



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE BIOLOGIA (PROFBIO)



TIAGO LIMA VIEIRA

**CONFEÇÃO DE UMA COLEÇÃO DIDÁTICA COM O USO DE
ÓRGÃOS SUÍNOS PARA AULAS DE ANATOMIA COMPARADA NO
ENSINO MÉDIO**

BRASÍLIA, DF

2019

TIAGO LIMA VIEIRA

**CONFECÇÃO DE UMA COLEÇÃO DIDÁTICA COM O USO DE ÓRGÃOS SUÍNOS
PARA AULAS DE ANATOMIA COMPARADA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas - IB, da Universidade de Brasília - UnB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Antônio Sebben

BRASÍLIA, DF

2019

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade de Brasília

Mestrando: Tiago Lima Vieira

Título do TCM: Confecção de uma coleção didática a partir de órgãos suínos para ensino de anatomia comparada no ensino médio

Data da defesa: 30/07/2019

Formado em Biologia em 2008, fui posteriormente aprovado em dois concursos, um na Rede Estadual de Goiás e outro na Rede Municipal de Goiânia, onde atuo como professor do ensino básico. Apesar do sonho realizado, porém, havia um misto de desestímulo e frustração com a profissão que me levavam a pensar em fazer outra graduação.

Então, em meio a esse período conturbado profissionalmente, em meados do ano de 2017 surgiu a oportunidade de cursar o PROFBIO. O que inicialmente seria um curso de aperfeiçoamento, tornou-se algo que me levou a acreditar novamente na minha profissão.

O caminho, entretanto, foi árduo. Acordando às 3h da manhã nas sextas-feiras tendo trabalhado até às 22h do dia anterior. Tendo o pedido de licença para aperfeiçoamento da Rede Municipal, onde atuo no ensino fundamental (EJA) no noturno, negado. Necessitando ingressar na justiça para obter o direito à licença para aperfeiçoamento. Não tendo recebido bolsa, mesmo ficando em 4º lugar no processo seletivo. Sem bolsa e trabalhando em apenas um emprego, tive que custear, além das despesas com deslocamento e alimentação, 2/3 dos custos da pesquisa, que foi a produção de uma coleção didática para a escola, pois a mesma não possuía verba suficiente para tal.

Mesmo sendo a primeira turma e por isso tendo enfrentado algumas dificuldades de comunicação entre a nacional (UFMG) e o polo (UnB), foi gratificante ter encontrado professores que estão tentando se comunicar novamente com a educação básica, além de poder contar com uma ótima infraestrutura na Universidade de Brasília.

Contando com ótimos professores e suporte da Universidade, posso dizer que não apenas isso me deu energia e um novo fôlego para voltar a ter orgulho de ser professor e encontrar sentido na minha profissão, mas, também, o vínculo estabelecido com meus colegas de curso, onde conheci suas histórias de vida e de trabalho.

Foi muito inspirador encontrar toda semana com professores que queriam melhorar, que queriam algo a mais nas suas vidas e profissões. Foi inspirador poder aprender com colegas de diferentes realidades e locais, havendo representantes da Bahia (BA), Minas Gerais (MG), Distrito Federal (DF) e Goiás (GO). Foi inspirador encontrar com estas pessoas estudiosas e dedicadas e poder compartilhar de suas alegrias e angústias.

Obrigado ao PROFBIO por esta oportunidade de crescimento pessoal e profissional. Através do programa, pude me reencontrar dentro da própria carreira. Posso dizer que esse aprendizado teve efeito direto nos meus estudantes, que pedem continuamente por mais aulas práticas e de caráter investigativo, como foram as de aplicação do projeto e das disciplinas do mestrado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, Edmilton e Lucimar, que sempre me incentivaram a estudar e não mediram esforços para me proporcionar uma educação de qualidade. Obrigado por me mostrarem esse caminho. Amo vocês!

Agradeço também à minha companheira e parceira de vida, Priscila, que tem sido fundamental na minha e na vida de nossos filhos, Ian e Júlia, há 10 anos. Obrigado pelo incentivo constante nessa empreitada mesmo nas ausências necessárias às sextas-feiras e em alguns finais de semana. Um agradecimento especial aos meus queridos filhos que também participaram desta jornada, estimulando-me com seu amor e alegria. Papai ama!

Obrigado aos meus irmãos, Luiza e Henrique, pelo apoio constante em todos os momentos da minha vida.

Os meus sinceros agradecimentos aos meus colegas de PROFBIO da turma João Martins de Jesus que tornaram as nossas sextas-feiras tão prazerosas e alegres, além dos mais variados auxílios na construção deste trabalho. Um obrigado especial aos meus companheiros de viagem Maikon, Emival e Cássio, os desbravadores da madrugada, pela parceria e conversas tão produtivas nas nossas jornadas. Meus sinceros agradecimentos também para você, João que atuou mais do que como um “co-orientador”, atuou como um amigo.

À Carol, minha prima biológica e irmã do coração. Mesmo longe fisicamente, está sempre presente nas etapas importantes da minha vida. Essa não foi diferente. Meus mais sinceros agradecimentos.

Muito obrigado aos professores do programa PROFBIO, em especial ao meu orientador Antônio Sebben que me ajudou muito, principalmente, na parte técnica do trabalho. Obrigado a você, Silene, que forneceu importantes orientações na fase de projeto do trabalho e ao final do mesmo.

Agradeço à Josely, diretora, e a todos do Colégio Tancredo Alves Neves (CETAN) pela colaboração no desenvolvimento e aplicação da coleção. Aos outros professores de Ciências e Biologia da instituição, Rafael e Joelmar, obrigado pela contribuição de vocês.

Agradeço à Oclair, atual diretora da Escola Governador Joaquim Sobrosa, por ter me apresentado o PROFBIO e me incentivado a fazer a seleção em um momento profissional delicado. Agradeço também à TODOS os colegas da instituição que de várias formas contribuíram para que eu pudesse concluir o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Vários estudos sugerem que é preciso rever o processo de ensino e aprendizagem da Biologia no espaço escolar, pois o modelo que vem sendo utilizado não favorece a necessária percepção e reflexão crítica do estudante. No modelo atual, o ensino de anatomia (morfologia macroscópica) do ser humano, nos níveis fundamental e médio, está baseado, principalmente, no conteúdo de livros didáticos, que trazem deficiências do ponto de vista pedagógico e, muitas vezes, conceitual. Além disso, os livros didáticos, em geral, se utilizam exclusivamente de modelos esquemáticos que distanciam o observador da realidade e não propiciam uma visão integrada do organismo e de suas funções. Sabe-se que as experiências concretas auxiliam os estudantes a confrontar suas concepções sobre a natureza da vida e oferecem oportunidades para obter e analisar analogias e modelos, levantar dados, construir e diversificar suas vivências perceptuais. Tais experiências concretas podem ser obtidas a partir de aulas práticas que visem o estabelecimento de significados para os diferentes temas e sua inter-relação. No intuito de proporcionar aulas práticas para o ensino da anatomia comparada, com ênfase no ser humano, no ensino básico, elaborou-se uma coleção biológica de caráter didático a partir de órgãos suínos. O procedimento consistiu em uma série de etapas que compreenderam desde a aquisição das peças anatômicas em frigoríficos, passando pela fixação em solução diluída de formol, pela dissecação e, finalmente, pela etapa de conservação em álcool 70° INPM. Posteriormente, a coleção foi devidamente etiquetada e armazenada. A coleção anatômica confeccionada foi depositada na instituição parceira, Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves – CETAN em Goiânia-GO, onde foi utilizada em aulas práticas. Verificou-se grande satisfação e motivação, em turmas de 1º e 2º anos do ensino médio, por parte dos estudantes que utilizaram a coleção nas aulas de anatomia humana. Constatou-se também o interesse dos professores em aprender as técnicas e poder replicar o material em outras instituições de ensino básico. Como produto final deste trabalho, foi elaborado um manual contendo as etapas, materiais necessários, desafios, dicas e propostas de aulas, de caráter investigativo, para que outros profissionais da educação possam replicar a coleção em suas instituições. As propostas de aulas investigativas se mostraram eficazes para introduzir o estudante ao letramento científico através do estímulo à observação, a proposição de hipóteses e confronto destas com as informações obtidas, além da estimular a escrita e o trabalho em grupo.

PALAVRAS CHAVE: Anatomia Humana; Ensino; Aulas práticas; Coleção didática

ABSTRACT

Several studies suggest that we must revise the learning process in Biology at school level, since the current model does not add to students' needed perception and critical thinking. In the current model, learning Human Anatomy (macroscopic morphology) in Elementary school and in High school is something based mainly on textbooks, which are highly deficient from the pedagogical point of view, most times even conceptually speaking. Furthermore, textbooks in general tend to use only schematic models that move the observer apart from reality and do not provide an integrated overview of the organism and its functions. It is established that concrete situations help students to confront their conceptions about the nature of life and provide opportunities to obtain and analyze analogies and models, acquire data, and build and diversify their perceptual experiences. Such concrete experiences may be obtained from practical classes that aim to establish significance for different themes and the connection between them. In order to provide practical lessons that would aid the learning of comparative anatomy with emphasis on human beings, at basic level, a fluid-preserved collection was created from swine organs. The procedure involved several steps, including the acquisition of anatomical parts, fixation in a diluted solution of formaldehyde, dissection, and finally preservation in alcohol 70% INPM. At a later stage, the collection was properly labeled and stored. The final result was stored in the partner Institute, Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves – CETAN, in Goiânia-GO, where it was used in practical classes. High School students from first and second grades were highly satisfied and motivated using the collection during Human Anatomy classes. Teachers were also interested in learning the techniques, thus being able to replicate the material in other elementary schools. As a final product of this work, a manual of investigative character was created, containing required materials, challenges, tips, and class proposals, so other learning professionals may replicate the collection in their respective institutes. The investigative classes' proposals have proven to be efficient in the introduction of the student to scientific principles through observation, proposal of hypotheses and conflict of gathered information, while encouraging writing and group interaction.

KEYWORDS: Human Anatomy; Learning; Practical Classes; Fluid-preserved Collection

Lista de Figuras

		página
Figura 1	Fachada do CETAN.	37
Figura 2	Captura de trecho do Manual evidenciando as etapas necessárias para a confecção da coleção didática.	44
Figura 3	Trecho do Manual referente ao transporte e a lavagem das peças.	45
Figura 4	Trecho do Manual referente ao processo de fixação.	46
Figura 5	Trecho do Manual referente à dissecação das peças.	46
Figura 6	Trecho do Manual referente a etapa da conservação.	47
Figura 7	Trecho do Manual referente ao processo de etiquetagem.	47
Figura 8	Exemplos de peças do acervo do CETAN referente ao sistema cardiovascular. Coração seccionado evidenciando a parte interna dos átrios e ventrículos, além das válvulas atrioventriculares (item 41), vista frontal de um coração interligado aos grandes vasos onde se vê átrios, ventrículos e coronárias (item 35), vista frontal de um coração onde se vê átrios, ventrículos e coronárias (item 42).	49
Figura 9	Caixa plástica onde estão armazenadas as peças do acervo do CETAN referente ao sistema cardiovascular.	49
Figura 10	Exemplo de peças que compõem o acervo do CETAN referente ao sistema digestório. Parte de um intestino delgado (item 14), estômago seccionado sagital e transversalmente interligado a parte do duodeno e ao baço (item 11), Estômago sem secção interligado a parte do duodeno, baço e pâncreas (item 03).	50
Figura 11	Caixa plástica onde estão armazenadas peças do acervo do CETAN referente ao sistema digestório (estômagos, intestinos, pâncreas e baços).	50
Figura 12	Exemplos de peças que compõem o acervo do CETAN referentes ao sistema digestório. Porção ventral do fígado associado à vesícula biliar (item 100 A) e porção dorsal do fígado (item 100 B).	51
Figura 13	Caixa plástica onde estão acondicionadas peças (fígados e vesículas) do acervo do CETAN.	51
Figura 14	Exemplos de peças do acervo do CETAN referentes ao sistema digestório. Línguas interligadas à epiglotes (itens 70 e 71) e língua interligada à epiglote e à parte do esôfago (item 72).	52
Figura 15	Caixa plástica onde estão armazenadas peças do acervo do CETAN referentes ao sistema digestório (línguas e epiglotes).	52
Figura 16	Exemplos de peças que compõem o acervo do CETAN referentes ao sistema respiratório. Pulmão seccionado apresentando parte da árvore brônquica (item 26), pulmões interligados ao coração, ao diafragma e a traqueia com laringe e parte do esôfago (item 22), árvore brônquica do pulmão esquerdo interligada à traqueia com laringe e parte do esôfago, além do pulmão direito (item 25).	53
Figura 17	Caixa plástica contendo peças do acervo do CETAN referentes ao sistema respiratório.	53
Figura 18	Exemplos de peças do acervo do CETAN referentes ao sistema nervoso. Encéfalo e medula espinhal seccionados sagitalmente (item 45), hemisfério direito de um encéfalo ligado à medula espinhal (item 50) e hemisfério esquerdo de um cérebro (item 62).	54
Figura 19	Caixa plástica onde estão acondicionadas as peças referentes ao sistema nervoso do acervo do CETAN.	54

Figura 20	Imagens de alguns exemplos das peças que compõem o acervo do CETAN referente ao sistema urinário e a caixa onde estão acomodadas as mesmas.	55
Figura 21	(A) Estudantes manuseando peça de coração seccionado sagitalmente com setas indicando fluxo sanguíneo. (B) Desenho de estudantes a partir de sua observação da peça anatômica.	58
Figura 22	(A) Grupo de estudantes analisando e utilizando as peças e o livro didático como fonte de pesquisa com o auxílio do professor. (B) Estudantes utilizando peças anatômicas como fonte de pesquisa.	58
Figura 23	Trecho da proposta nº 1 de plano de aula investigativa, presente no Manual, sobre o sistema cardiovascular.	59
Figura 24	Captura de imagem do trecho do Manual (Apêndice) presente na página 118.	65
Figura 25	Desenhos dos estudantes feitos durante aula de caráter investigativo do sistema urinário. A – Desenho do estudante 1 antes (hipótese) e depois de manusear a coleção. B – Desenho do estudante 2 antes (hipótese) de manusear a coleção. C – Desenho do estudante 2 depois de manusear a coleção. D – Desenho do estudante 3 antes (hipótese) de manusear a coleção. E – Desenho do estudante 3 depois de manusear a coleção. F – Desenhos do estudante 4 antes (hipótese) e depois de manusear a coleção.	69

Lista de Siglas

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	Biological Science Curriculum Study
CETAN	Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
EJA	Ensino de Jovens e Adultos
FUNBEC	Fundação Brasileira de Educação e Cultura
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
ICMbio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas
LACV	Laboratório de Anatomia Comparada dos Vertebrados
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais (Orientações complementares)
PISA	Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes
PPP	Projeto Político Pedagógico
PROFBIO	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UnB	Universidade de Brasília

Sumário

1 – INTRODUÇÃO.....	10
1.1 – Importância e o histórico do ensino e estudo da Biologia.....	10
1.2 – O atual modelo de ensino de Biologia.....	14
1.3 – O ensino da Biologia substanciado pela prática.....	16
1.4 – Ensino da anatomia humana.....	20
1.4.1 – Metodologias no ensino de anatomia humana.....	21
1.5 – Ensino da Biologia e as coleções biológicas.....	26
1.5.1 – Aspectos da legislação sobre coleções biológicas.....	27
1.5.2 – A importância da conservação no uso das coleções biológicas.....	28
1.5.3 – Aspectos limitantes do uso de coleções biológicas.....	32
1.6 – O ensino de Biologia substanciado por aulas de caráter investigativo.....	32
2 - OBJETIVOS.....	36
2.1 – Objetivo Geral.....	36
2.2 - Objetivos específicos	36
3 – METODOLOGIA.....	36
3.1 – Contexto da pesquisa.....	36
3.2 – Confecção da coleção.....	38
3.2.1 – Espécie animal.....	38
3.2.2 – Material necessário.....	38
3.2.3 – Procedimento.....	39
3.3 – Preparação de planos de aulas de caráter investigativo.....	41
3.4 – Avaliação da coleção.....	41
3.5 – Manual para a confecção da coleção.....	43
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1– Confecção da Coleção.....	43
4.1.1 – Aquisição de insumos.....	44
4.1.2 – Preparação das peças.....	46
4.1.3 – Organização do acervo de peças anatômicas.....	48
4.2 – Avaliação da Coleção.....	56
4.2.1 – Elaboração e Aplicação dos Planos de Aula de Caráter Investigativo.....	56
4.2.2 – Opinião dos estudantes e professores.....	59
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICE - Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suíno.....	82
ANEXO I.....	128
ANEXO II.....	129
ANEXO III.....	131
ANEXO IV.....	133
ANEXO V.....	135
ANEXO VI.....	136

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Importância e o histórico do ensino e estudo da Biologia.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), os assuntos biológicos cruzam as fronteiras acadêmicas e são discutidos em jornais, revistas e programas veiculados pela televisão, rádio ou internet, seja como notícia política, como notícia econômica ou como parte de uma discussão ética (BRASIL, 2014). Ainda segundo o documento:

... as ciências biológicas reúnem algumas das respostas às indagações que vêm sendo formuladas pelo ser humano, ao longo de sua história, para compreender a origem, a reprodução, a evolução da vida e da vida humana em toda sua diversidade de organização e interação. Representam também uma maneira de enfrentar as questões com sentido prático que a humanidade tem se colocado, desde sempre, visando a manutenção de sua própria existência e que dizem respeito à saúde, à produção de alimentos, à produção tecnológica, enfim, ao modo como interage com o ambiente para dele extrair sua sobrevivência (BRASIL, 2014, p. 33).

A Biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras de atenção dos estudantes ou uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que e como é ensinada (KRASILCHIK, 1996). A autora ainda ressalta que o ensino da Biologia contribui para que o indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar explicações de processos e de conceitos biológicos, perceber a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, além de despertar o interesse pelo mundo dos seres vivos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) diz que os conhecimentos conceituais associados às temáticas da Biologia constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2018).

Segundo Krasilchik (1996), um conceito cada vez mais presente nas discussões dos educadores é o da “alfabetização biológica”, por meio da qual, espera-se que o estudante ao concluir o ensino básico (fundamental e médio) seja capaz de pensar independentemente, adquirir e avaliar informações, aplicando seus conhecimentos na vida diária. O documento da BNCC também faz referência a isso, porém com nomenclatura de letramento científico. Segundo o documento, a partir deste letramento o estudante teria a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) de modo a atuar sobre o mesmo, o que seria algo importante para o exercício pleno da sua cidadania. Isso, por si só, já justificaria a importância da presença das Ciências Naturais no ensino formal dos estudantes (BRASIL, 2018).

Até meados dos anos 50, não havia nos programas escolares a disciplina denominada Biologia. O que vigorava até então nas escolas brasileiras era um programa de História Natural composto por Botânica, Zoologia e Biologia Geral que era composto por Mineralogia, Geologia, Petrografia e Paleontologia (KRASILCHIK, 1996). A situação não era diferente em outros países. Os processos históricos que produziram essa nova disciplina escolar – Biologia – foram influenciados, de modo geral, pelos debates que se davam predominantemente nos Estados Unidos, onde o livro de Huxley e Martin, em 1876, foi um precursor na unificação das Ciências Biológicas, pois trazia a evolução *darwiniana* para o ensino secundário (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Ainda segundo as autoras Marandino, Selles e Ferreira (2009), o conceito sobre a Evolução das espécies, proposto por Charles Darwin, e o desenvolvimento da Genética foram fatores que contribuíram para o fortalecimento dessa ideia unificadora. Tudo isso, em um ambiente de desenvolvimento de um movimento filosófico de grande significado para todas as ciências, o chamado positivismo lógico.

A filosofia chamada positivismo lógico, surgida na França a partir das ideias de Auguste Comte, buscava sistematizar os dados obtidos a partir dos procedimentos experimentais e, assim, interpretá-los matematicamente, o que garantiria a objetividade e o caráter científico dos vários ramos da História Natural, unificando as chamadas Ciências Biológicas. Segundo a autora Carvalho (2018a), o positivismo lógico influenciou bastante a Didática das Ciências, porque os modelos gerados por ele constituíam uma primeira formalização das ideias de sentido comum sobre a natureza das ciências e, por consequência, sobre como ensinar Ciências.

No final do século XIX e início do XX o ensino secundário tinha um caráter fortemente elitista e por isso muito ligado às disciplinas acadêmicas e científicas, com uma grande influência exercida pelo ensino europeu, evidenciada pela adoção de livros acadêmicos para o ensino secundário e pelos professores estrangeiros que vieram trabalhar nas escolas superiores brasileiras, como na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. A tendência do ensino nesse período era tratar os assuntos considerando vários grupos de organismos separadamente e suas relações filogenéticas. As aulas práticas tinham como meta principal ilustrar as aulas teóricas e o público era composto, majoritariamente, por jovens abastados que tinham mais acesso a cursos universitários (KRASILCHIK, 1996; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Entretanto, a necessidade de atender ao crescente número de jovens que chegavam às escolas devido a um aumento da urbanização, imigração e problemas relacionados com a saúde pública, provocou um afastamento do ensino secundário da esfera acadêmica e maior

ênfase em conteúdos e métodos voltados para as questões sociais (ZOMPERO; LABURÚ, 2016). Marandino, Selles e Ferreira (2009) relatam que esse afastamento das produções científicas provocou reações do setor acadêmico que tem na produção das coleções de livros didáticos pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) no início da década de 1960 um exemplo neste sentido. Os autores Zompero e Laburú (2016) relatam:

Em 1950, os cientistas, educadores e líderes industriais, argumentaram que o ensino de Ciências tinha perdido o seu rigor acadêmico e não estava possibilitando o desenvolvimento intelectual dos alunos, argumentando que o ensino estava enfatizando aspectos de relevância social (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 18).

Krasilchik (1996), por sua vez, diz em sua obra que a partir dos anos 60 o ensino da Biologia e das outras Ciências se modificou devido a três fatores:

I – Ao progresso da Biologia

II – A constatação da importância do ensino de Ciências como fator de desenvolvimento

III – A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961 que descentralizou as decisões curriculares.

Pode-se entender que o fator II, citado anteriormente, está relacionado ao contexto histórico do final da Segunda Guerra e início da bipolarização mundial chamada de Guerra Fria. Neste contexto, percebe-se a educação científica como mola propulsora para o desenvolvimento da nação, o que justificaria a preocupação com a educação científica nos Estados Unidos, que segundo Zompero e Laburú (2016) foi culminada pelo lançamento do satélite *Sputnik* pelos Russos.

O movimento de incorporar a educação científica iniciado nos Estados Unidos também repercutiu em outros países. Na Inglaterra, a Fundação *Nuffield* patrocinou projetos de ensino de Biologia que procuravam levar o estudante a ter uma compreensão do homem como ser vivo e do seu papel na natureza, além de ensinar a arte de planejar investigações científicas formulando questões e organizando experiências (KRASILCHIK, 1996).

No Brasil, segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009), o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) preparou, aos moldes do BSCS, materiais para ensino de Biologia formado por *kits* que continham informações sobre o cientista central daquele material e orientações para a realização de experimentos.

Cada *kit* era organizado em torno de um cientista e apresentava tanto informações sobre a área de estudo deste quanto orientações para a realização de experimentos com base no material que integrava o conjunto. O primeiro deles, “Newton” vendeu 200 mil exemplares (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

As autoras afirmam que além dos *kits*, o IBECC, juntamente com o MEC, criou também os centros de Ciências em diferentes Estados brasileiros para a formação continuada de professores com base na LDB (Lei de Diretrizes e Bases) de 1961, que previa a possibilidade da adoção de programas regionais de ensino. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura também se empenhou em traduzir os livros destinados às escolas de 2º grau, produzidos pelo BSCS, que segundo Krasilchik (1996, p. 7) “as suas diretrizes gerais podem ser resumidas: fazer com que os alunos citados possam adquirir conhecimentos atualizados e representativos do desenvolvimento das ciências biológicas e vivenciar o processo científico”

Ao final dos anos 1970, as versões do BSCS perderam espaço e apoio financeiro devido às drásticas reduções de verbas que vinham recebendo. A partir desse período, passaram a ser incluídos no currículo de Ciências e Biologia problemas relativos ao meio ambiente, ainda que de forma incipiente, devido ao modelo desenvolvimentista adotado, até então, com base na industrialização acelerada gerando sérios problemas sociais e ambientais. A partir dos anos 1980, a tendência conhecida como “Ciência, Tecnologia, Sociedade” (CTS) também passou a ser incorporada ao ensino de Ciências e Biologia (TRIVELATO; SILVA, 2016). Krasilchik (1996) demonstra que a partir dos anos 90, além da disciplina Biologia, em muitas regiões do Brasil foram introduzidos componentes curriculares como Educação Ambiental e uma variedade de Programas de Saúde relacionados à educação sexual, ao combate às drogas, entre outros.

Portanto, a estratégia de produção das versões do BSCS resultou, assim, em uma retórica que tem fortalecido tanto a Biologia como ciência, quanto a própria disciplina escolar. Porém, percebe-se que se por um lado a interferência da comunidade científica reaproximou a Biologia do contexto acadêmico, por outro, a seleção de conteúdos e de métodos mais próximos das ciências mostrou-se insuficiente para atender às demandas de um público escolar heterogêneo e resistente aos formatos vocacionais acadêmicos pretendidos (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Se, por um lado, a abrangência necessária da educação para um público maior e mais heterogêneo passando de uma composição majoritária de jovens predestinados a frequentar cursos universitários para uma massa heterogênea composta também por jovens trabalhadores, muito deles em cursos noturnos. Por outro, a falta de investimentos para a melhoria da infraestrutura das escolas resultou em um aviltamento das condições de trabalho do professor, além de passarem a receber cobranças de responsabilidades que ultrapassam suas atribuições no plano individual (KRASILCHIK, 1996; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Ainda hoje a Biologia e as Ciências são apresentadas nas escolas como esperança para a solução de problemas, como nos anos 50 e 60, porém, verificou-se que essas esperanças, ao menos em parte, eram infundadas e, assim, produziram mudanças no nível de documentos legais, embora o ensino nas classes pouco tenha mudado.

