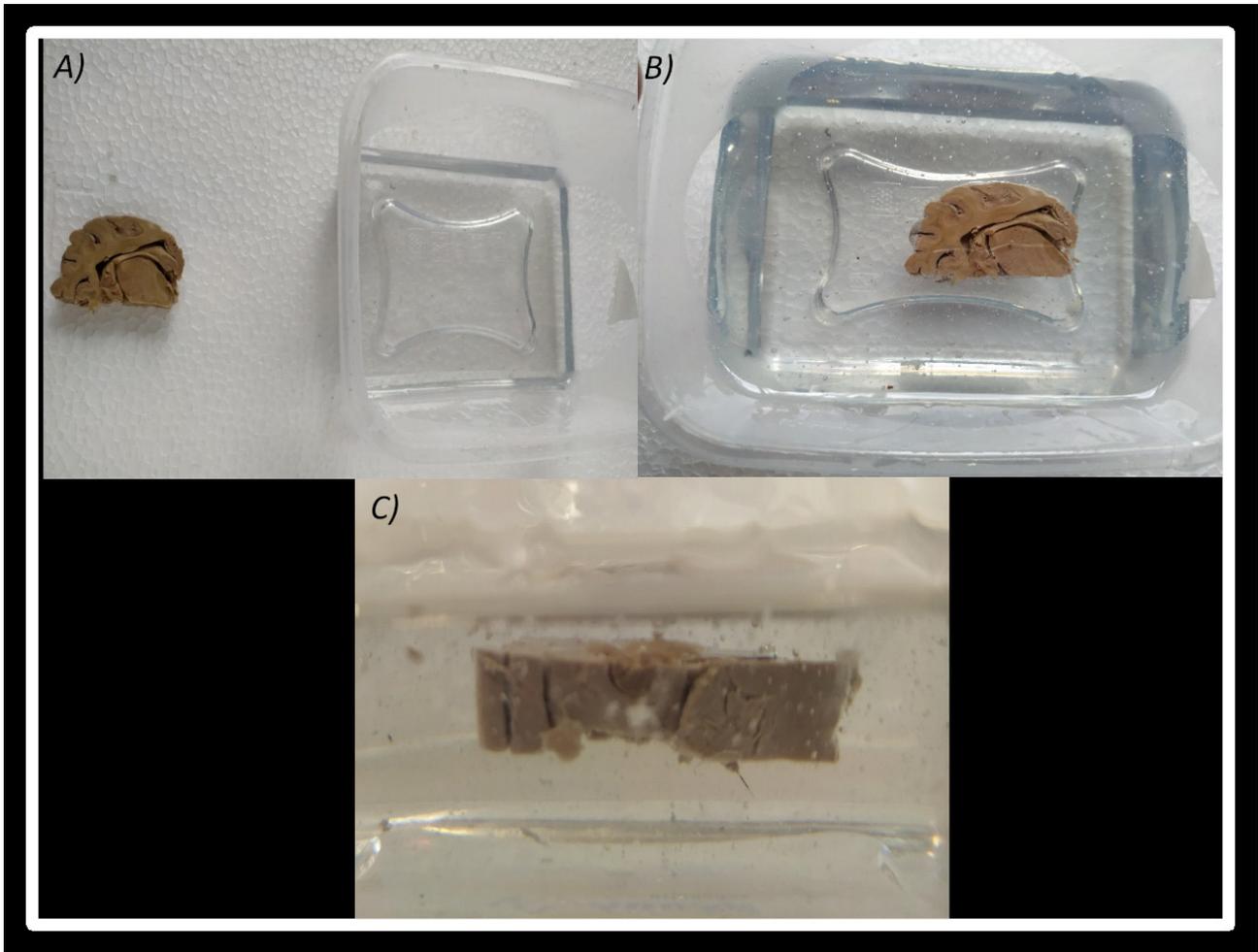


Figura 3 – Primeira etapa da adição do material em resina, primeira camada de resina (A), adição do material na primeira camada de resina (B) e material emblocado em resina, vista lateral (C)