1.2 – O atual modelo de ensino de Biologia

Embora existam, segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009), muitos ensinos de Biologia, ou muitas versões de ensino de Biologia, inscritos e produzidos em múltiplos contextos e em intrincadas relações, envolvendo diferentes sujeitos e diferentes instituições em seus diferentes espaços e tempos, concorda-se que, de modo geral, a ênfase é dada principalmente à memória visual e auditiva do estudante na aprendizagem, aproveitando-se em menor escala de formas de trabalho que se valem de outros tipos de percepção, objetos e experiências concretas (SANTORI; SANTOS; SANTOS, 2015).

Para Lima e Borges (2007), a atual organização do ensino da Biologia privilegia a memorização de conceitos, linguagem e métodos que, muitas vezes, não ajudam o educando a interpretar e, muito menos, criar meios de intervir na sua realidade. A ênfase é dada principalmente à memória visual e auditiva do estudante na aprendizagem. O que, segundo Krasilchik (1996), resulta na perpetuação da manutenção de um ensino com tendências descritivas, pois, em geral, não se nota uma preocupação com aspectos importantes, como as relações que dinamizam o conhecimento, os métodos e os valores das ciências biológicas.

Sobre o atual modelo de ensino da Biologia, O PCN+ evidencia que,

Tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia – e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado (BRASIL, 2014, p. 35).

Além de um ensino voltado mais para o visual e o auditivo, onde não se valoriza o estímulo a outras percepções do estudante, percebe-se que a falta de contextualização dos conhecimentos biológicos também é um problema. Os autores Santori; Santos e Santos (2015) relatam que o ensino de Ciências e Biologia é muitas vezes criticado pela memorização excessiva de conceitos e teorias, mas principalmente pela falta de relação destes com o cotidiano dos estudantes, o que é produzido, muitas vezes, pela falta de interdisciplinaridade e

aulas expositiva muito voltadas para a memorização, formando estudantes passivos e sem estímulo para a formulação de suas próprias ideias.

Portanto, para o cidadão, o simples fato de estudar Ciências/Biologia numa abordagem escolar tradicional não o ajuda a constituir o conjunto de competências e habilidades para elaborar conhecimentos novos que possam auxiliá-lo na compreensão do mundo ao seu redor (VASCONCELOS *et al.* 2013). Vários estudos sugerem que, hoje, é preciso rever o processo de ensino e aprendizagem da Biologia no espaço escolar, pois o modelo que vem sendo utilizado deixa de lado a necessária percepção e reflexão crítica do estudante (SILVA *et al.*, 2016).

Sendo assim, Lima e Borges (2007) levantam a necessidade da escola repensar suas estratégias metodológicas de modo a substituí-las por estratégias que ajudem na formação do indivíduo enquanto sujeito capaz de interpretar a sua realidade e intervir na mesma.

Para auxiliar o professor neste trabalho de repensar suas metodologias de ensino os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dizem que o ensino da Biologia deve se voltar para o desenvolvimento de competências que permitam ao estudante lidar com as informações e compreendê-las para elaborar e refutar ideias que possam auxiliá-lo na compreensão do mundo e no seu agir sobre o mesmo (BRASIL, 2004).

Em orientações complementares, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio evidenciam que:

Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o estudante, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções (BRASIL, 2014, p. 36).

Diante dessa perspectiva, Krasilchik (1996) diz que a adoção desse conjunto de objetivos determina que os assuntos incluam não só aspectos da ciência pura, como também aqueles que tratam da aplicação da ciência para a solução de problemas concretos, e que o tratamento destes novos temas exigirá do professor uma relação mais estreita com a comunidade escolar para que o estudo da Biologia e das Ciências de modo geral sejam considerados relevantes por parte dos estudantes.

Sendo assim, o documento da BNCC diz que “... a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual ... favorecendo o protagonismo dos

estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente...” (BRASIL, 2018, p. 549). Percebe-se assim, que o ensino da Biologia através de um viés mais prático se torna urgente, porém o mesmo deve ser pertinente ao cotidiano do estudante para que ele possa se interessar e buscar de forma autônoma novos conhecimentos sobre o assunto.

1.3 – O ensino da Biologia substanciado pela prática

Enquanto nos anos de 1930 o caráter utilitário pareceu ganhar importância na definição de conteúdo e de métodos de ensino que tivessem alguma utilidade social e moral, a partir dos anos 1960/70 o papel que a experimentação assumiu no ensino foi emblemático. Ocorreu neste período um intenso estímulo ao seu uso como estratégia didática com a justificativa de se resolver vários problemas do ensino de Ciências e Biologia a partir de uma vivência do método científico (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Ainda segundo as autoras, pode-se dizer que a defesa do ensino experimental surgiu como um projeto nacional a partir dos anos 1950, após a criação do Instituto Brasileiro de Ciência e Cultura (IBECC) que, em articulação com a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), teve papel fundamental na produção de materiais curriculares que induziam e sustentavam propostas de ensino laboratorial para alunos e professores.

Alguns autores afirmam que a qualidade do ensino da Biologia está diretamente relacionado à metodologia de práticas experimentais. Para Araújo *et al.* (2014b, p.144), por exemplo, “uma das alternativas apontadas por diversas pesquisas para que os estudantes tenham uma formação de qualidade é o ensino consubstanciado pela prática experimental.” Pois, afinal, ouvir falar sobre um organismo é em geral muito menos interessante e eficiente do que ver diretamente a realidade, o que justifica a inclusão das excursões, demonstrações e aulas práticas (KRASILCHIK, 1996). Admite-se, portanto, que a prática experimental possui a possibilidade de tornar o aprendizado algo concreto e significativo para o estudante.

Há uma percepção de que aulas práticas, necessariamente, dependem de um laboratório. Sobre esta perspectiva, Cruz (2009) diz que o ambiente de laboratório pode propiciar o desenvolvimento de vários campos do saber ao testar e comprovar diversos conceitos, favorecendo a capacidade de abstração do estudante. Além disso, esse contexto auxilia na resolução de situações-problema do cotidiano, permitindo a construção de conhecimentos e a reflexão sobre diversos aspectos, levando-o a fazer inter-relações. Isso o capacita a desenvolver competências, atitudes e valores que proporcionam maior conhecimento e destaque no cenário sociocultural.

Já para Grandini e Grandini (2008), o laboratório, como um local de aulas práticas, ou seja, a ideia de laboratório didático, proporciona o manuseio de instrumentos, estimula a curiosidade e a vontade de aprender. Segundo alguns autores, esse ambiente também é um local facilitador e estimulador de estratégias para o desenvolvimento de conceitos e habilidades procedimentais (observação, estimação de ordens de magnitude e estabelecimento de inferências), de aprendizado científico (interpretação e análise de experimentos), de problematizar diferentes domínios do conhecimento, é um lugar privilegiado para o trabalho em equipe e para se desenvolver familiaridade com organismos e interesse por fenômenos naturais (BAROLLI; LABURÚ; GURIDI, 2010; GRANDINI; GRANDINI, 2008; KRASILCHIK, 1996). As experiências concretas em laboratório e/ou campo auxiliam os estudantes a confrontar suas concepções sobre a natureza da vida e oferecem oportunidades para obter e analisar analogias e modelos, levantar dados, construir e diversificar suas vivências perceptuais (CORDEIRO; WUO; MORINI, 2010).

Embora a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em seu artigo 35, inciso IV, destaque a relação teórico-prática no ensino de cada disciplina e todas as vantagens listadas anteriormente das atividades práticas para um ensino de qualidade, não é o que se vê na grande maioria das escolas brasileiras, sejam públicas ou particulares. Apesar dos professores admitirem a importância da experimentação no ensino de biologia e seu poder de efetivar a aprendizagem, alguns fatores, tais como falta de tempo do professor, a deficiente formação profissional nesse quesito, e, principalmente, a falta de estrutura e recursos das escolas dificultam a utilização dessas práticas (ARAÚJO *et al.*, 2014b).

Marandino, Selles e Ferreira (2009) também afirmam as dificuldades relatadas anteriormente, mas dão ênfase para a redução da experimentação no currículo ao longo do tempo. As autoras afirmam haver dois elementos que exemplificam a redução do espaço curricular dedicado à experimentação: Em primeiro lugar, as escolas defasadas numericamente em relação às demandas populacionais assumiram um modo específico de organização de seus tempos e espaços favorecendo métodos de ensino expositivos em detrimento de atividades práticas. Em segundo lugar, a vinculação do ensino médio a exames nos quais inexistem possibilidades de avaliação de caráter prático, justificando a experimentação como um método opcional.

Uma forma de fazer com que as atividades práticas sejam incluídas com maior frequência nos currículos das escolas e nas práticas cotidianas dos professores seria, segundo Júnior (2009) e Krasilchik (1996), a inclusão das mesmas em avaliações de acesso às

Universidades. Para estes autores, isto influenciaria o ensino das Ciências nas escolas de ensino básico, com toda a influência que possuem estes exames sobre as mesmas.

Em relação à falta de recursos didáticos, considera-se que isso causa uma fragilidade no trabalho com determinados conteúdos, especialmente em disciplinas de ciências naturais. Seria muito importante um programa governamental (federal, estadual e/ou municipal) para o aparelhamento dos laboratórios escolares, e cursos destinados aos professores, para que tenham incentivo e domínio de conteúdo científico para trabalhar com esses equipamentos (VISCOVINI *et al.*, 2009). É razoavelmente consensual admitir a impossibilidade de desenvolver um ensino experimental sem condições mínimas, porém, diante da diversidade de contextos escolares não se pode padronizar o que seriam essas condições mínimas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Para Vasconcelos *et al.* (2013), mesmo sem programas de estímulo como estes, na tentativa de desmistificar a ciência e o método científico, podemos (e devemos) lançar mão de todos os recursos possíveis. Estes autores ressaltam que mesmo sem a estrutura adequada é importante salientar que as aulas práticas não necessitam de espaços sofisticados ou equipamentos laboratoriais caros.

Nesta perspectiva, entende-se como aula prática aquela na qual a teoria é colocada em execução, fugindo da rotina, onde os estudantes constatarem conhecimentos teóricos através do manuseio de objetos, substâncias, modelos e instrumentos, construindo conhecimentos relacionados por meio da sua participação ativa na sala de aula, deparando-se com uma forma científica de explicar e compreender o que antes era, para eles, apenas senso comum (ARAÚJO, 2008).

De acordo com as autoras Trivelato e Silva (2016), para ensinar a natureza da atividade científica aos cidadãos deveria ser dada ênfase ao fato de que equipamentos de laboratórios não são tão importantes em si. Os atos de falar, observar e escrever são, talvez, mais importantes do que a manipulação de equipamentos. Afinal, somente o equipamento não faz ciência, não realiza aulas, não interage e explica os assuntos para os estudantes.

Assim, é importante considerar que as aulas práticas sendo laboratoriais ou não, devam ser vistas de maneira crítica. Embora diversos pesquisadores defendam o ensino experimental, laboratorial ou com materiais alternativos, chama-se a atenção para o fato de que as práticas têm sido aceitas de forma acrítica, como a solução de todos os problemas do ensino de Ciências. Essa constatação sugere-nos a necessidade de definirmos melhor a experimentação didática, não apenas para diferenciá-la da experimentação científica, mas também para entendermos seus limites e suas possibilidades no contexto escolar (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Ainda segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009), a chamada experimentação didática acompanha as tradições dos experimentos científicos biológicos, mas sofre transformações em resposta às finalidades escolares historicamente consideradas, ou seja, em uma atividade prática sobre a extração do DNA, por exemplo, o principal não seriam as condições exatas para o experimento, mas que o estudante vivencie aquele momento compreendendo o motivo de cada etapa utilizada naquele procedimento.

Na perspectiva onde a prática deva instigar a curiosidade e não soar apenas como algo repetitivo ou mecanizado, como uma sequência de protocolos, estes tipos de atividades têm-se mostrado muito eficientes, pois os estudantes demonstram constantemente curiosidade e entusiasmo (DUSO, 2012), além de motivação, durante as aulas e maior confiança durante a participação nas mesmas, demonstrando um maior senso de criticidade (WOMMER, 2013).

Para Krasilchik (1996), somente nas aulas práticas os estudantes enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio. Mas para isso ocorrer é necessário em primeiro lugar que o material instrucional seja significativo para que haja o engajamento do estudante (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Cabe destacar a existência de professores que enfrentam, apesar dos obstáculos, as condições que dificultam o trabalho experimental e produzem práticas criativas que nem sempre são socializadas de forma devida. Essas atividades envolvem, principalmente, a produção de materiais próprios, o desenvolvimento de projetos escolares, o estabelecimento de um sistema de empréstimo com as Universidades, a realização de experimentos expostos em atividades escolares como as feiras de ciências, a visita a laboratórios universitários, entre outras opções (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Para as autoras supracitadas, ainda que não provoquem uma mudança radical no quadro do ensino de Biologia experimental, tais ações constituem exemplos de resistência de valor inestimável e embora reconheçam ser possível e desejável desenvolver habilidades científicas por meio da realização de experimentações didáticas, percebe-se que as aulas se enriquecem ao voltar a atenção às questões suscitadas aos alunos pelas atividades experimentais, ou seja, as atividades experimentais devem ter um caráter investigativo.

Para Silva Júnior (2015), a ideia de atividade prática, aqui, está associada com atividades que sejam alternativas em relação aos materiais, lúdicas e interativas e permitindo, desta forma, que os estudantes deixem de ser um mero telespectador de seu professor e se tornem agentes que contribuam com o seu docente, permitindo-lhes o entendimento lógico do por quê, o quê e para quê está sendo estudado.

Em relação ao ensino da anatomia, atividades de caráter prático são muito pouco praticadas devido, principalmente, aos problemas relacionados a material.

1.4 – Ensino da anatomia humana

O conhecimento sobre anatomia remonta à pré-história. Mediante os artefatos e inscrições que datam da pré-história, é possível inferir que já nesse período existiam alguns conhecimentos anatômicos. Os registros mais antigos de observações anatômicas reais realizadas no Ocidente datam de 500 a.C., nos fragmentos de escritos de Alcmeon, na Grécia antiga. Destaca-se, neste período, a Coleção Hipocrática e as observações do filósofo Aristóteles, ao qual se atribui a criação da Anatomia comparada, além do próprio termo ‘anatomia’ que significa literalmente cortar em partes. Mas foi em Alexandria, no Egito, o local no qual a Anatomia alcançou, pela primeira vez, o *status* de disciplina quando, segundo os escritos de Cláudio Galeno (em latim, *Claudius Galeno*), “o médico dos gladiadores”, ocorreram as primeiras dissecações públicas de animais e seres humanos. Com o passar dos séculos, mesmo com as restrições das dissecações humanas por motivos religiosos durante a idade média, as dissecações em animais se tornaram culturais e contribuíram para o maior conhecimento do ser humano e outros animais. (ARAÚJO *et al.*, 2014a; LARRE; MELLA, 2011; TALAMONI, 2012)

Já na era renascentista, ao longo dos séculos XVI, XVII e XVIII, as práticas de dissecação humana, inicialmente empregadas para a descoberta da morte de pessoas importantes, ficaram tão incorporadas à cultura da época que a exposição de cadáveres se tornou um entretenimento nos chamados teatros anatômicos (ARAÚJO *et al.*, 2014a; TALAMONI, 2012).

Neste mesmo período, devido a intensa procura por cadáveres, há relatos de corpos recém-enterrados que eram roubados dos cemitérios para fins de estudo e entretenimento na Inglaterra. Isso ocorria, pois, neste país, apenas os corpos de assassinos executados poderiam ser dissecados, conforme a lei de assassinato (*murderact*) de 1752. Ressalta-se que o objetivo para os anatomistas era o de aprendizado, mas para o público em geral era uma punição extra para os assassinos.

Para regulamentar e aumentar a quantidade de corpos para as escolas de medicina, evitando-se os roubos de corpos, foi criada a lei da anatomia (*Anatomyact*), em 1832, que previa a disposição de corpos não reclamados para as instituições de ensino, além do fim das dissecações públicas (MARSOLA, 2013; TALAMONI, 2012, 2014).

Desta maneira, o ensino da disciplina passou a depender da doação de corpos para as universidades, mas, assim como nos séculos XVI, XVII e XVIII, atualmente, o número de doações de cadáveres não é suficiente e os métodos alternativos de ensino da anatomia tornam-se cada vez mais úteis, visto que a necessidade de corpos para estudo é maior do que a sua disponibilidade (COSTA; COSTA; LINS, 2012). Segundo Calazans (2013), as peças cadavéricas têm sido substituídas por bonecos, imagens radiológicas, programas de dissecações virtuais e outras tecnologias mediadas por computadores.

No entanto, segundo Costa, Costa e Lins (2012) há controvérsias sobre a eficácia de medidas de substituição das peças cadavéricas por modelos artificiais, especialmente por estudantes da saúde, pois quando questionados se o uso de cadáveres poderia ser substituído por programas de computadores e materiais sintéticos, mais de 80% responderam negativamente.

No Brasil, a lei 8501/92 que regulamenta a destinação de cadáveres não reclamados para o ensino e pesquisa (BRASIL, 1992) é enfática ao destacar que os cadáveres serão destinados apenas para as escolas de medicina, não citando outros cursos, nem mesmo outros níveis de ensino como o ensino básico. Já a portaria nº 01 de 2010 do Ministério Público do Distrito Federal em seu artigo 2º, por exemplo, acrescenta o termo “outras faculdades de ciências da saúde” e “instituições de pesquisa” em que o projeto tenha sido analisado por um comitê de ética (MPDF, 2010). Portanto, apesar do conteúdo sobre anatomia humana e comparada estar previsto no ensino fundamental e médio, o ensino da disciplina no ensino básico nunca teve o foco em corpos.

1.4.1 - Metodologias no ensino de anatomia humana

O estudo da anatomia permite revelar e compreender os diferentes níveis da organização, do funcionamento e da biologia dos organismos animais. Em meio a surpresas e inquietações, percebemos que ainda temos muito o que aprender e a ensinar com a anatomia. Essa constatação aumenta nossa responsabilidade e aprofunda, ainda mais, nosso respeito e admiração pelos seres vivos (SEBBEN *et al.*, 2015).

A anatomia permite ao estudante caracterizar as funções vitais, relacioná-las entre si na manutenção do ser vivo e relacioná-las com o ambiente em que vivem os diferentes seres vivos, estabelecer vínculos de origem entre os diversos grupos de seres vivos, comparando essas diferentes estruturas, aplicando conhecimentos da teoria da evolução na interpretação dessas relações (BRASIL, 2004). Porém, apesar da anatomia permitir tais vínculos e relações com outros conhecimentos, é muito comum o conteúdo ser ministrado de modo livresco e

apenas decorativo. É preciso ressaltar que é recomendável que qualquer conhecimento morfológico, independente da área botânica, zoológica ou qualquer outra, esteja relacionado com a sua funcionalidade ou outros aspectos biológicos e ambientais (SANTOS *et al.*, 2015).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (2004), além das relações com outros conhecimentos, dentro do ensino da anatomia humana, é importante dar destaque ao corpo humano, focalizando as relações que se estabelecem entre os diferentes aparelhos e sistemas e entre o corpo e o ambiente, conferindo integridade ao corpo humano, preservando o equilíbrio dinâmico que caracteriza o estado de saúde. Esta visão é compartilhada por Moraes e Guizzetti (2016) que consideram que o estudo do corpo humano de forma sistêmica seria fundamental para que nossos estudantes pudessem se situar como seres humanos dotados de corpos biológicos, e inscritos socioculturalmente e conscientes das hibridações entre seu corpo e seu meio natural.

Geralmente, o ensino de Ciências e Biologia e, conseqüentemente dos conteúdos referentes à anatomia humana, fica restrito ao apoio apenas de livros didáticos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011) que, ao contrário do que preconiza os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, apresentam funções e órgãos de sistemas que não fazem conexões uns com os outros (MORAES; GUIZZETTI, 2016) e muitas vezes com erros conceituais (BRITO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011). Além de um corpo desconexo com o ambiente e entre si, deste modo, o ensino da anatomia humana fica restrito às imagens bidimensionais que não representam satisfatoriamente a morfologia e a relação dos diferentes órgãos entre si.

Para Trivelato (2005) pode ser que o caminho seja encontrar formas de, sustentados por todo esse conhecimento que nossa cultura acumulou, articular as partes que nos permitirão ter a compreensão do todo, integrado, complexo, interagente, holístico. Demonstrando para o estudante essa visão do corpo como uma unidade funcional em consonância com o meio que o cerca.

Porém, verifica-se que a busca por alternativas para um ensino do corpo como algo integrado é ainda incipiente. Os autores Lima e Borges (2007) realizaram um levantamento sobre os trabalhos apresentados no 'I Encontro de Ensino de Biologia' e apuraram que apenas 9,8% dos trabalhos foram sobre Anatomia/Fisiologia Humana, sendo que a sua maioria aplicados ao ensino superior.

Portanto, percebe-se que, de modo geral, a metodologia que prevalece é a de aula expositiva com ênfase na memorização de nomenclaturas apenas. Esta metodologia mantém como permanente e exclusiva a transmissão verbal do saber, processo unilateral em que o

professor é a única autoridade, detentora de prerrogativas e de decisões. Uma máquina de ensinar, que transmite conteúdos nem sempre elaborados criticamente (SANTOS *et al.*, 2017b).

Há alguns trabalhos, como o de Vieira e Marques (2018) e o de Lima *et al.* (2018), que buscaram dinamizar o ensino deste conteúdo a partir do uso de jogos. Ambos envolveram como temática principal a fisiologia do sistema reprodutor, que ao ser trabalhada no jogo trabalharam-se também aspectos anatômicos deste sistema.

Lançando mão de alternativas virtuais, têm-se os programas e aplicativos para o ensino da anatomia e fisiologia humana. Com eles pode-se analisar as estruturas de forma tridimensional e interativa podendo-se dar zoom e verificar estruturas micro anatômicas de difícil acesso em órgãos reais como no aplicativo para celulares *My Incredible Body* da empresa *Visible Body* (BOWDITCH; BOWDITCH, 2019), por exemplo. Outra vantagem é o fato dos programas estarem disponíveis em várias plataformas como o computadores, smartphones e tablets. Porém, a grande maioria destes programas são pagos ou necessitam da internet de banda larga. Algo que, ainda não é acessível para a grande maioria das escolas públicas no Brasil.

O programa denominado Homem Virtual (WEN; ZAGATTO, 2003) é um exemplo neste sentido. A partir dele é possível imprimir peças em impressoras 3D para utilização em aulas de anatomia nas faculdades de medicina e como estudo prévio para cirurgias. É um programa pago aplicação ainda incipiente no ensino básico. Outro exemplo é o programa *Anatomy & Physiology* da empresa *Visible Body* (BOWDITCH; BOWDITCH, 2019) que fornece imagens de alta qualidade onde o estudante pode ter acesso a todas as estruturas do corpo humano em 3D, a possibilidade de zoom e vídeos. Porém, assim como o exemplo anterior, o programa com todas as funcionalidades é pago.

Na tentativa de dinamizar as aulas de anatomia, além das opções de realidade virtual e o desenvolvimento e aplicação de jogos, há trabalhos que se utilizam da modelagem. Modelar é o ato ou processo de criar modelos para um fenômeno ou evento através da seleção, interpretação, conceituação e integração de aspectos relevantes para descrever e explicar o comportamento do sistema (FERREIRA, 2006). Tal metodologia é utilizada para facilitar o entendimento de conceitos abstratos ou complexos tornando o entendimento e a explicação sobre o assunto algo simples transpondo o conhecimento científico estabelecido para o ambiente escolar (AGUIAR, 2015; JOSÉ; JÚNIOR; GOBARA, 2016).

Tais modelos podem ser bidimensionais sendo compostos por gráficos, imagens, esquemas, além dos modelos concretos que são tridimensionais e, por isso, os mais

importantes em relação à anatomia humana. A partir da utilização de um modelo tridimensional, o estudante tem a possibilidade de comparar diferentes estruturas, relacionando forma e função estabelecendo relações de proporcionalidade, o que facilita as associações e correlações do todo com as partes e as partes com o todo, aproximando o modelo teórico do real (AGUIAR, 2015; ORLANDO *et al.*, 2009). Além disso, seu manuseio explora o desenvolvimento motor, visual e estético do estudante (AGUIAR, 2015).

Modelos anatômicos sintéticos são bem didáticos e realistas. Nestes modelos, uma mesma estrutura pode ser apresentada em diferentes escalas e detalhamentos de estruturas internas e externas. Além disso, são fáceis de armazenar quando comparadas com modelos a partir de órgãos reais. Geralmente, são de alto custo para as instituições educacionais, principalmente as escolas públicas brasileiras que carecem de recursos. Assim, os modelos sintéticos se tornam inviáveis para aulas com grande número de estudantes.

Na tentativa de contornar essa situação, alguns autores desenvolveram e aplicaram modelos, geralmente com materiais de baixo custo, a partir de modelos já elaborados e aprovados (DUSO, 2012; SILVA JÚNIOR, 2015; SILVA ARAÚJO *et al.*, 2017). Araújo *et al.* (2014a) desenvolveu trabalho onde os próprios estudantes confeccionaram seus modelos anatômicos, o que resultou em uma postura mais ativa por parte dos estudantes.

Outra maneira que tem sido utilizada para diversificar o ensino da anatomia é a partir da visita dos estudantes do ensino básico a museus e laboratórios das Universidades como o trabalho de Savassa; Saleh e Pugliese (2018). Nestas visitas, principalmente aos laboratórios, há o de anatomia humana, geralmente mais restrito e os que utilizam da anatomia comparada para o ensino da anatomia humana.

A anatomia comparada pode ser uma importante ferramenta para o aprendizado da fisiologia e anatomia humana. Principalmente quando se estuda as estruturas anatômicas dos mamíferos em geral. Um exemplo neste sentido é a sístole e a diástole do coração, pois independentemente do grupo animal (vertebrados) que se analise, o seu funcionamento básico será o mesmo. Nessa perspectiva, há materiais que podem auxiliar o ensino da anatomia humana a partir das estruturas de outros animais, como o trabalho de Sebben *et al.* (2015) que utiliza imagens e vídeos realizados no Laboratório de Anatomia Comparada dos Vertebrados – LACV na Universidade de Brasília – UnB.

Ainda sobre as possibilidades da utilização da anatomia comparada no ensino, Piemonte *et al.* (2018) realizou trabalho com peças de coxa e sobrecoxa de galinhas para o ensino de histologia e Silva *et al.* (2018) utilizou encéfalos de carneiros como referência para o ensino do sistema nervoso humano. Já Lima e Silva; Machado e Biazussi (2012) buscaram,

a partir da dissecação de órgãos suínos e sua posterior fixação em formol, uma alternativa para a falta de peças humanas em curso técnico de enfermagem. Ainda segundo estes autores, a metodologia de ensino por anatomia comparada é eficiente, pois os estudantes se mostraram mais motivados e assimilaram melhor os conteúdos trabalhados. Além disso, a confecção destas peças ajuda a estruturar os laboratórios das instituições de ensino e aproxima a teoria da prática e da realidade.

Sob a perspectiva da utilização de diferentes metodologias, além das aulas expositivas somente com o auxílio de imagens bidimensionais, a utilização de coleções biológicas para o ensino da anatomia humana e comparada no ensino básico, cumpre o que prevê na LDB e nos PCNs em relação às atividades práticas e sobre o ensino das funções vitais dos seres vivos de forma integrada. Além disso, está de acordo com a visão de macroprojeto “Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados” do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Biologia - PROFBIO que preconiza:

Tendo em vista que a construção do conhecimento comparado do funcionamento orgânico dos diferentes animais está relacionada à representação mental tridimensional dos diferentes organismos, as imagens, obtidas ao microscópio ou macroscopicamente, os diagramas, esqueletos, peças anatômicas e outros recursos visuais são fundamentais para a compreensão e consolidação do conhecimento acerca da interação entre diferentes órgãos, tecidos e seus eventos funcionais. Assim, é essencial a disponibilização de recursos que possibilitem ao estudante acessar essas imagens macro e microscópicas em tempo ilimitado (PROFBIO, 2017, p. 1)

1.5 - Ensino da Biologia e as coleções biológicas

As coleções biológicas e o espírito do colecionismo estão intimamente relacionadas com a história dos museus que tiveram papel fundamental para a consolidação da História Natural como ciência e no desenvolvimento da Biologia como a conhecemos atualmente (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Em geral, a ideia de uma coleção está associada à classificação e separação de forma sistematizada, mas para Selles (2015, p.XII) “Não se pode associar o ato de colecionar apenas com gavetas, etiquetas e armários. O sentido de colecionar se faz colecionando, entendendo, ensinando e divulgando”. Ainda, segundo a autora, o ensino de Biologia sem coleções seria o mesmo que abrir um livro de geografia sem mapas ou um livro de botânica sem imagens.

No século XVI, os antepassados dos museus de História Natural europeus, os chamados “gabinetes de curiosidades”, possuíam os objetos que chegavam através das navegações dos chamados “novos mundos”. No período compreendido entre os séculos XVI e XIX há a substituição dos antigos gabinetes de curiosidades pela então novidade dos

chamados “museus científicos”. Atualmente, os objetos que são encontrados nas exposições dos museus de História Natural não são iguais aos existentes nas coleções de estudo, em geral longe do alcance dos visitantes e somente disponibilizados para especialistas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). A mesma diferenciação é feita atualmente em relação às coleções didáticas e às coleções científicas.

Coleções são constituídas basicamente por objetos, o que, para Marandino, Selles e Ferreira (2009) são fonte de prazer, de deleite e de observação científica e, em um contexto de ensino e de divulgação, possuem a capacidade de promover fascínio, impacto e experiências de contemplação e de manipulação, o que possibilita a concretização da informação.

Talvez por isso, verifica-se que o estímulo ao uso de coleções didáticas no ensino não é recente. Ele foi incentivado nas décadas de 20 a 40 pelo movimento da Escola Nova, com a intenção anunciada de promover uma reforma educacional que privilegiava a atividade prática e o interesse dos estudantes (SANTORI; SANTOS; SANTOS, 2015).

O período em que o movimento da Escola Nova estava inserido foi marcado pela criação dos museus escolares que surgiram desde o início com a função de reunir material para o chamado ensino intuitivo (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Ainda segundo as autoras, o método intuitivo foi um movimento pedagógico, sob forte influência da filosofia positivista, que abrangia conteúdos e métodos a serem ensinados no ensino elementar e tinha como base o uso de objetos concretos para serem observados e experimentados pelas crianças. No entanto, as coleções presentes nestes museus escolares eram, ironicamente, acondicionadas de modo a impedir o seu manuseio pelos estudantes, frustrando o desenvolvimento dos sentidos pretendido pelo ensino intuitivo.

Para Santori, Santos e Santos (2015), ao se montar uma coleção didática biológica visando conhecer e organizar a diversidade dos seres vivos pode-se desenvolver estudos relacionados à morfologia, taxonomia, sistemática, biogeografia, genética, ecologia e, principalmente, à evolução. Isso, segundo os autores, permitiria expandir o conhecimento biológico referente às espécies colecionadas por parte dos estudantes. Para eles, as coleções biológicas didáticas são recursos úteis e, na maioria das vezes, de baixo custo e fácil obtenção, podendo ainda ser utilizadas em outros espaços educativos, como museus e feiras de ciências (SANTORI; SANTOS; SANTOS, 2015).

Segundo Peixoto (2012), as coleções didáticas constituem a base para o processo de conhecimento nas instituições de ensino, onde o estudante é incentivado a manipular peças, a desenvolver a capacidade de criar modelos e a fazer estudos comparativos.

Além disso, em trabalhos com uso de coleções biológicas, percebe-se a melhoria do desempenho dos estudantes pela possibilidade da associação da teoria com a prática vivenciada a partir da manipulação de peças que estimulam a observação, análise, manipulação e curadoria dos espécimes depositados nessas coleções, tornando o aprendizado significativo, pois o assunto estudado possui ligação com o real, com o cotidiano do mesmo (AZEVEDO *et al.*, 2012; PEIXOTO, 2012; SILVA *et al.*, 2016; WOMMER, 2013). Outra vantagem significativa das coleções didáticas é a possibilidade das mesmas poderem ser armazenadas durante muitos anos, sendo utilizadas em espaços formais e não formais de ensino, e “dialogarem” com outras áreas do conhecimento (SILVA; CORRÊA; MATOS, 2014). No Laboratório de Anatomia Comparada de Vertebrados – LACV na Universidade de Brasília – UnB, por exemplo, existem peças com mais de 20 anos (corações de raias), servindo para o ensino e aprendizagem de milhares de estudantes ao longo deste período.

1.5.1 – Aspectos da legislação sobre coleções biológicas.

Uma coleção pode ser entendida como um conjunto de objetos de valores estéticos, culturais ou científicos (MARANDINO; RODRIGUES; SOUZA, 2014). Por definição, uma coleção anatômica humana ou comparada, segundo a normativa nº 160 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), é “Coleção Biológica: coleção de material biológico testemunho constituída com o objetivo de gerar e subsidiar pesquisa científica ou tecnológica, bem como promover a cultura, a educação e a conservação do meio ambiente” (BRASIL, 2007, p.1).

Essa normativa institui o Cadastro Nacional de Coleções Biológicas e disciplina o transporte e o intercâmbio de material biológico consignado às coleções, tipifica as coleções biológicas como: científica, didática, particular, de segurança nacional e de serviço. As coleções científicas e didáticas estão assim definidas:

Coleção Biológica Científica: coleção de material biológico devidamente tratado, conservado e documentado de acordo com normas e padrões que garantam a segurança, acessibilidade, qualidade, longevidade, integridade e interoperabilidade dos dados da coleção, pertencente à instituição científica com objetivo de subsidiar pesquisa científica ou tecnológica e a conservação *ex situ* (BRASIL, 2007, p.1).

Coleção Biológica Didática: coleção de material biológico pertencente a instituições científicas, a escolas do ensino fundamental e médio, unidades de conservação, sociedades, associações ou às organizações da sociedade civil de interesse público, destinadas à exposição, demonstração, treinamento ou educação (BRASIL, 2007, p.1).

Uma coleção anatômica, humana ou comparada, portanto, pode ser entendida como um conjunto de amostras de órgãos, compondo ou não um sistema, inteiros ou em partes, preparados e organizados com objetivos específicos.

Existem leis e normativas que regulamentam a utilização de animais na educação. A instrução normativa nº 03/2014 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) define que a coleta e transporte de material biológico ou para uso didático ou científico é restrita ao ensino superior. Porém a mesma normativa define:

Esta Instrução Normativa não se aplica à coleta e ao transporte de material biológico de espécies:

I - domesticadas ou cultivadas, exceto quando relacionados às pesquisas realizadas em unidades de conservação federal de domínio público; e

II - silvestres exóticas em condição *ex situ* (ICMBio, 2014, p.2).

Percebe-se aqui um vácuo legal, pois há a prerrogativa para as coleções didáticas no ensino básico, porém as normativas para a aquisição de material ainda não foram estabelecidas. Assim, uma solução seria a utilização de animais domesticados para tal.

Porém, é importante ressaltar que a lei 11794/2008 que estabelece procedimentos para o uso científico de animais vertebrados determina que a utilização destes animais para o ensino e para o uso científico é restrito ao ensino superior ou educação técnica profissional de nível médio da área biomédica (BRASIL, 2008a). Mas, a mesma lei também relata em seu artigo 3º que não será considerada experimento (procedimentos efetuados em animais vivos, visando à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas) as intervenções não-experimentais relacionadas às práticas agropecuárias.

Acrescenta-se ainda a lei 9605/1998 sobre crimes ambientais que, em seu artigo 32, diz que é crime “praticar ato de abuso, maus tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos” (BRASIL, 1998). Portanto, a utilização de animais mortos por causas naturais ou circunstâncias não experimentais para o estudo da anatomia humana e comparada no ensino básico é uma alternativa sem restrições de caráter legal. Nesse caso, a utilização do porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*) é uma alternativa viável por diversos motivos. Entre eles estão a grande semelhança de tamanho, volume e peso dos órgãos suínos com os órgãos humanos e o número relativamente grande de frigoríficos no Brasil por ser um dos maiores produtores de carne suína no cenário mundial.

1.5.2 – A importância da conservação no uso das coleções biológicas

Há mais de 5000 anos existe a preocupação com a conservação das peças anatômicas. Inicialmente esta preocupação era de cunho religioso, pois algumas civilizações da

antiguidade, com destaque para os egípcios, embalsamavam os seus mortos em rituais fúnebres. Posteriormente, tal preocupação em se conservar cadáveres foi para sua utilização com fins didáticos nas Universidades (KIMURA; CARVALHO, 2010; TALAMONI, 2014).

As coleções biológicas possuem duas maneiras básicas para a sua conservação. O meio líquido (via úmida) e o meio seco (taxidermia). As coleções de via úmida são relativamente mais simples do que as que necessitam realizar a taxidermia e utilizam-se de substâncias químicas que vão evitar a decomposição do material (SANTORI; MIRANDA, 2015).

São muitas as substâncias utilizadas com o intuito de se conservar material biológico. Silva *et al.* (2008) traz em seu trabalho um histórico sobre algumas substâncias utilizadas para conservar o material biológico de interesse. Ele relata que Guilherme Hunter (1718-1783) utilizava o álcool como meio de fixação e conservação. François Chaussier (1742-1828) empregou o dicloreto de mercúrio para evitar a putrefação e favorecer a mumificação. Johann Jacob Ritter (1714-1784) utilizou o arsênico. Karl Wilhelm Sheele (1742-1786) descobriu a glicerina que foi utilizada por Carlo Giacomini (1840-1898) para preservar corpos. Posteriormente, em 1868, August Wilhem V. Hoffmann (1818-1892), químico alemão, descobriu e passou a utilizar o formol como substância fixadora e conservante.

Devido a própria natureza dos materiais que compõem as coleções biológicas, é importante compreender as principais substâncias e técnicas de conservação para o material biológico. O principal objetivo das técnicas de conservação é manter as características morfológicas das peças o mais próximo da realidade encontrada em animais vivos, ou seja, sua cor, consistência dos tecidos, flexibilidade, aparência, dimensões e relações dos órgãos (CARMO, 2017; KIMURA; CARVALHO, 2010). Além disso, outros fatores como a facilidade de execução, o custo, o tempo de preparação, a conservação e a manutenção das peças ao longo do tempo devem ser levadas em consideração.

A seguir tem-se uma breve explanação sobre as substâncias / métodos utilizados para conservação de peças anatômicas:

a) Formol

Seu baixo custo e baixa necessidade de manutenção, fazem do formol a substância mais utilizada na fixação e conservação de peças anatômicas em geral (PEREIRA, 2014).

O aldeído fórmico, popularmente conhecido como formol, é comercializado em solução aquosa concentrada a 40%, aproximadamente. Nesta proporção apresenta uma quantidade que varia de 6% a 15% de metanol, várias resinas do tipo fenólicas, ureicas, alguns poliacetatos, hexaminas e uma mistura de outros compostos em menor quantidade,

dentre eles metais pesados como chumbo e cádmio, ocorrendo a formação de vapores que favorecem facilmente a inflamabilidade (KIMURA; CARVALHO, 2010).

Esta substância é amplamente utilizada na fabricação de vidros, espelhos, móveis, explosivos, na coagulação de borracha natural e no endurecimento de gelatinas, albuminas e caseínas. Na área agrícola pode-se destacar o seu uso na produção de fungicidas e pesticidas (INCA, 2009).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) com a preocupação dos riscos à saúde oferecidos pelo uso do formaldeído, em 18 de junho de 2009, divulgou através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 36/09 (BRASIL, 2008b) a proibição da venda do produto Formol em todo o país em drogarias, farmácias, supermercados, armazéns, empórios e lojas de conveniência devido ao seu uso indiscriminado por profissionais responsáveis por tratamentos estéticos.

Verificou-se um número de cânceres de nasofaringe em trabalhadores expostos ao formaldeído ao longo do tempo muito maior em relação a profissionais que não foram expostos ao composto. Devido a estas evidências, o formaldeído é considerado uma substância carcinogênica (IARC, 2006).

Por isso, deve-se ter extremo cuidado ao se manipular esta substância, pois independente da concentração é uma solução extremamente desagradável quanto ao odor e também desencadeia uma grande irritação da garganta, pulmões, olhos, nariz e até mesmo ao entrar em contato com a pele (CURY; CENSONI; AMBRÓSIO, 2013).

b) Glicerina

A glicerina refere-se ao produto na forma comercial do glicerol, com pureza acima de 95%. Foi batizada como “o doce princípio das gorduras” por seu descobridor, o sueco Karl Wilhelm Sheele. O glicerol é um composto orgânico pertencente à função álcool. É líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso (KIMURA; CARVALHO, 2010; SILVA *et al.*, 2008).

A principal característica da glicerina é a capacidade de desidratar as células, o que contribui para as suas ações antissépticas. Assim, impede que fungos e bactérias gram-negativas e gram-positivas, com exceção para as formas esporuladas, se proliferem (KIMURA; CARVALHO, 2010).

Os protocolos de glicerinação são alternativas para a substituição do formol enquanto conservante pelo fato dessa substância ser inodora, não havendo preocupação quanto a irritação das mucosas, além do fato de não ser uma substância cancerígena e ter o nível de contaminação muito inferior ao do formol quanto ao meio ambiente. Diferentes protocolos

foram e são utilizados na tentativa de chegar a 100% de confiança quanto à sua eficiência, sendo utilizado na maioria dos procedimentos o álcool absoluto associado a glicerina. O seu uso não afeta a coloração da peças, deixando-as próximas do real, proporciona maior leveza devido a desidratação que a técnica causa, dá um aspecto emborrachado a peça, possui um longo período de conservação e possibilita fácil visualização e identificação de estruturas detalhadas, podendo ser acondicionadas fora das caixas ou em caixas sem o meio líquido (CURY; CENSONI; AMBRÓSIO, 2013; KIMURA; CARVALHO, 2010; SILVA, 2018).

Porém, o custo da glicerina é muito elevado, motivo pelo qual ela ainda é pouco utilizada nos laboratórios de anatomia. Com o tempo as peças glicerinadas tendem a ficar escuras necessitando de gastos extras para o branqueamento, além de apresentarem uma retração tecidual em relação às peças conservadas somente no formol (KIMURA; CARVALHO, 2010; KRUG *et al.*, 2011; PEREIRA, 2014; SILVA, 2018).

c) Criodesidratação

Essa técnica surgiu na tentativa de solucionar o problema da conservação e manutenção de peças anatômicas em formol. Como o próprio nome já diz, a técnica de criodesidratação consiste em desidratar as peças para diminuir drasticamente as chances de micro-organismos se proliferarem no material. Têm-se mostrado uma ótima opção em relação ao formol e outros líquidos conservantes no controle ambiental, já que não há necessidade de descarte de resíduos e ótima na conservação das peças, tanto de pequenos animais quanto de animais de grande porte (CURY; CENSONI; AMBRÓSIO, 2013).

Sua desvantagem se dá pelo tempo de preparo, devido ao lento processo de descongelamento, o que pode ser solucionado pela estufa de ventilação forçada que também mantém a umidade estável já que dependendo da região do país, devido as grandes variações de clima, esse fator pode prejudicar o processo como um todo (CARMO, 2017).

d) Álcool

O álcool é uma substância química que, ao contrário do formol, não apresenta uma reação adversa a olhos e mucosas e a qualquer outro órgão, e não é tão tóxico quanto o segundo. A peça conservada dessa maneira mantém sua estrutura próxima àquela do estado real apresentando uma leve descoloração e se mantém por um longo tempo em perfeita condições (PEREIRA, 2014).

Em trabalho de Silva (2018) verificou-se que o álcool como conservante foi a substância que menos deformou as peças em relação as dimensões (largura e comprimento) quando comparadas a peças conservadas em solução de formol a 10%.

A sua desvantagem se dá pelo fato da necessidade da sua reposição de modo periódico, pois o álcool é uma substância que evapora à medida que a peça for sendo manuseada. Outro ponto negativo desta técnica é a limitação de tamanho das peças as quais devem ser de pequeno e médio porte. Caso seja aplicada a corpos de animais e/ou humanos inteiros, o tanque deve ser hermeticamente fechado para que o álcool não evapore e os gastos com a manutenção aumentem (PEREIRA, 2014; SILVA, 2018).

1.5.3 – Aspectos limitantes do uso de coleções biológicas

A definição de coleção didática pressupõe uma utilização voltada para o ensino, em demonstrações e em atividades de preparação para o trabalho docente e, por isso, nem sempre passam pelas mesmas formas de cuidado, de conservação, de documentação e de uso em comparação com as coleções científicas. Justamente por suas características, as coleções didáticas têm curta duração em relação às científicas, uma vez que seu manuseio constante provoca danos e por isso requerem renovação permanente, e isso não é algo trivial diante do conjunto de atividades que os docentes têm de desempenhar (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Isso pode ser considerado um fator limitador para o uso das coleções como material didático.

Outro fator que distancia as coleções didáticas das instituições de ensino básico é a falta de conhecimento em relação aos procedimentos necessários para sua montagem e manutenção por parte dos professores. Embora possa ser considerada uma tradição no ensino das Ciências Naturais, muitos professores alegam não utilizarem as coleções como materiais didáticos por não conhecerem os procedimentos necessários para sua confecção, o que restringe as possibilidades de sua utilização na escola (SANTOS *et al.*, 2015).

1.6 – O ensino de Biologia substanciado por aulas de caráter investigativo.

Tradicionalmente, o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida a partir de um instrumental analítico e descritivo sem o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2014). Nesse contexto, em que o professor atua como um transmissor de verdades estáticas, o estudante raramente pode experimentar o excitação intelectual envolvido na busca do conhecimento, ou sentir o fervor do questionamento científico (AMABIS, 2009).

Segundo Zompero & Laburú (2016), o ensino investigativo, também denominado *inquiry*, tem suas origens nos Estados Unidos a partir das ideias do filósofo John Dewey.

Ainda segundo os autores, o ensino por *inquiry* possibilitaria o raciocínio, a cooperação entre os estudantes e as habilidades cognitivas que permitiriam uma enculturação científica.

Krasilchik (1996) afirma que aulas baseadas em investigações devem incluir aspectos sobre como os cientistas realmente trabalham, os seus contextos e os fatores que influem no processo. Em sua obra cita o BSCS, nos Estados Unidos, como exemplo, pois o documento destacava características da pesquisa como a definição do problema, a obtenção de dados, a experimentação, o controle, a elaboração de hipóteses entre outros.

Segundo Scarpa e Silva, (2018), Azevedo, (2018), Zompero e Laburú (2016) as atividades investigativas se baseiam fundamentalmente em uma problemática que possibilite a elaboração de diferentes hipóteses por parte dos estudantes. Pode-se resumir o ensino por investigação a partir da definição de Carvalho (2018). A autora relata que o ensino baseado em investigação:

... na maioria das vezes inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os estudantes no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático (CARVALHO, 2018; p.09).

Documentos oficiais como o PCN+ (2014) e a BNCC (2018) trazem claramente em seus textos referentes ao ensino das ciências naturais incentivos a um ensino com base na investigação.

Os PCN+ privilegiam as competências voltadas para o domínio das linguagens científicas e suas representações, para a investigação e compreensão científica e tecnológica e para os aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos que, no âmbito da Biologia... (BRASIL, 2014; p.36).

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação... (BRASIL, 2018; p.550).

Percebe-se que apesar do ensino baseado em investigações não ser algo recente por ter suas origens e ampla divulgação em meados da segunda metade do século XX (KRASILCHIK, 1996; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009; ZOMPERO; LABURÚ, 2016) tal metodologia é pouco aplicada nas escolas brasileiras sendo por isso estimulada em documentos oficiais recentes. Do ponto de vista do PCNEM tal metodologia seria a inversão do que se tem praticado nas escolas até então.

Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções (BRASIL, 2014; p.36).

O ensino investigativo, além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades para a compreensão das Ciências em todas as suas dimensões, também vai ao encontro das avaliações e propostas internacionais relacionadas ao ensino de Ciências como o PISA. Os objetivos de avaliação do PISA tentam verificar o letramento nessas áreas, identificando a capacidade do estudante de ir além dos conhecimentos aprendidos na escola e analisar, refletir, interpretar, colocar e solucionar problemas em uma infinidade de situações (TRIVELATO; SILVA, 2016).

As mesmas autoras ressaltam ainda que apesar do ensino por investigação buscar levar aos estudantes o conhecimento científico, o mesmo não pode ser transmitido na escola tal como é produzido nos laboratórios, já que o contexto escolar conta com agentes, objetos e objetivos próprios. Tal observação também é feita por Marandino, Selles e Ferreira, (2009) onde diferenciam os experimentos didáticos e os experimentos científicos.

Nessa perspectiva, entende-se que o aprendizado das Ciências Naturais ocorre pela enculturação científica que seria uma imersão dos estudantes em uma nova cultura, a científica, promovendo o acesso às formas que a Ciência possui para a construção dos conhecimentos, seja sua linguagem, seja o conjunto de suas práticas. Para isso é importante, por exemplo, colocar os estudantes em contato com práticas do cotidiano científico como a observação, a manipulação, as reflexões, relatos, discussões, ponderações entre outras (TRIVELATO; SILVA, 2016). Além disso, algo bem característico da cultura científica é a análise de tabelas e gráficos. Portanto, deve-se, por exemplo, estimular a capacidade de compreender, construir e interpretar tabelas e gráficos de vários tipos, incluindo o conhecimento necessário para passar de um tipo de linguagem a outro e selecionar a melhor forma de representação para cada caso (KRASILCHIK, 1996).

Percebe-se, portanto, que no intuito de garantir uma cultura científica por parte dos estudantes tem-se proposto que as atividades experimentais possam ser trabalhadas na forma de proposição de problemas abertos, que proporcionem o maior envolvimento dos estudantes com a atividade investigativa. A resolução do problema é fundamentada na ação do estudante, que deverá refletir, discutir, propor explicações provisórias, testar essas explicações, explicar

e relatar, aproximando seu trabalho de uma investigação científica (TRIVELATO; SILVA, 2016).

Assim como o papel do estudante muda, pois ele deixa de ser um mero receptor de informações e passa a ser um sujeito ativo em seu processo de aprendizagem, o papel do professor também muda no ensino por investigação. Nessa modalidade, o professor incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os estudantes reconhecem as razões de seus procedimentos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Para isso, muito mais do que saber a matéria que está ensinando, o professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que saiba conduzir perguntas, estimular e propor desafios, ou seja, passa de simples expositor a orientador do processo de ensino (AZEVEDO, 2018).

Como destacado por Azevedo (2018), o professor deve ser argumentador, saber conduzir perguntas tornando-se um verdadeiro orientador de seus alunos durante atividades investigativas. Tais habilidades expõem a importância das interações discursivas professor-estudante para o bom andamento de aulas a partir desta modalidade.