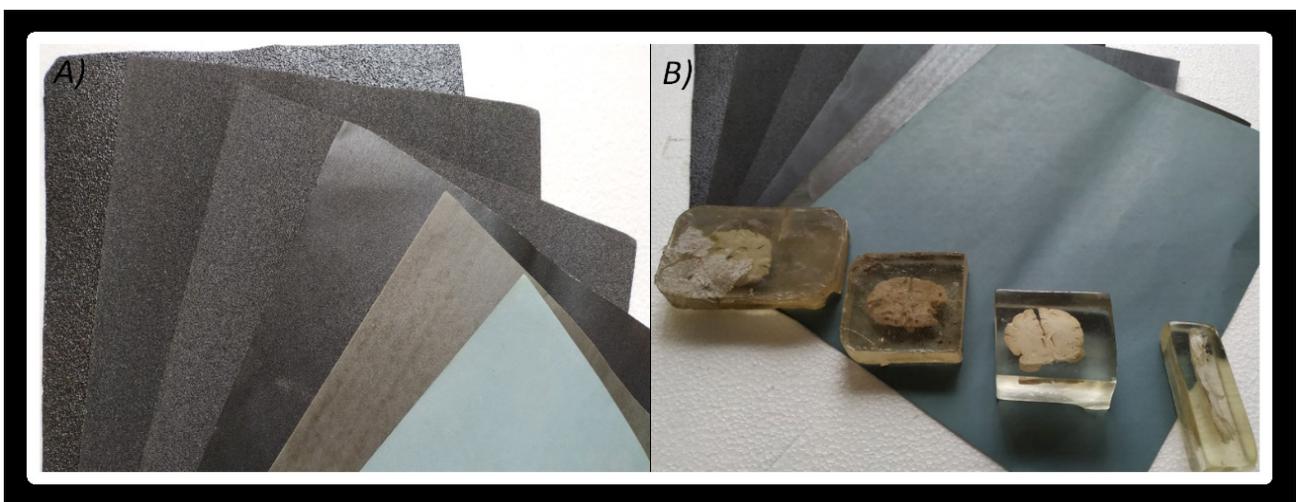


Figura 4 – Lixas utilizadas na finalização do material, de diversas gramaturas (A) e lixas e blocos de resina em diferentes estágios de acabamento (B)

3 RESULTADOS

O resultado obtido com este trabalho foi a produção de material didático de baixo custo, grande durabilidade e qualidade, permitindo visualização e manuseio pelos estudantes no ensino da anatomia. A principal vantagem do uso da resina de poliéster é a sua estabilidade mecânica e física. É um material resistente, apresenta ausência de cor, rigidez, grande durabilidade, fácil manuseio e restauração e com menor custo em relação a outras resinas, podendo ser obtidos diversos modelos didáticos como peças anatômicas do sistema esquelético, nervoso etc. O aspecto prático é muito importante para o processo de aprendizagem, especialmente para estruturas complexas onde é necessária uma compreensão da organização tridimensional e os modelos fixados e emblocados foram altamente apreciados por estudantes e professores em momentos de uso informal.

A combinação de peças anatômicas e sua inclusão em resina de poliéster é um método elegante para obter materiais didáticos duráveis e fáceis de usar que não requerem cuidados ou condições especiais e pode ser usado como ferramenta no ensino de anatomia, proporcionando o manuseio tátil em conjunto com material educacional tradicional, configurando a técnica VAC (visual, auditivo e cinestésico).

Nessa consideração o material deveria observar características obrigatórias, ser de fácil produção, fácil manuseio e a técnica de produção ser basicamente um processo artesanal. Limitações à produção do material: custo total, complexidade dos procedimentos de confecção e aquisição dos materiais selecionados, devem ser comuns ao ambiente escolar.

A facilidade na duplicação da técnica utilizada na obtenção de blocos de resina de poliéster associada a uma boa preparação do material biológico, constituem as principais qualidades na produção de excelentes aliados para a utilização em sala de aula no ensino da anatomia humana. A formação de coleções de blocos de resina com peças anatômicas proporciona um importante aliado no reconhecimento das estruturas anatômicas. A referida técnica permite a utilização dos blocos de resina para o ensino da anatomia humana de maneira prática, estética, acessível e duradoura.