Krasilchik (1996) denomina estas interações discursivas como exposições dialogadas. Para a autora, as perguntas do professor intercaladas à exposição do conteúdo motivam os estudantes, auxiliam o raciocínio e apresentam aos estudantes diferentes ideias (hipóteses) ao invés de limitá-los a ouvir apenas as proposições do professor. Para que isso ocorra de modo eficiente e essas interações não se transformem em conversas banais, o objetivo da atividade precisa estar claro para o professor para que o mesmo faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos pelos estudantes com o intuito do trabalho investigativo (SASSERON, 2018).

É preciso demonstrar para os estudantes que o procedimento científico não se resume a fazer experiências, usar equipamentos de laboratório e descobrir coisas. Essa visão passa uma ideia errônea que a linguagem verbal e escrita seriam necessárias apenas para que os cientistas contem o que descobriram. Pode-se e deve-se demonstrar para os estudantes a importância destas linguagens na construção de novas ideias e conhecimentos produzidos nas atividades científicas, auxiliando o processo de alfabetização científica dos estudantes (SASSERON, 2018; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

2 – OBJETIVOS

2.1 -Objetivo Geral

Produzir uma **coleção biológica didática de anatomia comparada** com o uso de peças extraídas de animais da subespécie *Sus scrofa domesticus*, conhecido como porco doméstico, já abatidos para desenvolvimento de aulas práticas de anatomia de mamíferos para estudantes do ensino médio.

2.2 - Objetivos Específicos

- Preparar, conservar e catalogar órgãos suínos para a utilização no ensino teórico e prático de anatomia para o ensino médio, garantindo sua utilização por futuros estudantes e professores da instituição de ensino parceira (CETAN).

- Produzir propostas de aulas investigativas utilizando-se da coleção como ferramenta didática e aplicá-las com os estudantes da instituição parceira (CETAN).

- Verificar a percepção dos estudantes, como professor reflexivo, sobre a experiência da utilização da coleção.

- Produzir um guia (manual) contendo todas as etapas necessárias para a produção de uma coleção biológica de órgãos suínos como referência para o ensino de anatomia humana, incluindo as propostas de como explorar a coleção.

3 – METODOLOGIA

3.1 – Contexto da pesquisa

Esta pesquisa pode ser dividida em dois momentos. Um primeiro momento onde foi confeccionada pelo autor deste trabalho uma coleção biológica didática a partir de órgãos suínos como material pedagógico para o CETAN e a produção de um manual contendo todas as etapas necessárias e dicas, baseadas na experiência do autor, para a confecção da mesma por outros profissionais da educação, em especial outros professores de Ciências ou Biologia. Em um segundo momento, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório com uma abordagem qualitativa sobre a percepção dos estudantes em relação às aulas de caráter investigativo ministradas pelo autor do trabalho, utilizando-se da coleção didática, além das impressões de dois professores de Biologia da unidade escolar que utilizaram-se da coleção em algumas das suas aulas. A coleção foi utilizada por estudantes do 1º e 2º anos do ensino

médio dos turnos matutino e vespertino do CETAN, localizado na cidade de Goiânia – GO, a partir do mês de janeiro de 2019.

A instituição parceira do trabalho, o CETAN, cuja fachada está mostrada na figura 1, está localizado na Rua TV 11, Área 4, Loteamento Tropical Verde em Goiânia – GO, CEP 74483-610. No ano de 2018 a instituição atendeu um total de 1119 estudantes, sendo 780 no ensino médio, 54 na modalidade de ensino de jovens e adultos (EJA) e 285 no ensino fundamental distribuídos nos três turnos (matutino, vespertino e noturno) de funcionamento.

Figura 1 – Fachada do CETAN.



Fonte: Google Maps

O colégio foi fundado em 1985 com 10 salas de aula, laboratório de informática e biblioteca atendendo estudantes de ensino básico (fundamental e médio) em três turnos (matutino, vespertino e noturno), sendo que o turno noturno é na modalidade EJA. Até o ano de 2014, a escola funcionava em um prédio cedido pela prefeitura de Goiânia. Neste ano, ficou pronto o novo prédio que fica na atual localização. A construção, feita aos moldes de um programa governamental chamado de Escola Padrão Século XXI, conta com 12 (doze) salas de aula, 1 (uma) sala para laboratório de informática, 1 (uma) sala para a biblioteca, 1 (uma) sala para laboratório de ciências naturais, 1 (uma) sala para auditório, além de quadra coberta, 1 (uma) cozinha, 6 (seis) banheiros, espaço para estacionamento, vários espaços livres (pátios escolares) e pequenas salas onde ficam a sala dos professores, o almoxarifado, a secretaria escolar e a sala do diretor.

A existência dos espaços não quer dizer que os mesmos funcionem como tais. O laboratório de informática, por exemplo, funciona como sala da coordenação pela falta de computadores necessários para ser utilizada como laboratório de informática. Atualmente, o

espaço é utilizado como sala para os coordenadores pedagógicos e de turno e não consta no censo escolar (QEDU; INEP, 2019) que a instituição possui laboratório de informática.

O laboratório de ciências naturais é outro exemplo neste sentido. Nele, há bancadas de granito, armários, quadro branco e aparelhos de ar condicionado. Porém, materiais para que se possa realizar aulas práticas de Biologia, Química ou Física são inexistentes e, portanto, a sua utilidade antes do desenvolvimento do presente trabalho foi como sala de vídeo somente.

É nessa perspectiva que a confecção de uma coleção didática para aulas de anatomia ganha sentido, pois se equipa o laboratório existente com material para aulas práticas de anatomia humana e comparada, além de poder incentivar outros profissionais a desenvolver algo semelhante. A direção do CETAN concordou com o projeto e um termo de concordância está em anexo (Anexo I).

3.2 – Confecção da coleção

3.2.1 - Espécie animal

A espécie animal escolhida para compor a coleção foi a *Sus scrofa domesticus* (porco doméstico) basicamente por dois motivos. O primeiro fato é o tamanho e volume dos órgãos de vários sistemas como o cardiovascular, o digestório e o pulmonar serem semelhantes aos órgãos dos seres humanos. Isso torna a espécie uma boa alternativa para estudos anatômicos do ser humano por comparação com os suínos. Outro fator positivo é o fato do Brasil ser um grande produtor mundial de carne suína, facilitando a obtenção dessas peças em frigoríficos espalhados pelo país.

3.2.2 - Material necessário

Todo o material necessário pode ser dividido em insumos permanentes e de consumo de acordo com a tabela 01.

- **Insumos permanentes:**

- Não biológicos: Caixas com tampa vedante, bandejas plásticas e potes de boca larga (vidro ou plástico).

- Biológicos: Peças viscerais de suínos.

- **Insumos de consumo:**

Caixa térmica, gelo, formaldeído (37,5%), álcool etílico (etanol) 70° INPM, seringas e agulhas hipodérmicas, luvas de látex, luvas de plástico, avental, faca, recipiente graduado de

1L, máscaras cirúrgicas, bisturi nº3, lâminas de bisturi nº11, tesoura cirúrgica reta, pinça de ponta reta para dissecação, alfinetes de cabeça plástica e papel adesivo transparente.

Tabela 1 - Materiais necessários para a confecção e organização da coleção didática.

Material	Aplicação
Caixas plásticas com tampas vedantes	Armazenagem e proteção das peças durante a fixação e durante a conservação
Bandejas plásticas	Apresentação e manipulação das peças durante as dissecações e as aulas.
Potes de boca larga (tampa plástica)	Armazenagem e proteção das peças
Peças viscerais de suínos	Material base para a coleção
Caixa térmica	Transporte dos órgãos até o local de preparo
Gelo	Conservação dos órgãos durante o transporte
Água	Diluição do formol e lavagem das peças
Formaldeído (37,5%)	Fixação dos tecidos biológicos
Álcool etílico 70° INPM	Conservação das peças após a fixação
Recipiente graduado de 1L	Diluição do formol
Seringas (10 ou 20 ml)	Aplicação de formol nos órgãos durante a preparação
Agulhas hipodérmicas	Aplicação de formol nos órgãos durante a preparação
Luvas de látex	Proteção das mãos durante a preparação das peças
Avental	Proteção das roupas durante a preparação das peças
Máscaras cirúrgicas	Proteção do rosto durante a preparação das peças
Flanelas	Acondicionamento das peças
Faca média afiada	Dissecação das peças
Bisturi nº3	Dissecação das peças
Lâminas de bisturi nº11,	Dissecação das peças
Tesoura cirúrgica reta	Dissecação das peças
Pinça 10 cm de ponta reta	Dissecação das peças
Alfinetes de cabeça plástica	Fixação das etiquetas nas peças
Luvas de plástico (descartável)	Proteção das mãos durante a manipulação das peças
Papel adesivo transparente	Proteção das etiquetas em meio líquido

Fonte: O autor

3.2.3 – Procedimento

As etapas necessárias para a produção de uma coleção anatômica utilizando-se de órgãos suínos estão descritas a seguir:

1 – Coleta e transporte: A coleta deve ser realizada em frigoríficos com alvará sanitário. As peças são então imediatamente colocadas em caixas térmicas com gelo para o transporte até o

local da preparação. Neste caso, a preparação será realizada no laboratório de ciências do CETAN.

2 – Fixação: A etapa de fixação é feita através de uma solução de formol (formaldeído/aldeído fórmico diluído em solução aquosa). Parte-se de uma solução de formol comercial a 37%, dito formol puro, diluído a 10%, ou seja, utiliza-se uma parte de formol comercial para outras nove de água. Essa solução deve ser aplicada da maneira mais homogênea possível nas peças a partir de agulhas hipodérmicas. Após a aplicação das injeções mergulha-se cada peça na solução a 10% de formol. O volume da solução deve ser sempre superior ao volume das peças de modo que todas as peças fiquem imersas na solução.

3 – Dissecção: A dissecção pode ser feita antes da fixação, porém há o risco do material começar a sofrer autólise dependendo do tempo do procedimento e das condições do tempo, já que o calor acelera a decomposição. Assim, optou-se pela dissecção após a fixação. Após a fixação, as peças devem ser lavadas em água corrente para a retirada do excesso de formalina para então se iniciar a dissecção. A dissecção é a retirada, com auxílio de bisturi, tesoura cirúrgica, pinças e facas afiadas, dos tecidos adiposos e das estruturas não desejadas presentes na peça e que dificultam a visualização da estrutura desejada.

4 - Conservação: A conservação deste tipo de coleção é por meio úmido, ou seja, se utiliza líquidos para evitar a decomposição do material. A própria formalina utilizada para a fixação pode ser utilizada como líquido conservante, porém devido aos seus efeitos irritantes nas mucosas de modo geral, especialmente das vias respiratórias, além de seus efeitos carcinogênicos a longo prazo, optou-se pela utilização de outro líquido conservante. O líquido escolhido neste trabalho foi o álcool 70° INPM que pode ser adquirido já nessa concentração ou por meio da diluição do álcool em concentrações superiores.

5 - Organização (Etiquetagem): Cada peça receberá uma numeração impressa em papel sulfite 90g em impressora à laser em dimensões 2,5 x 2,5cm. Após o recorte, cada etiqueta será envelopada por papel adesivo transparente para suportar o constante manuseio e ficar submersa em álcool. As peças serão organizadas em caixas plásticas com tampas vedantes para diminuir o efeito da evaporação do líquido conservante. Optou-se por acondicionar as peças organizadas pelos sistemas que compõem por se considerar mais didático para o público que terá contato constante com o material.

3.3 – Preparação de planos de aulas de caráter investigativo

O fato dos estudantes poderem manipular as peças anatômicas de uma coleção tornando a aula sobre o assunto uma aula prática atrai a curiosidade dos estudantes, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades como a observação e a manipulação possibilitando explorar e comprovar a teoria através da experimentação (ARAÚJO *et al.*, 2014b). Cabe ao professor, como um promotor de dúvidas, favorecer o levantamento de hipóteses e a investigação sobre as mesmas tornando a curiosidade natural dos estudantes em engajamento para o aprendizado do assunto.

Nesta perspectiva, entende-se que as aulas de anatomia/fisiologia e, de modo análogo, o da Biologia, não devam ser algo baseado apenas na memorização de nomenclaturas. Mesmo com a utilização da coleção de modo direto e manipulativo pelos estudantes, as aulas podem se tornar apenas uma sequência de fixação de nomes das estruturas mantendo a tendência descritiva como citada por Krasilchik (1996).

Devido a isso, foram planejadas aulas de caráter investigativo sobre o sistema cardiovascular. Estas propostas de aulas foram inclusas no manual, elaborado pelo autor, para a montagem e exploração da coleção confeccionada no presente trabalho. A proposta inicial de aula investigativa para o sistema cardiovascular foi sistematicamente aprimorada à medida que foi sendo aplicada em sala de aula com os estudantes do CETAN, fornecendo um retorno para as duas propostas sugeridas no manual.

3.4 – Avaliação da coleção

Existem quatro “papéis” que alguém pode assumir no trabalho de observação: o de participante total, o de participante como observador, o de observador como participante e o de observador total (LUDKE; ANDRÉ, 2013). Os dados que serviram de base para esta avaliação foram coletados por meio de observação participativa, onde a identidade do pesquisador e os objetivos da pesquisa são revelados desde o princípio, possibilitando o acesso a uma gama de informações e também o pedido de cooperação do grupo conforme Ludke e André (2013).

Segundo as autoras supracitadas, essa forma de análise possibilita o contato pessoal e estreito entre o pesquisador e o objeto estudado, permitindo, assim, o uso de experiências pessoais como recursos auxiliares na coleta e interpretação dos dados. Proporciona também a captação da “perspectiva dos sujeitos”, neste caso, sobre as aulas com o uso da coleção, permitindo a descoberta de como os estudantes perceberam o material. Gori (2006) afirma

que esse tipo de método permite um autodiagnóstico e a construção de estratégias de enfrentamento prático dos problemas que possivelmente possam surgir.

Como na elaboração desse trabalho houve um acúmulo de funções, em que a mesma pessoa assumiu os papéis de professor das aulas convencionais e pesquisador, optou-se por recorrer a narrativas autobiográficas dentro do contexto do chamado professor reflexivo, já que este trabalho tem por objetivo a contribuição não somente com a pesquisa em educação e com a formação de outros professores, mas também com a formação profissional do próprio pesquisador.

A utilização desse método (investigação de narrativas autobiográficas) sob esse contexto (do professor reflexivo) é defendida por Gastal e Avanzi (2015), pois permitem a reflexividade crítica por parte do profissional, proporcionando uma autocompreensão da sua prática. De acordo com estas autoras os problemas da prática profissional cotidiana, ou seja, aqueles oriundos da “vida real” não se apresentam de modo estruturado e bem delineado, mas mostram-se multifacetados, caóticos e indeterminados. Nesse cenário, emerge a necessidade de um profissional reflexivo.

Segundo Aragão e Gonçalves (2005), essa atividade envolve pesquisador e pesquisado numa relação interativa favorável aos objetivos que se deseja conquistar. Isso se dá porque essa prática de pesquisa permite buscar significados por trás das aparências superficiais do comportamento humano revelando sentimentos, pensamentos, valores e intenções, tornando inteligíveis as ações humanas.

Para verificar a percepção dos estudantes sobre a sua experiência em utilizar uma coleção didática composta por órgãos suínos para as aulas de anatomia, primeiramente, foram ministradas aulas de caráter investigativo, sob a perspectiva do professor reflexivo, sobre o sistema cardiovascular e urinário dos mamíferos com enfoque no ser humano, utilizando-se da coleção como uma das fontes de pesquisa dos estudantes. Foram ministradas 6 (seis) aulas de 50 (cinquenta) minutos ao todo e ao término de cada uma foram elaboradas narrativas autobiográficas registradas no caderno de campo do pesquisador.

Buscou-se registrar todos os acontecimentos, incluindo descrições detalhadas do ambiente, das reações e das emoções demonstradas pelos estudantes durante as atividades. Desse modo, a fala dos estudantes, bem como a sua linguagem e toda a produção decorrente das atividades por parte dos estudantes consta neste diário. Posteriormente, essas narrativas foram analisadas em seus aspectos subjetivos e confrontadas com a literatura, resultando em unidades de análise, sobre as quais se construíram os resultados da pesquisa.

Além de verificar a percepção dos estudantes sobre as aulas utilizando-se da coleção, buscou-se compreender as vivências que os mesmos tinham em ambientes de laboratórios didáticos e com aulas práticas, independentemente do ambiente, a partir de questionamentos levantados pelo professor/pesquisador durante as aulas. Para a participação na pesquisa, cada estudante menor de idade teve que apresentar assinado por seus responsáveis um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo II), um Termo de Assentimento (Anexo III) que os informava sobre a natureza da pesquisa, riscos e benefícios de participarem da mesma, além de um Termo de Cessão de Uso de Imagem ou Voz para Fins Científicos e Acadêmicos. (Anexo IV).

Dois profissionais, também professores de Biologia do CETAN, utilizaram a coleção em algumas das suas aulas com estudantes de turmas do 1º e 2º anos do ensino médio nos turnos matutino e vespertino. Para estes estudantes também foi apresentado um TCLE, um Termo de Assentimento e um Termo para uso de voz e imagem e para os professores um TCLE. Para saber as impressões destes professores sobre a utilização da coleção as suas aulas foram acompanhadas pelo pesquisador e após cada uma delas, assim como nas aulas onde o pesquisador era o professor da turma, foram elaboradas narrativas autobiográficas. Nelas buscou-se registrar de modo detalhado todos os acontecimentos durante as aulas, as reações e emoções, principalmente do professor que estava lidando com o material para perceber pontos positivos e negativos sobre o uso da coleção.

3.5 – Manual para a confecção da coleção.

Após os procedimentos citados acima, foi elaborado um manual (Apêndice) para preparação, conservação e uso da coleção didática no ensino da anatomia humana como instrumento de divulgação para outros professores. Este manual, juntamente com a coleção em si, são os produtos finais do presente trabalho.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os principais resultados referentes ao trabalho realizado.

4.1 – Confecção da Coleção

Todos os procedimentos necessários para a confecção da coleção didática para aulas de anatomia utilizando-se de órgãos suínos estão descritas com riquezas de detalhes, dicas e imagens para cada procedimento no manual (Apêndice). De modo geral, essas etapas estão resumidas na figura 2.

Figura 2 - Captura de trecho do Manual evidenciando as etapas necessárias para a confecção da coleção didática.

COLEÇÕES DIDÁTICAS: UM MANUAL PARA CONFEÇÃO DE UMA COLEÇÃO ANATÔMICA A PARTIR DE ÓRGÃOS SUÍNOS

De modo geral, as etapas necessárias para a confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos estão discriminadas na figura 9 e serão melhor descritas na sequência.



Figura 9 - Etapas necessárias para a confecção de uma coleção didática a partir de órgãos suínos

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

4.1.1 - Aquisição de insumos

Foram adquiridos com recursos da escola e do autor insumos biológicos e não biológicos para a preparação da coleção. O custo total dos materiais utilizados ficou em torno de 1,6 salários mínimos vigentes.

Peças viscerais de animais já abatidos foram obtidas junto a frigoríficos com alvará da vigilância sanitária. O alvará é importante, pois há uma garantia de que os órgãos estão livres de possíveis patógenos que possam ser prejudiciais aos professores e estudantes.

O frigorífico que forneceu, por meio de doação, os órgãos é o *Frigorífico Caçula* localizado na cidade de Aparecida de Goiânia e desenvolve atividades de abate de suínos e preparação de subprodutos do abate. Possui a inscrição estadual no Sistema de Inspeção Estadual (SIE) 993/02 – Abatedouro de Suínos Caçula LTDA. Por isso, há uma garantia de fiscalização e de que as peças estejam livres de patógenos assim como fato do abate dos suínos ter seguido padrões que minimizam o sofrimento físico e psicológico.

A escolha da espécie *Sus scrofa domesticus* (porco doméstico) para a coleção se baseia no fato do suíno ser citado em grande número de trabalhos que envolvem vídeo cirurgias, onde é tido como animal ideal para treinamento e pesquisa em cirurgia por mini acesso (FAGUNDES; TAHA, 2004). Segundo Schanaider e Silva (2004) os batimentos cardíacos, a via biliar e o posicionamento do baço são exemplos de semelhanças entre o porco e o ser humano corroborando o fato de serem modelos experimentais para vários tipos de cirurgias. Bueno, Osmar e Pestana (1996) relatam que em xenotransplantes, ou seja, transplantes entre diferentes espécies, os de porco/ser humano em relação aos de macaco/ser humano, em termos fisiológicos, são mais viáveis. Isso corrobora a ideia de que o volume e tamanho dos órgãos suínos são muito semelhantes ao dos humanos, sendo, portanto, uma excelente opção para o ensino de anatomia humana por comparação, principalmente no ensino fundamental e médio.

Soma-se aos fatores já citados, o fato do Brasil ser um grande produtor mundial de carne suína (MARTINS; FILHO; TALAMINI, 2018) e por esse motivo haver uma certa facilidade de se encontrar frigoríficos e produtores de carne da espécie, facilitando o acesso aos órgãos.

Após a aquisição e o transporte uma etapa importante é a retirada do sangue residual dos órgãos. Para isso realizou-se a lavagem dos órgãos em água corrente como evidenciado na figura 3.

Figura 3 - Trecho do Manual referente ao transporte e a lavagem das peças.

b) Transporte

O transporte para o local onde os órgãos serão preparados deve ser feito de maneira a amenizar os efeitos de autólise e decomposição. Para isso, acondicionam-se os órgãos em caixas térmicas com gelo para diminuir a velocidade de deterioração. Caso não haja uma caixa térmica pode-se utilizar de uma que não seja térmica, porém o gelo é indispensável.

c) Lavagem das peças

Após o transporte dos órgãos é importante realizar lavagem dos mesmos em água corrente para a retirada do excesso de sangue, conforme demonstrado na figura 11. Não é necessário um local ou equipamento específico, basta haver uma fonte de água corrente.

DICA!

Alguns órgãos possuem uma quantidade maior de sangue em seus tecidos e cavidades. Devido a isso, pode não ser suficiente a lavagem das peças em água corrente somente. No intuito, de economizar água e também de retirar a totalidade do sangue das peças para facilitar o processo de fixação sugere-se a imersão das peças em água por 24h, mantendo-as sob refrigeração durante este período.



Figura 11 - Lavagem de órgãos em água corrente.

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

4.1.2 – Preparação das peças

A preparação das peças consiste em, após aquisição, o transporte e a lavagem, nas etapas da fixação, dissecação e conservação como evidenciadas nas figuras 4, 5, 6 e 7.

a) Fixação

Figura 4 - Trecho do Manual referente ao processo de fixação

3.2 - Fixação

A etapa da fixação consiste utilizar substâncias que sejam antimicrobianas para evitar a putrefação dos órgãos. Existem diversas substâncias que podem cumprir esse papel, porém a mais utilizada devido ao seu baixo custo e rápido efeito é o formol (formaldeído/aldeído fórmico diluído em solução aquosa), apesar de seus efeitos negativos como irritação das mucosas, irritabilidade em contato com a pele e seu efeito cancerígeno a longo prazo. (IARC, 2006; SANTOS *et al.*, 2017)

a) Preparação da solução de formol

A técnica utilizada, relativamente simples, foi adaptada de trabalhos (SANTORI, MIRANDA, 2015; SOUZA, SOUZA, 2007; PEREIRA, 2014; CURY, CENSONI, AMBROSIO, 2013; SILVA, 2018) que independentemente de seus objetivos utilizaram o formol para a fixação do material biológico. Geralmente, utiliza-se o formol encontrado comercialmente na concentração de 37%, dito formol puro, diluído à 10% (V/V), ou seja, a solução deve possuir 9 (nove) partes de água para 1 (uma) parte de formol, a solução final terá uma concentração real de 3,7% de formaldeído em água. Na figura 13 está mostrado o esquema para diluição do formol, que consiste em um recipiente graduado e uma bandeja para diluição.

CUIDADO!
Como o formol é uma substância tóxica, o manuseio deve ser feito com proteção de luvas de látex, avental e máscara. Deve-se evitar a inalação do formol. Por isso, trabalhe com o ambiente o mais ventilado possível ou com sistema de exaustão. Evite o contato direto da substância com a pele.



Figura 13 - Materiais para diluição do formol.

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

b) Dissecação

Figura 5 - Trecho do Manual referente à dissecação das peças

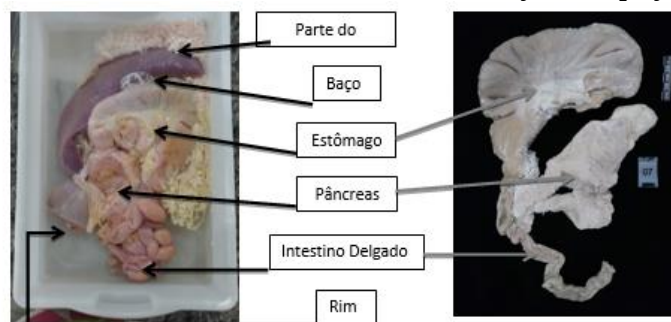


Figura 25 - Imagem demonstrando órgãos suínos antes da dissecação (à esquerda) e após a dissecação (à direita) após todas as estruturas não desejáveis removidas.

DICA!
O processo de dissecação de uma peça anatômica é demorado e minucioso. Por isso, planeje-se para não ter que dissecar um grande número de órgãos ao mesmo tempo. Ao dissecar uma peça tenha muito cuidado com os vasos sanguíneos mais finos, principalmente em órgãos como os rins (veia e artéria renal) e o coração (veias pulmonares e veia cava). Para uma maior precisão no corte sempre substitua a lâmina de bisturi para uma maior precisão. Caso não tenha terminado de dissecar uma determinada estrutura e tenha a necessidade de se ausentar, não volte a peça para o formol, mas a coloque em um recipiente com álcool 70% INPM e retome o processo posteriormente. É possível optar por manter muitas peças compostas por dois ou mais órgãos interligados para reforçar a ideia do organismo como vários órgãos e sistemas que trabalham em conjunto.

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

c) Conservação

Figura 6 - Trecho do Manual referente a etapa da conservação.

O álcool, além de suas propriedades antimicrobianas, é uma substância química que não apresenta reações agressivas aos olhos e mucosas, além de não ser tão tóxico quanto o formol. A peça conservada dessa maneira mantém sua estrutura próxima àquela do estado real apresentando uma leve descoloração e se mantém por um longo tempo em perfeita condições (PEREIRA, 2014; SILVA, 2018)

Da mesma forma que se utilizam flanelas durante o processo de fixação para evitar que parte das peças fiquem expostas, deve-se fazer o mesmo procedimento quando as peças forem imersas no álcool. Na figura 26 tem-se a imagem de encéfalos e medulas suínos imersos em álcool 70° INPM e cobertos por flanelas para evitar a exposição de partes das peças.



Figura 26 - Imagem demonstrando encéfalos e medulas suínos imersos em álcool 70° INPM e cobertos por flanelas para evitar a exposição de partes das peças.

Após a fixação da peça pelo formol e o processo de dissecação, coloca-se a peça imersa no álcool 70° INPM. É muito importante que antes da utilização das peças em aulas, ocorra a troca deste álcool, pois o mesmo ficará com traços do excesso de formol utilizado durante a fixação. Essa primeira troca pode ser realizada com pelo menos 15 (quinze) dias de imersão, mas nada impede que a troca seja efetuada com um prazo maior.

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

d) Etiquetagem

Figura 7 - Trecho do Manual referente ao processo de etiquetagem.



Figura 28 - Corações suínos da coleção do CETAN com etiquetas confeccionadas com papel vegetal. Os círculos em vermelho indicam etiquetas danificadas após 2 (duas) aulas com os estudantes.

DICA!

A utilização de etiquetas a partir do papel vegetal não funciona bem quando a etiqueta tem que ficar na peça e a mesma vai ser muito manipulada durante as aulas. Para contornar essa situação, uma alternativa é imprimir em folha A4 comum as numerações das etiquetas em impressora a laser e posterior plastificação com papel adesivo transparente. As etiquetas devem ser fixadas a partir de alfinetes com cabeça plástica.

Na figura 29 tem-se parte da coleção de encéfalos com medula espinal de suínos com etiquetas confeccionadas em papel comum, impressas à laser e plastificadas com papel adesivo transparente, sendo estas mais resistentes ao manuseio frequente.



Figura 29 - Parte da coleção de encéfalos com medula espinal de suínos do CETAN com etiquetas confeccionadas em papel comum, impressas à laser e plastificadas com papel adesivo transparente.

Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice).

4.1.3 – Organização do acervo de peças anatômicas

As coleções em via úmida, geralmente utilizando-se de álcool 70° INPM como líquido conservante, possuem uma manutenção relativamente mais simples em relação as coleções em via seca (INGENITO, 2014). O principal cuidado em relação a esse tipo de coleção está na reposição do líquido conservante devido a sua evaporação (PEREIRA, 2014; SILVA, 2018). Assim, na coleção do CETAN adotou-se caixas com tampas vedantes para minimizar a evaporação do álcool 70° INPM. Foi elaborado também um termo de compromisso (Anexo V) para que a direção da instituição inclua o acervo no Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola e faça a reposição periódica do líquido conservante.

Na preparação do acervo de peças foram utilizadas peças anatômicas referentes aos sistemas respiratório (estruturas orofaríngeas, pulmões, traqueia e diafragma), cardiovascular (coração completo com vasos da base, coração seccionado para acesso às câmaras e válvulas), digestório (língua, esôfago-estômago-duodeno, fígado com vesícula biliar e pâncreas), urinário (rins-ureteres, bexiga urinária), sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal).

O acervo confeccionado no CETAN é composto por 104 (cento e quatro) peças ao todo. Por se considerar mais didático e facilitar a utilização da coleção por outros profissionais da instituição as peças foram organizadas de acordo com o sistema corporal que elas compõem. Cada caixa possui etiquetas que constam dados básicos sobre a espécie, a data da aquisição, o período da preparação, a numeração das peças, o nome do frigorífico e a sua inscrição no sistema de inspeção estadual (Anexo VI).

Como destacado por MORAES & GUIZZETTI (2016), os livros didáticos trazem nos conteúdos referentes à anatomia humana um corpo esquartejado e sem conexão entre si ao estudar os órgãos separadamente, por exemplo, apresentando uma tendência de ensino meramente descritiva (KRASILCHIK, 1996). No intuito de trazer um contraponto neste sentido optou-se ao confeccionar a coleção do CETAN por manter muitas peças compostas por dois ou mais órgãos interligados para reforçar a ideia do organismo como vários órgãos e sistemas que trabalham em conjunto opondo-se à ideia de corpo esquartejado sem nexo entre si e com o meio. Verifica-se isso na dissecação das peças 03 e 11 (Fig. 10); 100 (Fig. 12); 70, 71 e 72 (Fig. 14); 22 (Fig.16); 45 (Fig. 18) e 75 e 80 (Fig. 20).

a) Sistema Cardiovascular

As peças referentes ao sistema cardiovascular estão distribuídas em duas caixas. Na caixa do sistema respiratório, onde os corações estão ligados aos pulmões pelas artérias e veias pulmonares e em uma outra caixa onde estão somente os corações. A caixa, assim como as outras, possui uma tampa vedante como visto na figura 9 e possui também 9 (nove) peças, sendo 7 (sete) com uma secção frontal criando estruturas quase especulares como nas peças 41 e 42 presentes na figura 8. Outras 2 (duas) peças são do órgão inteiro sem secção evidenciando os grandes vasos como na peça 35, presente também na figura 8.

Figura 8 - Exemplos de peças do acervo do CETAN referente ao sistema cardiovascular. Coração seccionado evidenciando a parte interna dos átrios e ventrículos, além das válvulas atrioventriculares (item 41), vista frontal de um coração interligado aos grandes vasos onde se vê átrios, ventrículos e coronárias (item 35), vista frontal de um coração onde se vê átrios, ventrículos e coronárias (item 42).



Fonte: Acervo do autor

Figura 9 - Caixa plástica onde estão armazenadas as peças do acervo do CETAN referente ao sistema cardiovascular.



Fonte: Acervo do autor

b) Sistema Digestório (Estômagos, Pâncreas e Intestinos)

As peças do sistema digestório totalizam 22 (vinte e duas) peças ao todo e apresentam diferentes padrões de dissecação como evidenciado na figura 10, estando armazenadas em uma caixa com tampa vedante como na figura 11.

Figura 10 – Exemplo de peças que compõem o acervo do CETAN referente ao sistema digestório. Parte de um intestino delgado (item 14), estômago seccionado sagital e transversalmente interligado a parte do duodeno e ao baço (item 11), Estômago sem secção interligado a parte do duodeno, baço e pâncreas (item 03).



Fonte: Acervo do autor

Figura 11 - Caixa plástica onde estão armazenadas peças do acervo do CETAN referente ao sistema digestório (estômagos, intestinos, pâncreas e baços).

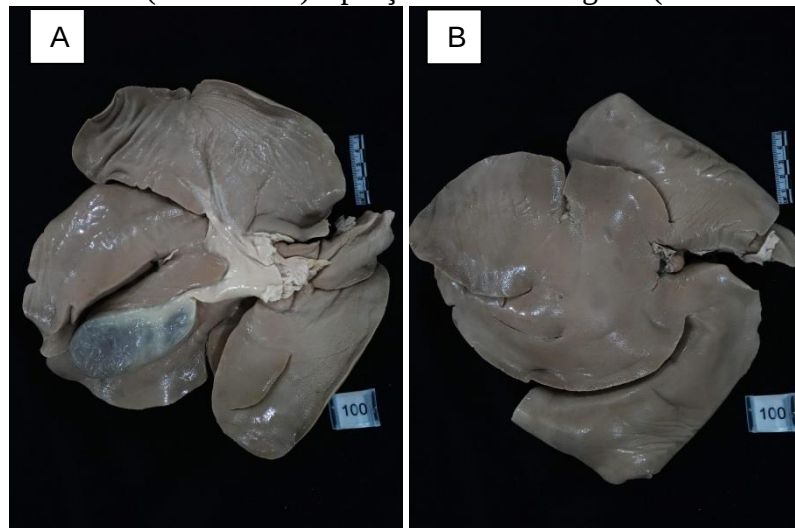


Fonte: Acervo do autor

c) Sistema Digestório (Fígados e Vesículas)

As peças do sistema digestório referente aos fígados estão em uma caixa separada das outras peças por motivo de espaço. Essa caixa acondiciona 5 (cinco) peças como as da figura 12 e possui tampa vedante como na figura 13.

Figura 12 - Exemplos de peças que compõem o acervo do CETAN referente ao sistema digestório. Porção ventral do fígado associado à vesícula biliar (item 100 A) e porção dorsal do fígado (item 100 B).



Fonte: Acervo do autor

Figura 13 - Caixa plástica onde estão acondicionadas peças (fígados e vesículas) do acervo do CETAN.



Fonte: Acervo do autor

d) Sistema Digestório (Línguas e Epiglotes)

Também por motivo de espaço as peças anatômicas de línguas e epiglotes estão em uma caixa individual com tampa vedante como demonstrado na figura 15. Nela há 13 (treze) peças evidenciando a língua, suas papilas, a epiglote ou parte dela como evidenciado na figura 14.

Figura 14 - Exemplos de peças do acervo do CETAN referentes ao sistema digestório. Línguas interligadas a epiglotes (itens 70 e 71) e língua interligada à epiglote juntamente com parte do esôfago (item 72).



Fonte: Acervo do autor

Figura 15 - Caixa plástica onde estão armazenadas peças do acervo do CETAN referente ao sistema digestório (línguas e epiglotes)

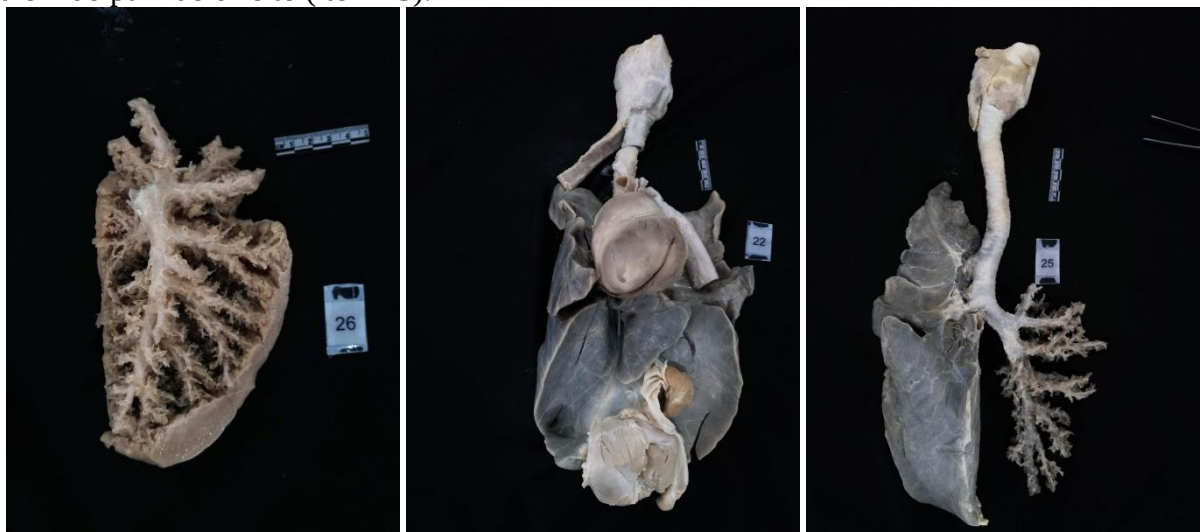


Fonte: Acervo do autor

e) Sistema Respiratório

As peças referentes ao sistema respiratório, figura 16, contemplam 12 (doze) peças ao todo (nº 22 à 34) que variam em relação ao tipo de dissecação utilizada como visto na figura 16 e estão acondicionadas em duas caixas com tampas vedantes como a representada na figura 17.

Figura 16 - Exemplos de peças que compõem o acervo do CETAN referentes ao sistema respiratório. Pulmão seccionado apresentando parte da árvore brônquica (item 26), pulmões interligados ao coração, ao diafragma e a traqueia com laringe e parte do esôfago (item 22), árvore brônquica do pulmão esquerdo interligada à traqueia com laringe e parte do esôfago, além do pulmão direito (item 25).



Fonte: Acervo do autor

Figura 17 - Caixa plástica contendo peças do acervo do CETAN referentes ao sistema respiratório.



Fonte: Acervo do autor

f) Sistema Nervoso

As peças referentes a este sistema, assim como as outras, estão acondicionadas em uma caixa com tampa vedante como demonstrado na figura 19. Nela estão acondicionadas 19 (dezenove) peças ao todo. Algumas como demonstrado na figura 18 possuem o conjunto cérebro-cerebelo-tronco encefálico-medula como visto na peça 45 (quarenta e cinco) e 50 (cinquenta) e outras possuem apenas o cérebro como na peça 62 (sessenta e dois). Há ainda algumas com o cérebro-cerebelo-tronco encefálico, além de medulas isoladas, porém não estão demonstradas.

Figura 18 - Exemplos de peças do acervo do CETAN referentes ao sistema nervoso. Encéfalo e medula espinhal seccionados sagitalmente (item 45), hemisfério direito de um encéfalo ligado à medula espinhal (item 50) e hemisfério esquerdo de um cérebro (item 62).



Fonte: Acervo do autor

Figura 19 - Caixa plástica onde estão acondicionadas as peças referentes ao sistema nervoso do acervo do CETAN.

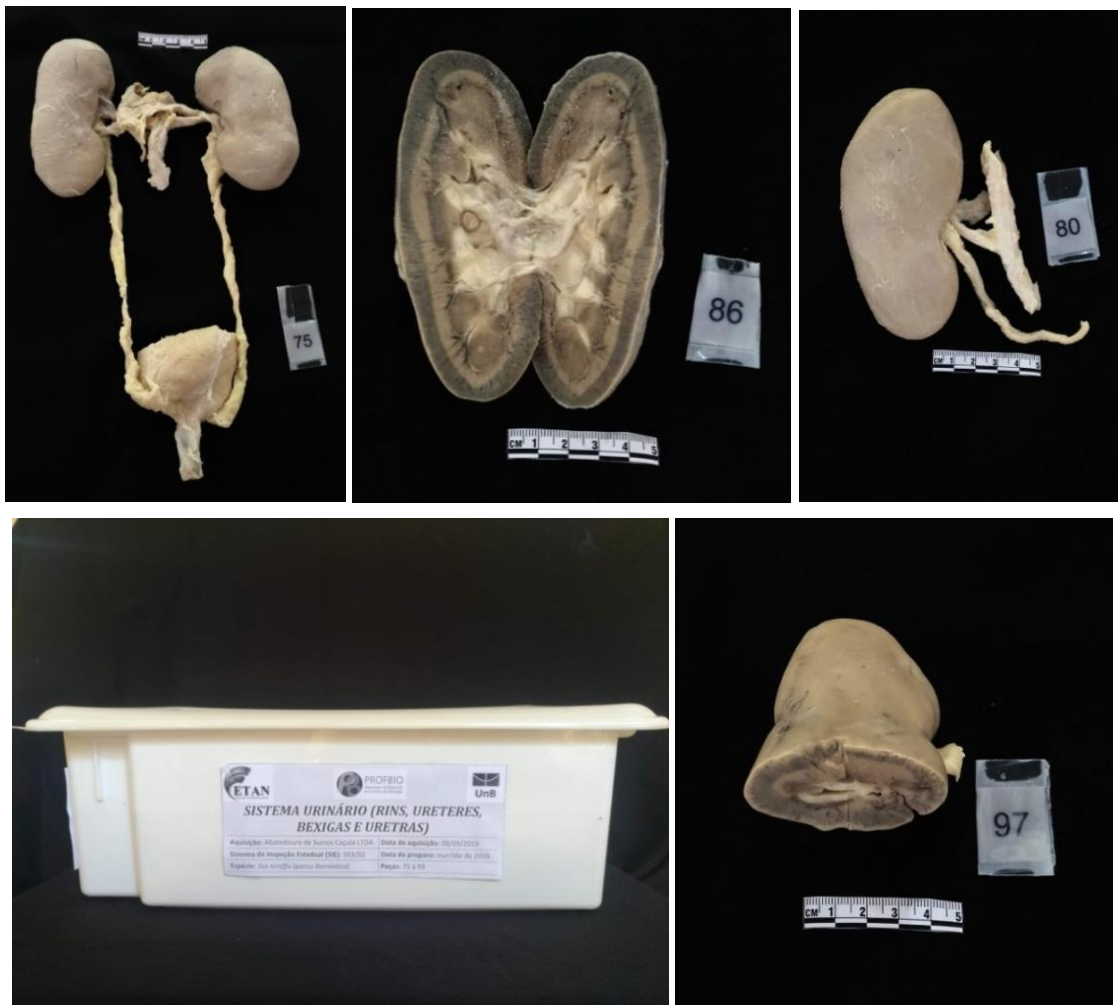


Fonte: Acervo do autor

g) Sistema Urinário

As peças do sistema urinário são as mais numerosas totalizando 24 (vinte e quatro) ao todo. Estão acondicionadas em uma caixa com tampa vedante e possui peças com os mais variados tipos de dissecação. Há 4 (quatro) peças com o conjunto rim-ureter-bexiga-uretra, além da veia e artéria renal, como na peça 75 (setenta e cinco), tentando mostrar para o estudante uma visão geral de como estes órgãos estão conectados. Há também peças com secção sagital como na peça 86 (oitenta e seis) e secção transversal como na peça 97 (noventa e sete), além de peças sem secção evidenciando o rim como um todo e sua conexão com o ureter, a veia e a artéria renal como representado pela peça 80 (oitenta). Todas essas descrições podem ser visualizadas na figura 20.

Figura 20 - Imagens de alguns exemplos das peças que compõem o acervo do CETAN referente ao sistema urinário e a caixa onde estão acomodadas as mesmas.



Fonte: Acervo do autor.

4.2 – Avaliação da Coleção

4.2.1 – Elaboração e Aplicação dos Planos de Aula de Caráter Investigativo

A confecção da coleção surge como uma alternativa para a falta de materiais didáticos voltados para um ensino de anatomia humana com um viés mais prático. Porém, atividades práticas com este material podem ser apenas descritivas mantendo-se uma tradição nesse sentido no ensino de Biologia como já relatado por Krasilchik (1996), ou seja, o simples contato dos estudantes com atividades experimentais não garante necessariamente o envolvimento com a cultura científica (TRIVELATO; SILVA, 2016).

Em atividades investigativas considera-se 4 (quatro) graus de liberdade para os estudantes. O primeiro nível é o professor oferecer um problema, dar instruções para sua execução e apresentar os resultados esperados. No segundo nível, os estudantes recebem o problema e as instruções sobre como proceder. No terceiro nível é proposto apenas o problema, cabendo aos estudantes escolher o procedimento, coletar dados e interpretá-los, e no quarto nível os estudantes devem identificar algum problema que desejem investigar, planejar o experimento, executá-lo e interpretar os resultados (KRASILCHIK, 1996). Inicialmente, pode-se pensar que quanto maior o grau de liberdade menor será a participação do professor na atividade, porém é justamente o contrário que ocorre. A participação do professor é maior na atividade, pois ele será ora mediador, ora orientador e essas funções exigem mais intelectualmente do que a mera exposição de ideias e conteúdos.

Uma sequência didática de biologia baseada em investigação deve incentivar e propor aos estudantes:

a) uma questão-problema que possibilite o engajamento dos estudantes em sua resolução (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Vários são os tipos de problemas que se pode organizar para iniciar uma aula investigativa. Os que mais envolvem os estudantes são os experimentais, porém nem todo conteúdo possibilita trabalhar com experimentos. Têm-se, assim, a oportunidade de trabalhar, um problema não experimental que é proposto por meios como figuras, textos, vídeos e outros (CARVALHO, 2018b). O envolvimento do estudante depende da forma de propor o problema e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes (KRASILCHIK, 1996). Muitas vezes, um enunciado que se configura, do ponto de vista do professor, como situação-problema a ser investigada, não é compreendido como tal do ponto de vista dos estudantes (CAPECCHI, 2018). O importante aqui é que a questão problema leve o estudante a formular hipóteses para posterior comprovação ou não.

b) a elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Segundo os autores, as hipóteses, construídas e explicitadas numa sequência didática por investigação, têm papel importante no desenvolvimento da atividade pelo estudante que elabora uma possível explicação ou resposta. Sem conhecer a hipótese do aluno, tanto o professor quanto o próprio estudante teriam mais dificuldade para acessar as concepções prévias sobre o tema.

c) a construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação, de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidos pela sequência didática (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Não necessariamente os dados de uma investigação precisam ser originados em uma experimentação. Estes podem ser coletados a partir de observações do mundo natural, de comparações entre fenômenos, de fontes de pesquisas diversas (livros, internet, filmes), de jogos ou simulações entre outros (SCARPA; SILVA, 2018).

Uma ferramenta importante para registros das aulas práticas, além dos relatórios, são os desenhos de observação. Os desenhos não precisam ser retratos fieis do que se observa, mas sim representações construídas para consultas futuras daquilo que se estuda (TRIVELATO; SILVA, 2016). Como a observação, a mensuração e a classificação são aspectos fundamentais da investigação científica. Desenvolver estas habilidades torna-se fundamental e isso pode ser realizado em atividades baseadas na exploração prática, principalmente quando os estudantes tentam responder uma questão e, mais adiante, testem ideias, incluindo as suas, usando evidências obtidas com a observação e com a mensuração (WARD *et al.*, 2010).

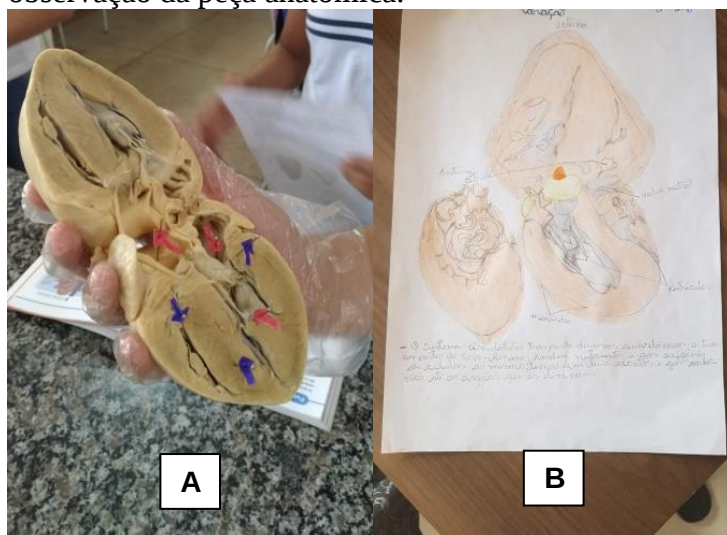
d) a discussão dos dados com seus pares e a consolidação desses resultados de forma escrita (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Para Trivelato e Tonidandel (2015) a escrita é uma forma de demonstração do conhecimento do sujeito e revela a estruturação e transformação deste conhecimento. Sequências de ensino por investigação, que contemplem a escrita do aluno, tendem a promover que o estudante estruture seu pensamento, registre e comunique sua produção de conhecimento (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Tais objetivos, juntamente com o fato de se trabalhar em grupo caminham em direção da alfabetização científica.

e) a elaboração de afirmações (conclusões) a partir da construção de argumentos científicos, apresentando evidências articuladas com o apoio baseado nas ciências biológicas (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

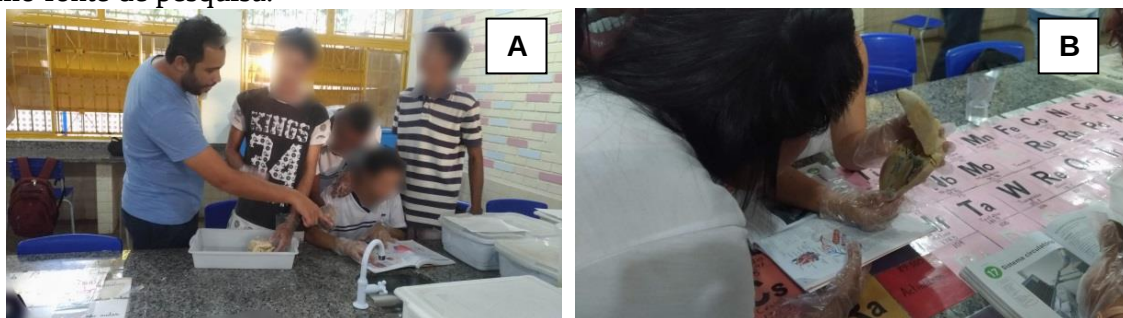
Pensando nessas características foram elaboradas duas propostas de aulas com caráter investigativo como sugestão para serem ministradas com a coleção didática confeccionada no presente trabalho. Ambas as propostas encontram-se no Manual, capítulo 4 – Como explorar a sua coleção. A figura 21 mostra algumas produções dos estudantes a partir de atividades, evidenciadas pela figura 22, em que foram aplicadas a proposta nº1 (figura 23) aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio do turno vespertino do CETAN pelo autor do trabalho e também professor de Biologia da turma, totalizando 03 (três) aulas ao todo.