4 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho revelou-se o quanto a inserção de recursos didáticos se faz necessária, principalmente no que se refere a aulas de ciências e biologia.

A supressão de modelos reais, devido a questões legais, pode tornar difícil o acesso do futuro professor a outros tipos de saber, visto que a construção da formação profissional se faz de modo pessoal e único, surgindo aí uma lacuna importante na formação dos seus estudantes. A utilização de metodologias alternativas deve ser estimulada buscando promover a integração entre a teoria e o desenvolvimento de atividades práticas, possibilitando a participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. É importante ter em mente que a diversidade da oferta de material pedagógico é um facilitador para o aprendizado, tornando as aulas práticas mais dinâmicas e produtivas ainda mais em específico para este caso que propicia o manuseio de um recurso didático, físico, palpável e que possibilita a observação tridimensional, em adição às metodologias tradicionais, como por exemplo o

livro didático que expõe figuras bidimensionais para a visualização. Em relação aos modelos anatômicos propostos durante o trabalho, eles podem ser considerados como recursos significativos para o ensino-aprendizagem de biologia, devido à possibilidade dos estudantes se apropriarem de um conceito concreto das estruturas, porém, para que seja alcançado o seu potencial é imprescindível que seja utilizado de forma conjunta, aliado à teoria, maximizando o aprendizado. Esse material contribui no sentido de complementar as aulas de cunho expositivo, de forma a auxiliar o professor no momento da construção do conhecimento.

O modelo produzido demonstrou que a técnica descrita é bastante viável, resultando num material barato, seguro e durável. A potencialidade da técnica apresentada pode ser utilizada em outros materiais frágeis (peças anatômicas, artrópodes, fósseis, conchas etc.) e de grande valia no processo de ensino, não descartando a possibilidade da criação de um acervo didático móvel, o que amplia e corrobora com a propagação do estudo de ciências.

Os modelos produzidos passaram a fazer parte do acervo de peças anatômicas do Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Paraná, mas sua importância principal está na validação do pressuposto que a resina utilizada não causa alteração didaticamente importante nos tecidos incluídos, abrindo portas para sua utilização em tecido nervoso central de espécies silvestres, cuja a chegada no departamento é muito mais rara e portanto de maior valor didático, bem como na inclusão de cortes de encéfalo humano, o que permite o estudo prático de neuroanatomia seccional, atualmente uma disciplina que não dispõe de material prático. Ainda existem possibilidades não testadas, como a inclusão de tecido nervoso que passou por técnicas de coloração e a inclusão de fatias com espessuras abaixo de 0.5 milímetro, obtidas por criomicrotomo de deslizamento e esperamos, quando estas questões forem respondidas, testar de forma padronizada o uso deste material em confronto com imagens impressas, normalmente usadas em laboratórios de prática de anatomia em cursos de graduação das áreas de biologia e saúde.

REFERÊNCIAS

1. Dangelo JG, Fattini CA. Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. 3. ed. São Paulo: Atheneu; 2007.
2. Tortora GJ. Princípios de anatomia humana. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
3. Melo JSS, Brasil LM, Balaniuk R, Costa EB, Bittencourt I, et al. Uso da Realidade Virtual em Sistemas Tutores Inteligentes Destinados ao Ensino de Anatomia Humana. In: Anais do 17º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2007.
4. Campus FHC, Maia NMFES, Guerra EMD. A experiência de ensino da anatomia humana baseada na clínica. In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Anatomia, 2008. Fortaleza: Universidade Metropolitana de Fortaleza; 2008.

5. Verri ED, Deienno FS, Sampaio MGE, Gomes OA. A. Análise comparativa da metodologia de estudo para o ensino e aprendizagem de anatomia entre ABP/tradicional. In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Anatomia. Ribeirão Preto: UNAERP; 2008.
6. Molinari SL, Monteiro AS, Miranda-Neto MH. Práticas para abordar o tema sistema esquelético. Arq Apadec, 1999.
7. Silva MSL, Machado HA, Biazussi HM. Produção de Material Didático Alternativo para Aula Prática de Anatomia Humana. In: Anais do 7º Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012. Palmas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; 2012.