Figura 21 – (A) Estudantes manuseando peça de coração seccionado sagitalmente com setas indicando fluxo sanguíneo. (B) Desenho de estudantes a partir de sua observação da peça anatômica.



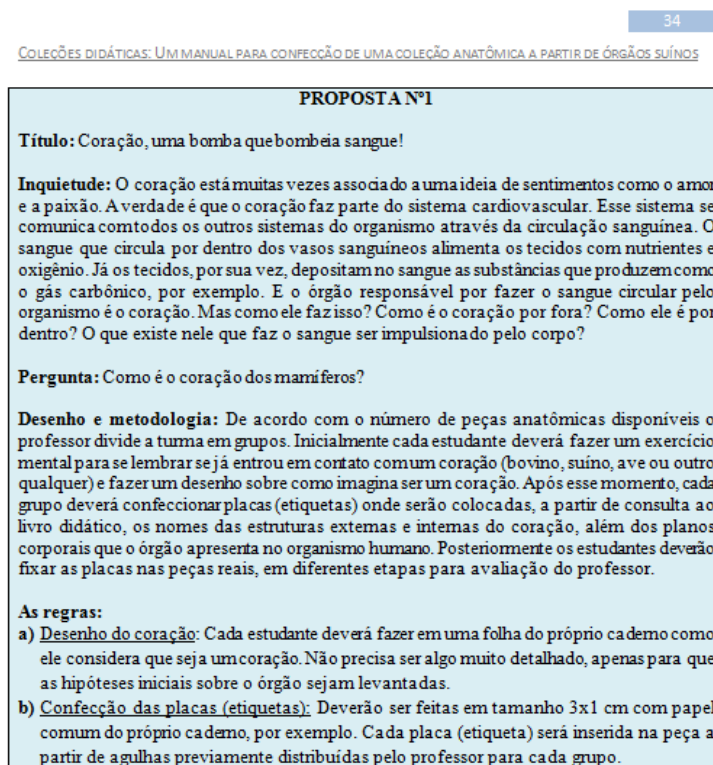
Fonte: Acervo do autor

Figura 22 – (A) Grupo de estudantes analisando e utilizando as peças e o livro didático como fonte de pesquisa com o auxílio do professor. (B) Estudantes utilizando peças anatômicas como fonte de pesquisa.



Fonte: Acervo do autor

Figura 23: Trecho da proposta nº 1 de plano de aula investigativa, presente no Manual, sobre o sistema cardiovascular.



Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos (Apêndice)

Como preconizado por Freire (1987) o modelo de educação atual tem uma perspectiva bancária. Nela, o estudante assume um caráter passivo e recebe as informações como depósitos bancários. No ensino por investigação essa lógica não existe já que o fator principal é a participação ativa do estudante a partir da resolução de problemas propostos. No ensino por investigação o estudante passa a ser ativo no processo de ensino e aprendizagem aprendendo a pensar, elaborando raciocínios, verbalizando, escrevendo, trocando ideias e justificando essas ideias enquanto que o professor passa a ter uma atitude mais ativa e aberta as opiniões dos mesmos, além de conhecer bem o assunto para propor questões e analisar as respostas dadas, valorizando as certas e questionando as erradas, mas sem considerá-las inferiores (AZEVEDO, 2018).

4.2.2 – Percepção sobre a coleção por parte dos estudantes e professores.

Além da turma de 2º ano do Ensino Médio do turno vespertino da qual o pesquisador é também professor de Biologia da mesma, a coleção foi utilizada como material didático por

dois outros professores da instituição com turmas do 1º ano do Ensino Médio do turno matutino e vespertino.

Após a utilização da coleção nas aulas de Biologia foram elaboradas narrativas autobiográficas imediatamente após o término de cada uma para evitar qualquer esquecimento dos acontecidos. As narrativas foram analisadas cuidadosamente e confrontadas com a literatura, permitindo a construção de duas unidades de análise: a) a percepção sobre a coleção por parte dos estudantes e b) a percepção sobre a coleção por parte dos professores.

a) Estudantes

Durante a primeira aula foi questionado aos estudantes se eles já tinham tido contato com laboratórios de ciências naturais e se já haviam tido aulas práticas de Biologia. As respostas não foram unânimes, mas verificou-se que cerca de metade dos estudantes nunca tiveram aulas práticas, nem mesmo contato com laboratórios ou espaços dedicados a esses tipos de aulas.

Primeira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] Continuando a introdução sobre o sistema cardiovascular, questionei os estudantes se eles se lembravam de terem tido aulas práticas sobre algum assunto em Biologia ou em Ciências no ensino fundamental. Uma das alunas afirmou que a primeira vez que estava entrando em um laboratório era aquele momento “Somente esse ano, aqui no CETAN”. Alguns estudantes afirmaram já terem tido contato com laboratórios “Em uma faculdade que fui. Fomos visitar um laboratório e conhecer”. Outro estudante também relatou que teve esse tipo de experiência “Eu não cheguei a praticar nenhuma atividade. Só pude conhecer os materiais usados no laboratório, mas foi legal”[...] (Transcrição do caderno de campo)

Instituições de ensino superior estimulam a visita de estudantes em eventos, geralmente do ensino médio, para colocá-los em contato com o universo universitário, conhecer diferentes tipos de cursos e suas estruturas no intuito de promover a inserção do estudante nestes locais. Programas como o Pátio da Ciência (UFG, 2018) e Espaço das Profissões (UFG, 2019) da Universidade Federal de Goiás – UFG e trabalhos como os de Savassa e colaboradoras (2018) e Merissi e colaboradores (2018) são exemplos nesse sentido. Os relatos abaixo demonstram vivências desta natureza.

Primeira aula com a turma de 1º ano matutino: [...] no momento em que o professor da turma mostrou uma peça de coração suíno houve muito barulho no ambiente por conta do entusiasmo que os estudantes demonstravam com muitos comentários entre eles. Em um deles pude notar que um estudante comentava com outro “uma vez fui em uma faculdade que tinha corpos para estudar”[...] (Transcrição do caderno de campo)

Essas transcrições mostram que apesar do laboratório de ciências do CETAN não ter sido o primeiro contato de alguns estudantes com esses ambientes, essa vivência não resultou

necessariamente em momentos que pudessem desenvolver habilidades como a observação, a manipulação ou a possibilidade de elaborar e confrontar hipóteses tão fundamentais para uma educação científica segundo Barolli e colaboradores (2010) apesar de ter sido “legal”, de acordo com um estudante.

Esses tipos de ações são importantes, pois, de modo geral, tentam levar o estudante a ter uma vivência de cultura científica. Por outro lado, apenas essas atitudes como forma de proporcionar aulas práticas para os estudantes evidencia um problema crônico das escolas brasileiras, que é a falta de estrutura básica e material para tais atividades como verificado na tabela 2, além de perpetuar uma ideia errônea de que aulas práticas só acontecem neste tipo de ambiente.

Tabela 2 - Porcentagem de escolas, em todos os níveis de ensino, que possuem laboratório de ciências em suas dependências. Os dados representam a realidade informada pela rede de ensino e suas escolas através do Censo Escolar de 2018 (QEDU; INEP, 2019).

Escolas sob diferentes tipos de administração que possuem laboratório de ciências			
	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADA
BRASIL	27%	3%	23%
GOIÁS	20%	2%	19%
GOIÂNIA	36%	5%	24%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor a partir do Censo Escolar 2018. (QEDU; INEP, 2019)

Segundo dados do Censo Escolar de 2018, analisando-se apenas a cidade de Goiânia, 36% das instituições sob administração estadual, considerando todos os níveis de ensino, possuem laboratório de ciências em suas dependências. Olhando para o Estado de Goiás esse percentual cai para 20%, um pouco abaixo do percentual nacional que é de apenas 27%. A esfera administrativa que apresenta pior resultado é a municipal, enquanto que a privada não possui grandes diferenças em relação as escolas sob administração da esfera estadual.

De modo geral, percebe-se que a estrutura básica para aulas práticas nas escolas do Brasil é praticamente inexistente e quando existe não há garantias que serão utilizadas, pois muitas vezes não possuem materiais para tais atividades como é o caso do próprio CETAN, onde há o espaço físico, porém não há materiais para o desenvolvimento das atividades. Isso influencia negativamente o aprendizado dos estudantes brasileiros em ciências naturais. Isso é demonstrado em exames internacionais como o PISA onde os resultados, apresentados na tabela 3, refletem uma grande deficiência no aprendizado destas ciências. A nota média dos estudantes brasileiros em ciências, no PISA, foi de 401 pontos, o que é significativamente

menor à média dos estudantes dos países membros da OCDE que foi de 493 pontos. Os estudantes que apresentaram os melhores resultados em ciências foram da Finlândia com média de 531 pontos.

Tabela 3 – Resultado dos estudantes brasileiros na avaliação PISA – 2015 em ciências, de acordo com a esfera administrativa de suas escolas.

Esfera administrativa	Resultado em pontos
Municipal	329
Estadual	394
Federal	517
Privada	487
Brasil	401

Fonte: Tabela elaborada pelo autor a partir de dados do PISA 2015 – Avaliação de Ciências (INEP; MEDEIROS, 2016)

Concorda-se que os laboratórios são espaços únicos para a realização de aulas práticas e da iniciação deles na alfabetização científica sendo ambientes que comumente geram curiosidade e conseqüentemente o interesse do estudante, o que pode facilitar o aprendizado de conceitos e habilidades (LEITE; SILVA; VAZ, 2005; SAVASSA; SALEH; PUGLIESE, 2018). Ainda de acordo com Savassa e colaboradoras (2018), uma forma de suprir as deformações em relação a falta de estrutura seriam parcerias com instituições superiores. Porém, é importante destacar que tais atividades não necessitam de espaços específicos e equipamentos, muitas vezes dispendiosos, como destacado por Lima & Garcia (2011).

O fato de muitos alunos estarem em contato com aulas prática pela primeira vez, mesmo sendo de uma turma do segundo ano, revela um dado preocupante, visto que a escola possui um laboratório de Ciências.

A questão de não haver os materiais necessários, nem tempo para o planejamento, na instituição, dessas atividades por parte do professor, já que na rede de ensino do Estado de Goiás não há previsão do planejamento na carga horária semanal do professor, pode ser utilizado como explicação para o baixo índice de aulas práticas nas aulas de Biologia. Porém, se faz necessário compreender que diferentes tipos de aulas práticas de diferentes tipos de conteúdos podem ser aplicadas sem a necessidade de laboratórios como relatado por Krasilchik (1996):

Mesmo admitindo que alguns dos fatores mencionados possam ser limitantes, nenhum deles justifica ausência de trabalho prático em cursos de Biologia. Um pequeno número de atividades interessantes e desafiadoras para o aluno já será suficiente para suprir as necessidades básicas desse componente essencial à formação dos jovens, que lhes permite relacionar os fatos às soluções de problemas, dando-lhes oportunidades de identificar questões para investigação, elaborar hipóteses e planejar experimentos para testá-las, organizar e interpretar dados e, a partir deles, fazer generalizações e inferências (KRASILCHIK, 1996, p.116).

Atitudes como a descrita por Krasilchick (1996) seriam uma maneira de desvincular as aulas práticas da necessidade de haver um laboratório para tal, como fica evidenciado na transcrição abaixo, extraída do caderno de campo, onde um estudante diz que nunca teve aulas práticas por não haver laboratório no seu antigo colégio.

Primeira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] e ainda acrescentaram que aqueles que nunca tinham tido aulas práticas devia-se fato de não haver laboratórios nas instituições em que estudavam. Um estudante ainda relatou em um tom de voz mais elevado que os outros “Meus antigos colégios não tinham laboratório” [...] (Transcrição do caderno de campo)

Até porque, na escola a preocupação não é formar biólogos, e sim proporcionar a todos os alunos vivências culturais criativas por meio das atividades experimentais que os ajudem a fazer relações com os conhecimentos escolares em Biologia (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Atividades práticas são modalidades didáticas essenciais em Ciências, onde inclui-se a Biologia, já que nestas disciplinas encontramos conteúdos muito abstratos e que lidam com medidas microscópicas (DE SOUZA, 2014). Além disso, as aulas práticas servem de estratégia e podem auxiliar o professor a retomar um assunto já abordado, construindo com seus alunos uma nova visão sobre um mesmo tema (LEITE; SILVA; VAZ, 2005). Para os estudantes, as aulas práticas estão relacionadas com aprendizado como verificado na transcrição abaixo.

Primeira aula com a turma de 1º ano matutino: [...] no momento em que o professor regente passava por entre os grupos para analisar o andamento da atividade de observação e análise por parte dos estudantes, foi questionado a eles sobre o que estavam achando de manipular órgãos reais para aprender anatomia. Dentre as respostas emitidas pelos estudantes houve consenso de que aquele tipo de atividade era importante para o aprendizado. A que mais me chamou atenção foi: “elas são importantes, pois nem sempre as aulas teóricas são o suficiente para o aluno ‘entender’ o que é ensinado” [...] (Transcrição do caderno de campo)

É interessante notar que apesar da grande maioria dos estudantes mesmo não tendo contato sistemático com essa modalidade didática no seu cotidiano consideram que a mesma é importante para o seu aprendizado. Resultado semelhante foi encontrado por Lima e colaboradores (2018) onde verificou-se que para 88,5% dos estudantes participantes do trabalho seria interessante que as aulas práticas fossem inseridas nas aulas de Biologia.

Em relação ao contato dos estudantes com órgãos reais, verificou-se que a grande maioria dos estudantes afirmou nunca ter tido contato com estas estruturas antes das aulas práticas de anatomia. Aqueles que relataram ter tido essa vivência afirmaram ter ocorrido em ambientes rurais e em uma visita a um laboratório de anatomia de alguma Universidade. Esses dados foram obtidos a partir da transcrição a seguir.

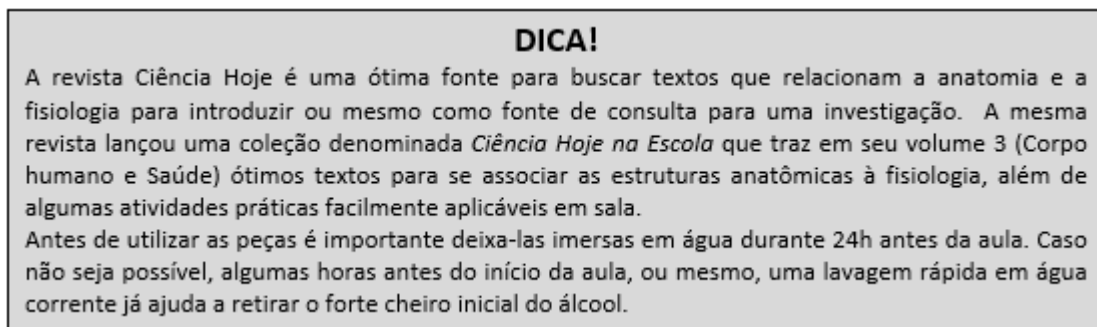
Segunda aula com a turma de 1º ano matutino: [...] os integrantes de um dos grupos comentavam entre si como era estranho estar tocando em um coração real. Neste momento, um deles relatou que já tinha tocado antes em um coração bovino em uma propriedade rural de um familiar. Outro estudante comentou que se recordava que na Universidade em que foi havia órgãos e corpos expostos, mas que não pode tocá-los. Percebi que a maioria dos estudantes parecia estar desconfortável com os órgãos, pois apresentavam feições de repulsa quando iriam tocar a peça. O professor então os estimulou a tocarem, a pegarem e segurar a peça firmemente para se acostumarem com aquela sensação e que entendia que era algo novo para a maioria deles [...] (Transcrição do caderno de campo)

Percebe-se, neste trecho do caderno de campo, que parte dos estudantes apresentaram reações contrárias em relação ao trabalho com a coleção didática confeccionada para as aulas de anatomia. Aparentemente, um quantitativo considerável dos estudantes apresentou, ao menos em parte, certa repulsa pelo material. Porém, analisando-se outros trechos do caderno de campo, percebe-se que esta repulsa se deu não pelas peças em si, mas pelo odor de álcool, provavelmente com resíduos de formol, que as mesmas exalavam.

Segunda aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] enquanto estava analisando o andamento das produções durante a aula, questionei o motivo de um grupo de estudantes estarem com feições de aversão. Uma das estudantes respondeu: “Não sinto nojo professor, é interessante, mas é que o cheiro é forte e incomoda”. Outra estudante declarou que apesar do cheiro ser forte inicialmente, isso não atrapalha na aula prática e considera isso algo normal. Após estas declarações, percebi que as janelas da sala ficavam sempre fechadas devido ao uso do ar condicionado e esse era o motivo pelo qual o cheiro do álcool foi tão incômodo para alguns estudantes [...] (Transcrição do caderno de campo)

Portanto, nota-se que os estudantes que declararam aversão ao material, relataram também que essa repulsa não os atrapalhou durante as aulas. Além disso, observou-se que essa repulsa inicial, segundo os estudantes, causada pelo forte cheiro inicial do álcool no ambiente durante as primeiras aulas, foi se esvaindo a medida que os estudantes se familiarizavam com o material, a partir da sua manipulação, e também pelo fato de se manter o ambiente ventilado. O problema do odor, nas primeiras aulas, pode ser controlado com a imersão das peças em água horas antes da aula. Este fato está relatado na página 115 do presente trabalho referente ao Manual (Apêndice) como demonstrado na figura 24.

Figura 24 – Captura de imagem do trecho do Manual (Apêndice) presente na página 115



Fonte: Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos.

Durante o decorrer das aulas práticas, buscou-se compreender os principais fatores que geraram dificuldades na utilização da coleção. Além do fator do cheiro, já relatado, verificou-se também que outros fatores relacionados à agitação da turma, à insegurança e à nomenclatura anatômica geraram dificuldades iniciais para se trabalhar com o material.

Primeira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] no momento em que o professor da turma mostrou uma peça de coração suíno houve muito barulho no ambiente por conta do entusiasmo que os estudantes demonstravam com muitos comentários entre eles [...] (Transcrição do caderno de campo)

Segunda aula com a turma de 1º ano matutino: [...] O professor então os estimulou a tocarem, a pegarem e segurar a peça firmemente para se acostumarem com aquela sensação e que entendia que era algo novo para a maioria deles. Neste momento, alguns estudantes manifestaram receio de poder deixar a peça cair. Pode-se notar que estavam nitidamente com medo que pudesse acontecer algo com as peças e que isso pudesse, de alguma forma, penalizá-los. [...] (Transcrição do caderno de campo)

Terceira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] após o encerramento das atividades perguntei à turma sobre qual tinha sido as dificuldades de se trabalhar com órgãos reais, além do cheiro relatado durante as primeiras aulas. A grande maioria afirmou que não houve dificuldades com o material, mas algumas opiniões dissonantes foram em relação à dificuldade com a nomenclatura anatômica. [...] Transcrição do caderno de campo)

A insegurança relatada por alguns estudantes pode ser explicada pela falta de contato dos mesmos com esse tipo de material. Houveram algumas opiniões em relação a dificuldade dos estudantes com a nomenclatura anatômica. Essa é uma queixa comum dos estudantes e o profissional deve evitar que as atividades tenham como foco apenas a memorização destas estruturas, mas sim focar na função das mesmas para o órgão e o sistema de modo geral. Outro fator de dificuldade relatado foi a agitação da turma, porém entende-se que a reação dos estudantes devido ao entusiasmo com o material. O que é totalmente compreensível por ser um material totalmente novo para eles.

Como a preparação do material foi feita fora do período de aulas do professor-pesquisador, alguns estudantes do turno noturno adentravam ao laboratório do CETAN curiosos para saber o que aquele professor tanto fazia naquele ambiente. As interações com esses sujeitos também foram transformadas em narrativas autobiográficas e analisadas à luz do referencial teórico.

Interações com estudantes do turno noturno: [...] Durante o processo de dissecação realizado no laboratório do CETAN, estudantes do turno noturno adentravam o espaço curiosos para saber o que eram aquelas formas em que me debruçava durante horas. Percebi diferentes tipos de emoções em suas falas e expressões faciais. Reações de Curiosidade: “Mas isso aí são órgãos de quê?”; “Mas os de porcos são iguais aos nossos?”; “Tenho vontade de sentir como que é!” Reações de surpresa: “Os órgãos são assim!? Olha só como é o coração de verdade!”; Reações de aversão: “Como você aguenta ficar aqui? Eu não pegaria nisso daí!” Tais conversas foram muito produtivas e me convenceram que o material produz nos estudantes uma série de reações sentimentais que são a base para um ensino significativo [...] (Transcrição do caderno de campo)

Percebe-se que assim como os estudantes do turno matutino e vespertino, os estudantes do noturno também expressaram uma aversão inicial em relação ao material, mas também demonstraram curiosidade, surpresa e motivação para o aprendizado a partir da utilização do material.

Durante as aulas percebeu-se que o uso da coleção produziu nos estudantes sentimentos de motivação. Segundo Duso (2012), o interesse e a curiosidade são sentimentos que estão envolvidos na motivação. Pode-se verificar a presença desses sentimentos nas descrições do caderno de campo a seguir.

Segunda aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] após passadas as inseguranças iniciais em relação ao uso do material, os estudantes se familiarizaram com as peças. A partir deste momento pode-se perceber os estudantes mais focados e interessados nos detalhes das peças ao invés de se preocuparem em estragá-las. Com isso, tentei focar nas falas que aconteciam entre os componentes de cada grupo. Anotei o máximo que pude e algumas delas estão relatadas a seguir: “É muito estranho poder tocar um órgão de verdade, mas dá vontade de sempre ter essas aulas”; “Nossa... deu até mais vontade de estudar sobre esse assunto!” [...] Transcrição do caderno de campo)

Uma questão levantada por autores como Duso (2012) é a planificação, o reducionismo e a descontextualização do ensino relacionado à anatomia humana. A planificação e o reducionismo são problemas relacionados a um ensino focado excessivamente nos livros didáticos e segundo Aguiar (2015) o uso de estruturas tridimensionais auxiliam os estudantes a comparar diferentes estruturas, relacionar forma e função e estabelecer relações de proporcionalidade.

Considera-se que a observação do real permite relacioná-lo às representações que são frequentes nos livros didáticos. Esse contraste entre as formas de ver e de representar é o que

permite a evolução de muitos modelos mentais pelos alunos (LABARCE; CALDEIRA; BORTOLOZZI, 2009). Entretanto, verificou-se que a maioria dos estudantes não conseguiu perceber que as peças reais não são idênticas às representações dos livros que em geral são reducionistas. Contudo, houve alguns indivíduos que apresentaram opiniões diferentes.

Terceira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] durante a comparação entre as peças reais com os desenhos preliminares os estudantes tiveram a oportunidade de perceber o quanto o objeto real é rico em detalhes, muito mais do que as imagens dos livros didáticos, por exemplo. Para verificar se os estudantes haviam percebido o reducionismo das gravuras os questionei se eles percebiam diferenças entre as peças reais e as gravuras presentes nos livros. A grande maioria respondeu que estava vendo as mesmas estruturas, porém alguns, com expressões de desconfiança, comentaram que não eram totalmente parecidas. “Eu discordo um pouco. A peça em comparação ao livro é um pouco diferente” [...] (Transcrição do caderno de campo).

O manuseio de modelos explora o desenvolvimento da coordenação motora, o senso visual e estético, além de proporcionar a superação da limitação das imagens bidimensionais, que não contemplam satisfatoriamente as propriedades e a disposição espacial do objeto (AGUIAR, 2015). Do ponto de vista do ensino e da aprendizagem, ao fazer uso de materiais de objetos concretos, permite-se ao aluno investigar características e propriedades destes buscando informações a partir da observação, por exemplo (SCHWANKE; DIEHL, 2015). Pode-se afirmar que os estudantes concordam que a manipulação das peças trouxe uma percepção positiva sobre o assunto estudado, o que não seria possível apenas com as ilustrações do livro didático e que o assunto foi melhor compreendido utilizando-se da coleção didática.

Terceira aula com a turma de 2º ano vespertino: [...] ao término da aula pude perceber que aquela experiência havia sido de extrema importância para os estudantes. Eles afirmavam de forma categórica que o fato de manipularem as peças despertou neles uma maior curiosidade sobre o assunto. Alguns afirmaram que o fato de poderem pesquisar as estruturas anatômicas nos órgãos reais trouxe uma percepção de análise que apenas as imagens em livros não trazem. Um estudante exclamou “Porque quando a gente toca e vê, a gente sabe realmente como é!” e um colega o acompanhou “Foi muito melhor ver pessoalmente do que só uma figura em um livro” [...] (Transcrição do caderno de campo)

Um dado importante sobre essa experiência é o relato de um dos alunos durante a aula prática sobre sistema cardiovascular, onde estavam disponíveis para os grupos além das peças sobre o coração individualizado, também o coração ligado aos pulmões a partir das artérias e veias arteriais. Durante a aula, analisando o pulmão ligado ao coração, um dos estudantes exclamou: [...] "pensei que o pulmão fosse uma espécie de saco que enchia de ar!" (Transcrição do caderno de campo).

Percebe-se nesta frase o quanto foi importante para o estudante ter visualizado e manipulado o pulmão, pois ele percebeu que o órgão é na verdade consistente, esponjoso e repleto de pequenos canais que são os bronquíolos e os vasos sanguíneos visíveis na secção. A partir disso o estudante pôde perceber que há uma íntima relação entre o pulmão e o sistema cardiovascular, por exemplo.

Durante as aulas os estudantes fizeram observações minuciosas de algumas peças da coleção a partir do questionamento sobre como eram essas órgãos para então tentar entender a sua fisiologia e relação com outros órgãos. Essas observações foram registradas em forma de desenhos que, segundo Trivelato & Silva (2016), são ferramentas utilizadas por pesquisadores e podem ser úteis na verificação se os estudantes estão assimilando o que está sendo estudado. Ainda segundo as autoras esses desenhos não precisam ser retratos fiéis do que se observa, mas sim representações construídas para consultas futuras.

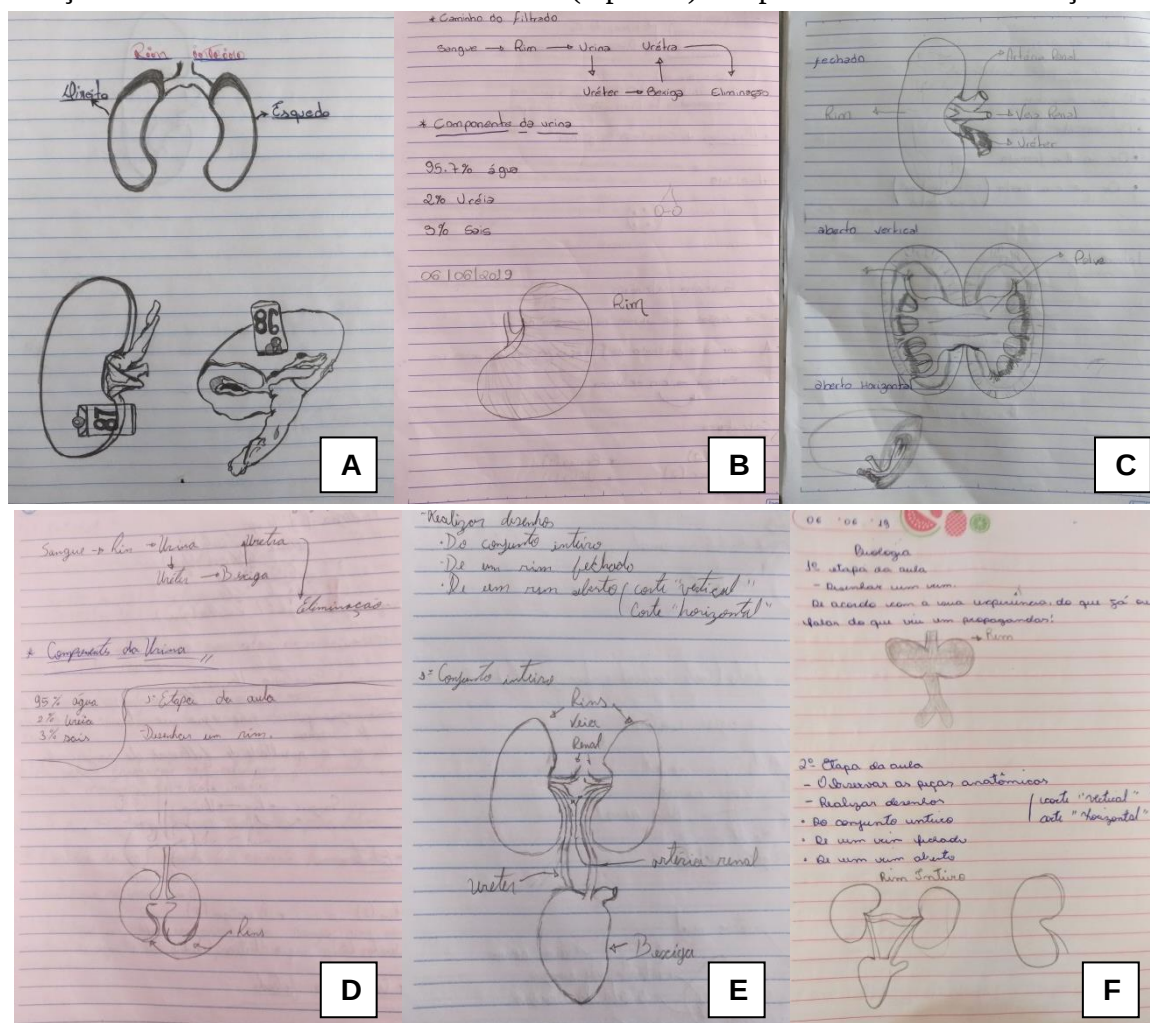
Na figura 25 estão demonstrados alguns desenhos feitos pelos alunos. Estes desenhos compõem o acervo montado pelo professor/pesquisador a partir de seu caderno de campo.

A aula de caráter investigativo sobre o sistema urinário aconteceu sob os mesmos moldes das aulas sobre o sistema cardiovascular seguindo o raciocínio da proposta nº1 presente no Manual (Apêndice).

As observações registradas pelos estudantes refletem um ganho de informações a partir do desenho inicial (hipótese) até o desenho definitivo a partir da pesquisa sobre as peças da coleção. As imagens são de 4 (quatro) estudantes (E) diferentes: A – (E1), B e C – (E2), D e E – (E3) e F – (E4).

Percebe-se que em todos os desenhos apresentam riqueza de detalhes quando compara-se o desenho inicial e o desenho final. A observação concentrada não apenas ajuda os estudantes a identificar diferenças e semelhanças entre os objetos ou situações, mas também os ajuda a enxergar padrões antes omitidos e a fazer perguntas para uma investigação mais profunda (WARD *et al.*, 2010). Ainda segundo a autora, é amplamente aceito que os estudantes e os adultos aprendem sobre o mundo usando todos os seus sentidos – tato, visão, olfato, paladar e audição – e, portanto, devem, regularmente, realizar atividades planejadas especificamente para desenvolver essa habilidade.

Figura 25 - Desenhos dos estudantes feitos durante aula de caráter investigativo do sistema urinário. A – Desenho do estudante 1 antes (hipótese) e depois de manusear a coleção. B – Desenho do estudante 2 antes (hipótese) de manusear a coleção. C – Desenho do estudante 2 depois de manusear a coleção. D – Desenho do estudante 3 antes (hipótese) de manusear a coleção. E – Desenho do estudante 3 depois de manusear a coleção. F – Desenhos do estudante 4 antes (hipótese) e depois de manusear a coleção.



Fonte: Acervo do autor

b) Professores

A coleção biológica foi distribuída aos professores e foi solicitado a eles que ministrassem aulas utilizando o material. No entanto, o manual não havia sido confeccionado ainda e por isso as aulas foram ministradas de acordo com a sua própria metodologia cotidiana.

Interações exclusivas com os professores durante a observação de suas aulas: [...] durante as aulas dos colegas, além de observar as reações dos estudantes com o material e entre si, também troquei informações com o colega sobre o material. Percebi que o colega professor estava entusiasmado por trabalhar com peças reais, porém com certa insegurança já que aquela era a primeira vez que em muitos anos de experiência como professor tinha aquela oportunidade. Ele comentou como era pena ter aquele espaço na escola sem material para

poder trabalhar com os estudantes aulas com caráter mais prático. Durante as explicações iniciais sobre o assunto foi rápido e sucinto, já solicitando aos estudantes que analisassem as peças que estavam disponíveis e pediu para os estudantes as desenharem e compararem com as imagens do livro didático. Após o término da aula, questionei-o sobre o que achava de produzir os próprios materiais para as aulas práticas e ele me confessou que seria algo muito interessante, mas que não tinha ideia de como fazer tais materiais ou que tipos de materiais poderiam substituir um microscópio tradicional ou as vidrarias, por exemplo. Expliquei que há várias possibilidades e o colega me relatou que seria muito bom se houvesse uma formação neste sentido para os professores. Até mesmo para aqueles que estão na graduação ainda, por que a realidade nossa é muito sofrida” ... no momento em que guardávamos as peças o colega professor diz: “Professor, você está de parabéns pela ideia e o material está magnífico. O fato de ter esse material aqui na escola à disposição para todos nós vai incentivar que as aulas sobre anatomia sejam práticas. Dá até para fazer avaliações práticas. Se eu soubesse as técnicas, também faria. Pena que o tempo não ajuda.” [...](Transcrição do caderno de campo)

A partir das aulas observadas de colegas professores que se utilizaram da coleção como material didático, pode-se notar grande entusiasmo pela oportunidade de haver material para aula prática, já que a falta de infraestrutura é algo crônico nas escolas como já verificado anteriormente pelos relatos dos estudantes e reforçado por dados do Censo Escolar 2018.(INEP, 2019). Foi notada uma dificuldade inicial com o material e na condução da aula prática por parte do professor. Isso pode ser explicado pela inexperiência com essa metodologia por parte do colega justamente pela falta de estrutura e também pela falta de tempo para planejamentos. Como já demonstrado por Araújo *et al.* (2014b), esses fatores impedem que as aulas práticas sejam mais frequentes no ambiente escolar.

Para melhorar a atual situação, é necessário mais investimentos em estrutura física e uma readequação da estrutura da carreira do professor, ao menos no estado de Goiás, para que os planejamentos possam ser realizados enquanto o professor estiver na instituição. Uma melhor formação para os professores em relação a temática de atividades práticas é algo também necessário, pois muitas vezes elas deixam de ser aplicadas pelos profissionais por insegurança e inexperiência, além de poder desmistificar a ideia do binômio laboratório/aula prática. A ideia de que não é estritamente necessário haver infraestrutura de ponta para haver aulas práticas como já foi evidenciado por Krasilchik (1996), por exemplo. Neste sentido, uma maior quantidade de oportunidades que melhorem a formação dos professores a exemplo do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO se torna fundamental.

É fácil perceber que a existência de qualquer material didático em quantidade suficiente auxilia o profissional a utilizá-lo favorecendo o processo de ensino e aprendizagem.

Os colegas consideraram que a coleção está satisfatória para as necessidades da instituição e que o material é uma forma de auxiliar no aprendizado do estudante despertando a sua curiosidade para o assunto trabalhado. Também afirmaram que o material amplia as formas de avaliação do estudante, pois o profissional tem a oportunidade de realizar exames a partir de aulas práticas. É interessante essa colocação, pois autores como Krasilchik (1996) e Júnior (2009) citam a importância de se realizar avaliações a partir de aulas práticas para verificar como o estudante se comporta frente a um problema concreto. Citam, ainda, que a adoção destes tipos de avaliações por exames de acesso à universidade seria uma boa forma de estimular os colégios a adotarem tais atividades em seu cotidiano. Marandino e colaboradores (2009) afirmam que a atividade experimental deve ser incorporada nos currículos como uma reinvenção do próprio currículo a partir da prática cotidiana do professor tornando-se uma tradição no ensino de Biologia.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao exposto pelo desenvolvimento do trabalho, pode-se considerar que a coleção didática a partir de órgãos suínos foi bem aceita no ambiente escolar pelos professores e pelos estudantes. Ela estimula, por si só, que as aulas de anatomia sejam aulas práticas onde o estudante tem a oportunidade de interagir com a coleção. Porém, é necessário que o professor não as torne meras atividades onde o estudante tenha que decorar nomenclaturas e localizações de estruturas, mas que instigue ainda mais a curiosidade e o interesse que a coleção desperta estimulando o aprendizado do aluno.

Atividades práticas, principalmente na Biologia, não necessitam sempre de uma infraestrutura para acontecer. Marandino e colaboradores (2009) demonstram em seu livro que a experimentação didática é derivada da experimentação científica biológica, porém sofre transformações devido às finalidades da escola e, portanto, não necessitam do rigor do laboratório. Para ensinar a natureza da atividade científica deve-se mostrar que os equipamentos como microscópios, telescópios ou vidrarias não são importantes por si só, mas falar, ouvir e escrever são tão importantes quanto o manuseio de instrumentos para o aprendizado da cultura científica (TRIVELATO; SILVA, 2016). Espaços como o pátio da escola, jardins, praças e museus podem e devem ser utilizados como inspiração, fonte de pesquisa e laboratório para atividades. Aulas que estimulem minimamente a capacidade do estudante de observar, comparar, mensurar e analisar já são suficientes para suprir a necessidade das práticas em Biologia, segundo Krasilchik (1996).

Portanto, apesar dos professores alegarem, e com razão, que a falta de materiais e de tempo para planejamento prejudicam o desenvolvimento de atividades práticas e consequentemente prejudicam também o aprendizado do estudante pelo não desenvolvimento pleno do trabalho docente, é necessária uma reflexão, por parte dos professores, sobre a sua atuação junto à comunidade escolar. Os problemas decorrentes da carência estrutural não podem levar o profissional da educação a pensar ser apenas nesse aspecto que reside o motivo de uma tradição não experimental no ensino de Biologia (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Buscar atividades diferenciadas, a produção de materiais didáticos próprios de acordo com a realidade de cada instituição de ensino deve ser uma constante no cotidiano do professor. A construção da coleção é um exemplo neste sentido, pois dentro da realidade da instituição ela fornece subsídio para os professores trabalharem o ensino da anatomia de humana de forma comparada, além de equipar o espaço físico de um laboratório quando este existe na instituição. Sua confecção, apesar de consumir muito tempo extra da carga horária semanal do professor, traz uma boa relação custo-benefício, pois, se bem cuidada, poderá durar muitos anos impactando milhares de estudantes.

Devido a isso, considera-se o manual intitulado *Coleções didáticas: Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos* um material de relevância, pois possibilita a replicação da experiência deste trabalho em outras instituições de ensino. Conforme relatado por Santos *et al.* (2015), muitos professores acabam não utilizando de coleções biológicas como uma ferramenta didática apenas por não conhecer a sua metodologia de preparo e cuidados para conservação futura. Há ainda a ideia de que para elaborar este tipo de material é requerido um ambiente especial como um laboratório com equipamentos dispendiosos. Portanto, o manual trazendo dicas e detalhes de todas as etapas necessárias para a preparação de uma coleção, além de propostas de aulas utilizando-se da mesma, é uma forma de desmistificar essas ideias, trazendo a possibilidade real para que outros profissionais possam fazer das aulas práticas uma metodologia mais presente no cotidiano escolar.

Deixa-se em aberto a possibilidade de confeccionar uma coleção didática anatômica a partir de órgãos suínos com o uso da metodologia de criodesidratação por considerar que esta técnica, em tese, apresenta um custo inferior à metodologia apresentada neste trabalho, porém com um tempo de preparo consideravelmente maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. C. DA C. Modelos biológicos de porcelana fria. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Org.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.
- AMABIS, J. M. A premência da educação científica. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. DA (Org.). **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que pensam os cientistas**. 2ª ed. Brasília - DF: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.
- ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222. Ministério da Saúde**. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde dá outras providências. Brasília, DF. Publicada no Diário Oficial da União nº 61, de 29 de mar. de 2018. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents>>
- ARAGÃO, R. M. R. DE; GONÇALVES, T. O. Vamos introduzir práticas de investigação narrativa no ensino de matemática?! **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, 2005.
- ARAÚJO, A. O. DE. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte.
- ARAÚJO, J. P. et al. Desafio anatômico: Uma metodologia capaz de auxiliar no aprendizado de anatomia humana. **Medicina (Brazil)**, v. 47, n. 1, p. 62–68, 2014a.
- ARAÚJO, R. S. et al. A experimentação no ensino de biologia: o que fazem / dizem os professores em uma escola pública de Ourilândia do Norte (PA) Experimentation in biology teaching: What teachers in a public school in Ourilândia. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 77–85, 2014b.
- AZEVEDO, H. J. C. C. et al. O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso. **Revista Práxis**, n. 7, p. 43–48, 2012.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 154.
- BAROLLI, E.; LABURÚ, C.; GURIDI, V. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 88–110, 2010.
- BOWDITCH, A.; BOWDITCH, M. **Visible Body - Virtual anatomy**. Disponível em: <<https://www.visiblebody.com/>>. Acesso em: 19 jul. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 8.501, de 30 de novembro de 1992**. Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 dez. 1992. p. 17208. 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8501.htm>
- BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União 13 de Fev. 1998.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** Secretaria de Educação Fundamental: MEC/SEMTEC. 2004.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 160** Brasil Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Diário Oficial da União nº 82, 30 Abr. 2007.

BRASIL. **lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008.** Regulamenta o inciso VII do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União 9 de out. 2008a.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 36, de 3 de junho de 2008.** Diário Oficial da União, p. 50–53, 2008b.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares (PCN+),** 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base.** p. 1–472, 2018.

BRITO, V. C.; SANTOS, A. J. A. DOS; OLIVEIRA, B. D. R. DE. Análise da nomenclatura anatômica adotada nos livros de ciências e biologia. **Revista Didática Sistêmica**, v. 13, n. 1, p. 3–19, 2011.

BUENO, V.; OSMAR, J.; PESTANA, M. Revisão / Atualização em Transplante Renal : Xenotransplante. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 18, n. 3, p. 302–306, 1996.

CALAZANS, N. C. **O ensino e o aprendizado prático da Anatomia Humana.** 2013. Monografia (graduação), Faculdade de Medicina. Universidade Federal da Bahia - UFBA.

CAPECCHI, M. C. V. DE M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 152.

CARMO, L. G. DO. **Criodesidratação de rins e corações de suínos utilizando estufa de ar com ventilação forçada.** 2017. Dissertação (mestrado), Departamento de Medicina Veterinária. Universidade Estadual de Maringá - UEM.

CARVALHO, A. M. P. DE. Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018a. p. 154.

CARVALHO, A. M. P. DE. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018b. p. 152.

CORDEIRO, R. S.; WUO, M.; MORINI, M. S. D. C. Proposta de atividade de campo para o ensino de biodiversidade usando formigas como modelo. **Acta Scientiarum. Education**, v. 32, n. 2, p. 247–254, 2010.

COSTA, G. B. F. DA; COSTA, G. B. F. DA; LINS, C. C. DOS S. A. O cadáver no ensino da anatomia humana: uma visão metodológica e bioética. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 36, n. 3, p. 369–373, 2012.

CRUZ, J. B. DA. **Laboratórios: Curso técnico de formação para os funcionários da educação.** Brasília: Universidade de Brasília, UNB, 2009.

CURY, F. S.; CENSONI, J. B.; AMBRÓSIO, C. E. Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 688–696, 2013.

DE SOUZA, R. W. DE L. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 7, n. 2, p. 124–142, 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos métodos.** 4. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2011.

- DUSO, L. O uso de modelos no ensino de biologia. **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, p. 432–441, 2012.
- FAGUNDES, D. J.; TAHA, M. O. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 59–65, 2004.
- FERREIRA, P. F. M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico**. 2006. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Editora Paz e Terra, p. 107, 1987.
- GASTAL, M. L. DE A.; AVANZI, M. R. Saber da experiência e narrativas autobiográficas na formação inicial de professores de biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 1, p. 149–158, 2015.
- GORI, R. M. A. Observação participativa e pesquisa ação: Aplicações na pesquisas e no contexto educacional. **Revista Eletrônica de Educação do Curso de Pedagogia do Campus Avançado de Jataí da Universidade Federal de Goiás**, v. 1, n. 2, 2006.
- GRANDINI, N. A.; GRANDINI, C. R. Laboratório Didático : importância e utilização no processo ensino-aprendizagem. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, v. XI, p. 1–11, 2008.
- IARC, I. A. Formaldehyde. **IARC Monographs - 100F**. p. 401-437, 2006.
- IBGE, I. B. DE G. E E.-. **Perfil dos estados e dos municípios brasileiros: Cultura - 2014**. IBGE v. 41. Rio de Janeiro. 2015.
- INEP; MEDEIROS, L. **Pisa 2015. Avaliação de Ciências**. Instituto Nacional Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, Brasília - DF, 2016.
- INGENITO, L. **Curadoria de Coleções Zoológicas**. III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica. **Anais...2014**
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Instrução Normativa nº 3, de 01 de Setembro de 2014**. Ministério do Meio Ambiente, ICMBIO, Brasília, DF. Publicado no DOU. 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. **CENSO Escolar: Notas Estatísticas - 2018**. Ministério da Educação - MEC. Brasília, Brasil, 2019.
- JOSÉ, A.; JÚNIOR, V.; GOBARA, T. Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 450–475, 2016.
- JÚNIOR, A. DE S. T. Ensino de Ciências. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. DA (Org.). **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que pensam os cientistas**. 2^a ed. Brasília - DF: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.
- KARAM, R. G. et al. Uso da glicerina para a substituição do formaldeído na conservação de peças anatômicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 671–675, 2016.
- KIMURA, A. K.; CARVALHO, W. L. DE. **Estudo da relação custo x benefício no emprego da técnica de glicerinação em comparação com a utilização da conservação por formol**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista - UNESP, 2010.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 3. ed. São Paulo, SP: Brasil, Harper & Row Do, 1996.

KRUG, L. et al. Conservação de Peças Anatômicas com Glicerina Loira. **I MIC do Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia**, p. 1–6, 2011.

LABARCE, E. C.; CALDEIRA, A. M. DE A.; BORTOLOZZI, J. A atividade prática no ensino de Biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação. In: CALDEIRA, A. M. DE A. (Org.). **Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos**. São Paulo, SP: Cultura acadêmica, 2009.

LARRE, E. C.; MELLA, H. S. Estudio de la Anatomía en Cadáver y Modelos Anatómicos: Impresión de los Estudiantes. **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 4, p. 1181–1185, 2011.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio - Belo Horizonte**, v. 07, n. 03, p. 166–181, 2005.

LIMA, D. S. et al. **D.R. - discutindo relações! meu corpo e eu. uma abordagem da educação sexual através de um jogo didático**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018.

LIMA, D. B. DE; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 1, p. 201–224, 2011.

LIMA, J. F. DE; AMORIM, T. V.; LUZ, P. C. S. DA. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuição e limitações no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 1, p. 36–54, 2018.

LIMA E SILVA, M. DE S.; MACHADO, H. A.; BIAZUSSI, H. M. Produção de material didático alternativo para aula prática de anatomia humana. **VII CONNEPI: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, p. 1–7, 2012.

LIMA, R.; BORGES, R. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165–175, 2007.

MARANDINO, M.; RODRIGUES, J.; SOUZA, M. P. C. DE. **Coleções como estratégia didática para a formação de professores an pedagogia e na licenciatura de ciências biológicas**. V Enebio/II EREBIO. Anais...2014.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARSOLA, T. R. P. S. **Doação Voluntária de Corpos para Estudo Anatômico**. Tese (Doutorado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo - USP, 2013.

MARTINS, F. M.; FILHO, J. I. DOS S.; TALAMINI, D. J. D. Conjuntura Econômica da Suinocultura Brasileira. **Anuário 2019 da Suinocultura Industrial**, p. 1–7, 2018.

MERISSI, T. L.; SILVA, M. C. DA; FARIAS, C. J. B. DE. **Aspectos da relação Museu/Escola no processo de formação do conhecimento biológico a partir da extensão universitária**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...Belém - PA: 2018

MORAES, V. R. A. DE; GUIZZETTI, R. A. Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 1, p. 253–270, 2016.

MPDF. **Portaria nº1, de 23 de junho de 2010**. Atualiza o protocolo para destinação e utilização de cadáveres e de partes do corpo humano para o ensino e a pesquisa científica. Publicado no DO em 28 jun 2010.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, n. 01, p. 1–17, 2009.

PEDRANCINI, V. D.; JÚLIA, M.; TEREZINHA, M. Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, p. 109–132, 2011.

PEIXOTO, L. DA S. V. **Primeira coleção didática de zoologia da Universidade Federal Da Integração Latino-Americana**. 2012. Monografia (especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PEREIRA, P. A. P. **Técnica de preparação de peças anatômicas do sistema circulatório de craniados, com ênfase em mamíferos: Uma alternativa**. Monografia (graduação), Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2014.

PIEMONTE, M. DA R. et al. **Correlação macro e microscópica de biologia tecidual em aula prática de dissecação de coxa e perna de galinha, com uso de cards histológicos – uma nova abordagem didático-metodológica**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018

PROFBIO. **Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados**, 2017.

QEDU; INEP. **Censo Escolar: Matrículas e Infraestrutura**. Disponível em: <https://www.qedu.org.br/estado/109-goias/censo-escolar?year=2018&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=>. Acesso em: 13 jul. 2019.

QEDU; INEP. **Censo: Matrículas e Infraestrutura - Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves**. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/escola/249700-colegio-estadual-tancredo-de-almeida-neves/sobre>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

SANTORI, R. T.; MIRANDA, J. C. Taxidermia de pequenos mamíferos e preparação de esqueletos para coleções didáticas. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 214.

SANTORI, R. T.; SANTOS, M. C. F. DOS; SANTOS, M. G. Introdução. In: **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SANTOS, A. A. DOS et al. PRINCIPAIS MÉTODOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS PARA ESTUDO ANATÔMICO : UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 1, p. 19–25, 2017a.

SANTOS, J. W. DOS et al. Metodologias de ensino aprendizagem em anatomia humana. **Ensino em Re-Vista**, v. 1, n. 1, p. 364–386, 2017b.

SANTOS, M. C. F. DOS. Coleções botânicas no ensino de ciências: montagem e usos do herbário e álbuns didáticos. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Org.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SANTOS, M. G. et al. Coleções botânicas: laminário, madeias e frutos. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Org.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do

professor. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 152.

SAVASSA, L.; SALEH, D. V. B.; PUGLIESE, A. **Estudantes de escola pública vão à universidade: práticas pedagógicas que contribuem para o processo de alfabetização científica de estudantes e professores**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...Belém - PA. 2018

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. E. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 154.

SCHANAIDER, A.; SILVA, P. C. Uso de animais em cirurgia experimental. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 19, n. 4, p. 441–447, 2004.

SCHWANKE, C.; DIEHL, I. F. Coleções Paleontológicas. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Org.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SCIENTIFIC, 3B. **Modelo de coração magnético tamanho real de cinco peças**. Disponível em: https://www.3bscientific.com.br/modelo-de-coracao-magnetico-tamanho-real-5-pecas-1010007-g011-3b-scientific,p_33_18167.html. Acesso: 13 de jun de 2019.

SEBBEN, A. et al. **Anatomia Comparativa dos Vertebrados: Atlas fotográfico (Cardiovascular e Respiratório)**. 1. ed. Brasília, 2015.

SELLES, S. E. Colecionar: uma conjugação verbal do professor de Ciências. In: **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SILVA, D. C. DA et al. **Relato de experiência no desenvolvimento de um minicurso ampliando o processo de aprendizagem da anatomia**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018

SILVA, M. E. DA et al. Construção e utilização de coleção parasitológica didática como ferramenta de ensino-aprendizagem em biologia. **8ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS.**, p. 1–4, 2016.

SILVA, E. M. E et al. Estudo Analítico da Técnica de Glicerinação Empregada Para Conservação de Peças Anatômicas - Experiência da Disciplina de Anatomia Humana do Departamento de Morfologia do UniFOA. **Cadernos UniFOA**, v. 1, n. Edição Especial, p. 66–69, 2008.

SILVA JÚNIOR, E. X. **Avaliação do uso de modelos anatômicos alternativos para o ensino-aprendizagem da anatomia humana para alunos do ensino fundamental de uma Escola Pública da cidade de Petrolina, PE**. 2015. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

SILVA, M. B. DE C. **Uso de técnicas de manutenção de peças anatômicas alternativas ao formaldeído: um estudo comparativo**. 2018. Monografia (graduação), Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal. Universidade Federal de Uberlândia - UFU.

SILVA, T. A. G.; CORRÊA, B. DE C.; MATOS, G. I. Desenvolvimento e Organização de uma coleção zoológica didática no CEFET/RJ: Desafios, possibilidades e primeiras aplicações. **Revista da SBEnBio**, v. 80, p. 7151–7161, 2014.

SOUZA, D. P. DE et al. **CRIODESIDRATAÇÃO: Técnica Alternativa no Preparo de Peças Anatômicas no Laboratório de Anatomia Veterinária – Campus Muzambinho**. 8ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS. 5º Simpósio de Pós-Graduação. **Anais...**Passos, MG.: 2016

TALAMONI, A. C. B. **No Anfiteatro da Anatomia: o cadáver e a morte**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2012.

TALAMONI, A. C. B. **Os nervos e os ossos do ofício: Uma análise etnológica da aula de Anatomia**. São Paulo: Unesp, 2014.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 177–190, 2009.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2016.

TRIVELATO, S. L. F. Que corpo/ser humano habita nossas escolas?.pdf. In: MARANDINO, M. et al. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói - RJ: EDUFF, 2005. p. 208.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino Por Investigação: Eixos Organizadores Para Sequências De Ensino De Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 97–114, 2015.

UFG. **Pátio da Ciência**. Disponível em: <<https://patiodaciencia.ufg.br/>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

UFG. **Espaço das Profissões**. Disponível em: <<https://espacodasprofissoes.ufg.br/2019/>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

UFMG, U. F. DE M. G.-. **Museu de Ciências Morfológicas (MCM)**. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

VASCONCELOS, A. L. DA S. et al. **Importância da abordagem prática no ensino de Biologia para a formação de professores (Licenciatura Plena em Ciências/Habilitação em Biologia/Química - UECE) em Limoeiro Do Norte – CE**. 2013. Disponível em: <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/congressos/congressos-importancia-da-abordagem-pratica-no-ensino-de-biologia.pdf>. Acesso em: 23 jan 2019.

VIEIRA, L. DA S.; MARQUES, R. C. P. **Jogos educativos como alternativa para abordagem do conteúdo de reprodução humana nas aulas de biologia**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. **Anais...**2018

VISCOVINI, R. C. et al. Recursos pedagógicos e Atuação docente. **IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO -EDUCERE-III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, p. 1230–1238, 2009.

WARD, H. et al. **Ensino de Ciências (Recurso Eletrônico)**. 2. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2010.

WEN, C. L.; ZAGATTO, C. G. **Homem Virtual**. Disponível em: <<http://homemvirtual.org.br/portal/projeto/>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

WOMMER, F. G. B. **Coleções biológicas como estratégia para a Educação Ambiental**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria - UFMS, 2013.

ZOMPERO, A. DE F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de**

Ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem Significativa. 1. ed. Curitiba - PR: Appris, 2016.

APÊNDICE

Tiago Lima Vieira

Coleções Didáticas

**Um manual para confecção de uma coleção anatômica a partir de
órgãos suínos**

UnB- Brasil - 2019

APRESENTAÇÃO

Caro colega professor, esse manual é destinado a você que atua no ensino de Biologia no ensino médio. Espero que ele funcione como um suporte e por que não como uma inspiração para auxiliá-lo na sua prática pedagógica. O presente trabalho tem como finalidade auxiliar na confecção de uma coleção biológica didática para aulas de anatomia no ensino básico, e foi concebido e desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, na Universidade de Brasília - UNB, com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Este manual oferece a você, colega professor, um panorama histórico do desenvolvimento da anatomia humana enquanto disciplina, as dificuldades inerentes à sua prática pedagógica e apresenta a coleção biológica como uma ferramenta didática na tentativa de superação dessas dificuldades, especialmente no ensino básico.

Explana-se, neste manual, sobre as diferenças entre coleção biológica científica e coleção biológica didática segundo o IBAMA, além de explicar o que são coleções anatômicas e que estas últimas apresentam limitações e, por isso, não estão contempladas no ensino básico.

Portanto, devido às limitações das coleções anatômicas e das dificuldades inerentes ao ensino da disciplina no ensino básico, sugere-se a confecção de uma coleção didática a partir de órgãos suínos para o ensino da anatomia humana e comparada no ensino médio. Apresenta-se as legislações relacionada às coleções biológicas e ao uso de animais, os materiais necessários para sua confecção e as etapas necessárias para o procedimento. Cada etapa para a elaboração da coleção está demonstrada por imagens e possui dicas para facilitar o trabalho do professor.

Por último, são oferecidas sugestões de como explorar a coleção a partir de duas propostas de aulas de caráter investigativo que visam estimular a construção de conceitos de maneira mais empírica.

Tiago Lima Vieira

SUMÁRIO

1 – A ANATOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	85
- Modelos anatômicos comerciais.....	87
- Modelos anatômicos não comerciais:.....	88
- Vídeos e Realidade Virtual.....	88
- Anatomia comparada:.....	89
2 – A NATUREZA DE UMA COLEÇÃO ANATÔMICA.....	90
2.1 – Definição de coleção anatômica	90
2.2 – Por que organizar uma coleção anatômica no ensino básico.....	93
2.3 – Por que utilizar órgãos suínos em uma coleção anatômica.....	94
3 – COMO CONFECIONAR UMA COLEÇÃO ANATÔMICA	97
3.1 – Aquisição	99
a) Escolha do Frigorífico.....	99
b) Transporte	100
c) Lavagem das peças.....	100
3.2 – Fixação.....	101
a) Preparação da solução de formol	101
b) Aplicação da solução de formol.....	102
c) Reutilização e descarte do formol	105
3.3 – Dissecção	106
3.4 – Conservação.....	109
3.5 – Etiquetagem (Organização)	110
4 – COMO EXPLORAR A SUA COLEÇÃO	112
REFERÊNCIAS	121

1 – A ANATOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O conhecimento sobre a anatomia remonta à pré-história. Mediante os artefatos e inscrições que datam da pré-história, é possível inferir que já nesse período existiam alguns conhecimentos anatômicos. Os registros mais antigos de observações anatômicas reais realizadas no Ocidente datam de 500 a.C., nos fragmentos de escritos de Alcmeon, na Grécia antiga. Destaca-se, neste período, a Coleção Hipocrática e as observações do filósofo Aristóteles, ao qual se atribui a criação da Anatomia comparada, além do próprio termo anatomia que significa literalmente cortar em partes. Mas foi em Alexandria, no Egito, o local no qual a Anatomia alcançou, pela primeira vez, o status de disciplina quando, segundo os escritos de Cláudio Galeno (em latim, *Claudius Galeno*), “o médico dos gladiadores”, ocorreram as primeiras dissecações públicas de animais e seres humanos. Com o passar dos séculos, mesmo com as restrições das dissecações humanas por motivos religiosos durante a idade média, as dissecações em animais se tornaram culturais e contribuíram para o maior conhecimento do ser humano e outros animais. (ARAÚJO *et al.*, 2014a; LARRE; MELLA, 2011; TALAMONI, 2012)

Já na era renascentista, ao longo dos séculos XVI, XVII e XVIII, as práticas de dissecação humana, inicialmente empregada para a descoberta da morte de pessoas importantes ficaram tão incorporadas à cultura da época que a exposição de cadáveres se tornou um entretenimento nos chamados teatros anatômicos. (ARAÚJO *et al.*, 2014a; TALAMONI, 2012)

Neste mesmo período, devido a intensa procura por cadáveres, há relatos de corpos recém-enterrados que eram roubados dos cemitérios para fins de estudo e entretenimento na Inglaterra. Isso ocorria, pois, neste país, apenas os corpos de assassinos executados poderiam ser dissecados, conforme a lei de assassinato (*murderact*) de 1752. Ressalta-se que o objetivo para os anatomistas era o de aprendizado, mas para o público em geral era uma punição extra para os assassinos. Na figura 1 estão retratados William Burke (à direita) e William Hare (à esquerda), ambos se tornaram famosos após a descoberta de que praticavam assassinatos e posteriormente vendiam os corpos para o Dr. Robert Knox da Faculdade de Edimburgo. A figura 2 mostra tipos de estruturas, denominadas *mortsafes*, utilizadas para proteger os corpos dos furtos.

Para regulamentar e aumentar a quantidade de



Figura 1 - William Burke (à direita) e William Hare (à esquerda). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hare_and_Burke_drawing.jpg?uselang=pt-br. Acesso em: 23 de jun. de 2019.

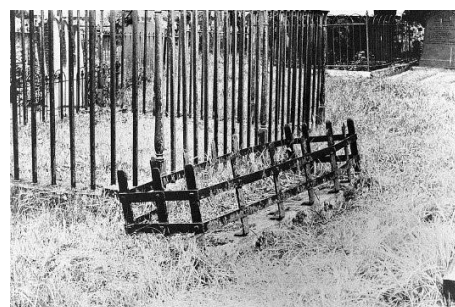


Figura 2 - Estruturas denominadas como *mortsafes*, muito utilizadas na Inglaterra do século XVIII para dificultar os constantes furtos de corpos. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Mortsafes#/media/File:Mortsafe_in_Towie_churchyard,_Aberdeenshire._Wellcome_L0012142EB.jpg. Acesso em: 23 de jun. de 2019.

corpos para as escolas de medicina, evitando-se os roubos de corpos, foi criada a lei da anatomia (*Anatomyact*) em 1832 que previa a disposição de corpos não reclamados para as instituições de ensino, além do fim das dissecações públicas. (MARSOLA, 2013; TALAMONI, 2012, 2014).

A partir de então os corpos e a dissecação se tornaram algo mais restrito aos centros acadêmicos.

Assim, com o advento da modernidade e com a necessária organização das instâncias científicas, as dissecações, enquanto práticas culturais, deixaram sua esfera mais ampla para restringirem-se à subcultura científica, aos laboratórios de Anatomia, às aulas práticas de cirurgia e aos museus universitários (TALAMONI, 2014, p. 37).

Desta maneira, o ensino da disciplina passou a depender da doação de corpos para as universidades, mas, assim como nos séculos XVI, XVII e XVIII, atualmente, o número de doações de cadáveres não é suficiente e os métodos alternativos de ensino da anatomia tornam-se cada vez mais úteis, visto que a necessidade de corpos para estudo é maior do que a sua disponibilidade (COSTA; COSTA; LINS, 2012). Segundo Calazans (2013), as peças cadavéricas têm sido substituídas por bonecos, imagens radiológicas, programas de dissecações virtuais e outras tecnologias mediadas por computadores.

No entanto, segundo Costa, Costa e Lins (2012), há controvérsias sobre a eficácia de medidas de substituição das peças cadavéricas por modelos artificiais, especialmente por estudantes da saúde, pois quando questionados se o uso de cadáveres poderia ser substituído por programas de computadores e materiais sintéticos, mais de 80% responderam negativamente.

No Brasil, a lei 8501/92 que regulamenta a destinação de cadáveres não reclamados para o ensino e pesquisa (BRASIL, 1992) é enfática ao destacar que os cadáveres serão destinados apenas para as escolas de medicina, não citando outros cursos, nem mesmo outros níveis de ensino como o ensino básico. Já a portaria nº 01 de 2010 do Ministério Público do Distrito Federal em seu artigo 2º, por exemplo, acrescenta o termo “outras faculdades de ciências da saúde” e “instituições de pesquisa” em que o projeto tenha sido analisado por um comitê de ética (MPDF, 2010). Portanto, apesar do conteúdo sobre anatomia humana e comparada estar previsto no ensino fundamental e médio, o ensino da disciplina no ensino básico nunca teve o foco em corpos.

Geralmente, o ensino de Ciências e Biologia e, conseqüentemente dos conteúdos referentes à anatomia humana, fica restrito ao apoio apenas de livros didáticos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011) que, ao contrário do que preconiza os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, apresentam funções e órgãos de sistemas que não fazem conexões uns com os outros (MORAES; GUIZZETTI, 2016) e muitas vezes com erros conceituais (BRITO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

Estando focado apenas no livro didático (LD), o ensino da anatomia humana fica limitado às imagens bidimensionais que não representam satisfatoriamente a morfologia, nem a relação dos diferentes órgãos entre si, apresentando um corpo desconexo, além de tornar o estudante um mero agente passivo durante as aulas que são marcadas pelo conteudismo, excesso de memorização de termos e muitas vezes sem a contextualização devida e articulação com outras disciplinas (TEIXEIRA, 2009; PEDRANCINI; JÚLIA; TEREZINHA, 2011).

Nessa perspectiva, durante as aulas, é dada ênfase, principalmente, apenas à memória visual do estudante e não se aproveitam formas de trabalho que envolvam outras formas de percepção, objetos e experiências concretas que poderiam contribuir para uma melhor aprendizagem do assunto (SANTORI; SANTOS; SANTOS, 2015).

Neste sentido, verifica-se a importância de iniciativas criativas na confecção de materiais didáticos e desenvolvimento de métodos que auxiliem o ensino da anatomia humana e zoológica a partir de estruturas tridimensionais. Existem pesquisas e alternativas neste sentido e algumas podem ser listadas a seguir:

- Modelos anatômicos comerciais

Nestes modelos, uma mesma estrutura pode ser apresentada em diferentes escalas e detalhamentos de estruturas internas e externas. Além disso, são fáceis de armazenar quando comparadas com modelos a partir de órgãos reais. Geralmente, são bem didáticos e realistas, porém são de alto custo para as instituições educacionais, principalmente para as escolas públicas brasileiras, em geral, carentes de recursos. O modelo em tamanho real de coração humano, por exemplo, visualizado na figura 3, possui custos próximos aos da montagem da coleção inteira proposta neste trabalho (SCIENTIFIC, 2019). Assim, os modelos sintéticos se mostram pouco acessíveis para a realidade de muitas instituições.



Figura 3 - Imagem de modelo sintético de coração humano em tamanho real em site de venda. Disponível em: https://www.3bscientific.com.br/modelo-de-coracao-magnetico-tamanho-real-5-pecas-1010007-g011-3b-scientific,p_33_18167.html. Acesso: 13 de jun de 2019

- Modelos anatômicos não comerciais:

São confeccionados pelos próprios alunos ou pelos professores utilizando-se, usualmente, materiais de fácil acesso e baixo custo. Também podem ser bem didáticos, mas de modo geral, não são tão realistas quanto os modelos comerciais. A possibilidade de envolver o estudante na sua confecção faz deles uma excelente opção no sentido de tornar as aulas mais dinâmicas, contribuindo para um papel mais ativo do estudante no processo de aprendizagem. Na figura 4, observa-se um modelo anatômico não comercial de um olho humano e, ao lado, sua respectiva musculatura e vias da medula espinal.

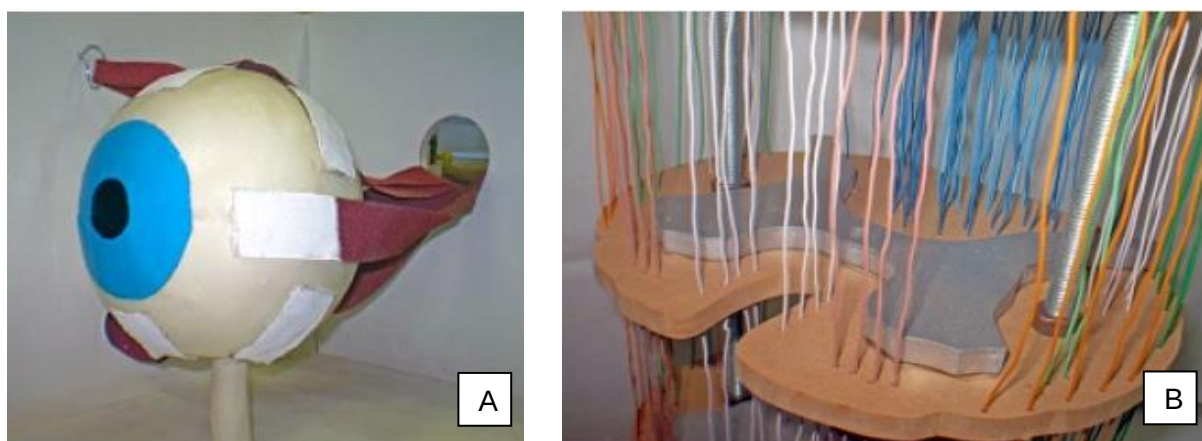


Figura 4 - Modelos anatômicos não comerciais confeccionados por estudantes de medicina da Universidade Federal de Campina Grande. A – Representação da musculatura do olho humano. B - Vias da medula espinal. (ARAÚJO *et al.*, 2014).

- Vídeos e realidade virtual

Os vídeos que, geralmente, retratam documentários com a temática de fisiologia e anatomia são importantes recursos por trazerem, por muitas vezes, os órgãos em pleno funcionamento a partir de câmeras ou através da computação gráfica.

Os sites e aplicativos que utilizam computação gráfica trazem um ambiente de realidade virtual que permitem recursos como zoom, separação por sistemas e órgãos específicos, além de giros de 360°. São uma boa opção de diversificação por suprirem a falta de tridimensionalidade das imagens 2D presentes nos livros didáticos.

Além disso, os simuladores também permitem a visualização de todas as estruturas anatômicas de modo dinâmico e interativo, o que possibilita um ensino ativo. Entretanto, o acesso a esse tipo de tecnologia é dificultado pela precariedade no acesso a computadores e internet nas escolas públicas.

Outro fator limitante é o fato de muitos desses programas serem pagos. A figura 5 contém representações de realidade virtual do corpo inteiro, sistema nervoso e encéfalo.

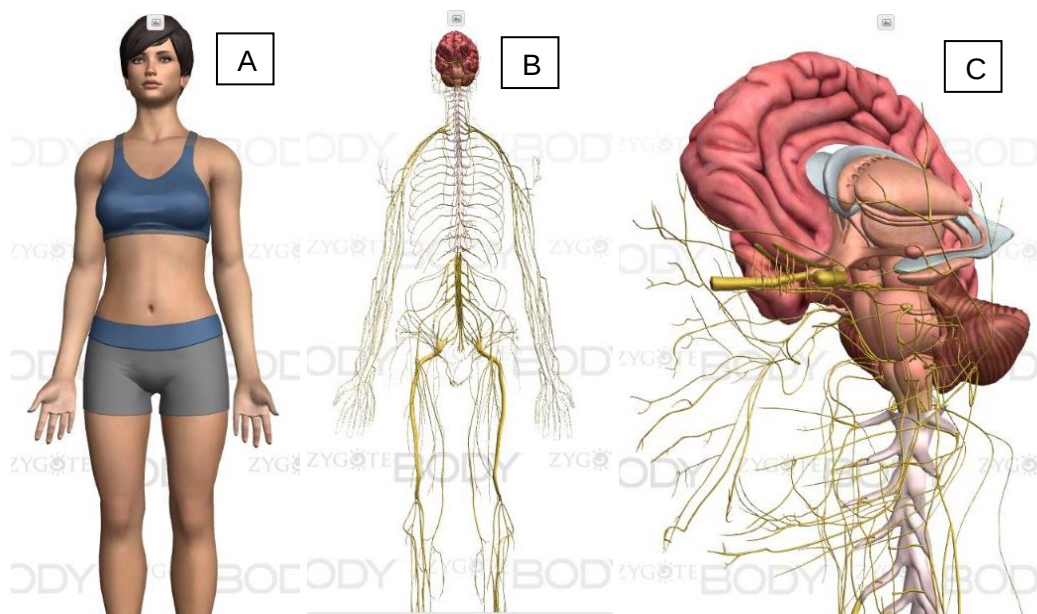


Figura 5 - Representações anatômicas de realidade virtual. A – Corpo inteiro; B – Sistema Nervoso e C – Encéfalo apenas com hemisfério direito interligado aos nervos faciais. Disponível em: <https://www.zygotebody.com/> Acesso: 13/06/2019.

- Anatomia comparada:

A anatomia comparada pode ser uma importante ferramenta para o aprendizado da fisiologia e anatomia humana, principalmente quando se estuda as estruturas anatômicas dos mamíferos em geral. Além disso, há estruturas, como o coração, que independentemente do grupo animal (vertebrados) que se analise, o seu funcionamento básico (sístole e diástole) é o mesmo.

Nessa perspectiva, há materiais que podem auxiliar o ensino da anatomia humana como o desenvolvimento de atlas (SEBBEN *et al.*, 2015), aulas a partir de dissecação de mamíferos (caprino) (SILVA *et al.*, 2018), aulas a partir de órgãos de mamíferos (suínos) conservados e dissecadas (LIMA E SILVA; MACHADO; BIAZUSSI, 2012). Na figura 6 observa-se a imagem de um embrião de ave, cuja circulação vitelínica possui similaridade com a circulação vitelínica em embrião humano.

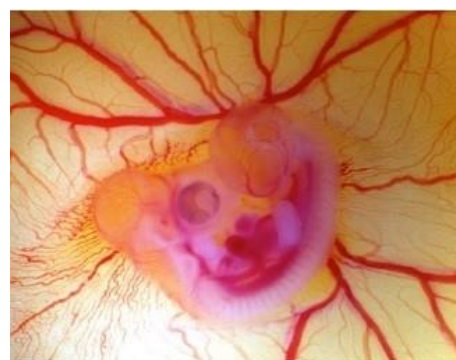


Figura 6 - Circulação vitelínica em embrião de ave. Imagem disponível no livro Anatomia Comparativa dos Vertebrados – Atlas Fotográfico de Sebben *et al.*, (2015).

Comumente, tais iniciativas possuem baixa adesão dentro do quadro geral de pesquisas relacionadas ao ensino de Biologia, sendo que as iniciativas existentes, até aqui, ocorrem em sua maioria no âmbito do ensino superior, como demonstrado na tabela 1 (LIMA; BORGES, 2007), onde nota-se que conteúdos relativos à anatomia são substancialmente menos abordados no ensino fundamental e médio. Sendo assim, se faz necessário o desenvolvimento de alternativas para o ensino de anatomia no ensino básico.

Tabela 1 - Conteúdos desenvolvidos e níveis de ensino referentes a trabalhos apresentados no I ENEBIO no ano de 2007 na cidade de Viçosa - MG. EF – Ensino Fundamental; EM – Ensino Médio; ES – Ensino Superior.

CONTEÚDO \ NÍVEL	EF	EM	ES	EJA	ECP	S/E	TOTAL	%
Educação ambiental	6	6	4	-	3	4	25	21,1
Biologia/Ciências	6	6	4	1	-	-	17	14,4
Ecologia	5	1	5	-	2	-	13	11,0
Botânica	-	4	6	-	2	-	12	10,1
Anatomia/fisiologia	2	3	6	-	-	-	11	9,8
Zoologia	4	3	3	-	-	-	10	8,4
Saúde	4	2	1	1	1	-	9	7,6
Genética	2	3	2	-	-	-	7	5,9
Evolução	2	1	1				4	3,3
Outros	5	2	3	1	1		10	8,4
TOTAL	36	31	35	3	9	4	118	100,0
%	30,5	26,3	30,0	2,5	7,6	3,3	100,0	

Extraído de (LIMA; BORGES, 2007).

A criação de propostas que integrem os saberes biológicos com atividades capazes de valorizar esta área de conhecimento proporciona novas perspectivas para o ensino da Biologia. Tais propostas devem introduzir uma dinâmica diferenciada de aulas teóricas e trabalhos com práticas de laboratório, coleções, maquetes, jogos e dramatizações, por exemplo (SANTORI; SANTOS; SANTOS, 2015).

Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009) a busca por alternativas para um melhor ensino de Ciências e Biologia passa por atividades experimentais. As autoras também afirmam que é impossível desenvolver um ensino experimental sem condições mínimas para tais atividades, assim como não é admissível se esperar soluções únicas para as diversas realidades adversas encontradas nas escolas do Brasil. E para isso, as soluções envolvem a produção de materiais próprios, de modo geral, com baixos custos.

2 – A NATUREZA DE UMA COLEÇÃO ANATÔMICA

Considerando-se a carência de material didático tridimensional no ensino básico como uma das razões que dificultam o ensino e a aprendizagem da anatomia humana, propõe-se aqui a confecção de coleções biológicas anatômicas como alternativa a este problema.

2.1 – Definição de coleção anatômica

Uma coleção pode ser entendida como um conjunto de objetos de valores estéticos, culturais ou científicos. (MARANDINO; RODRIGUES; SOUZA, 2014). Por definição uma coleção anatômica humana ou comparada, segundo a normativa nº 160 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), é “Coleção Biológica: coleção de material biológico testemunho constituída com o objetivo de gerar e subsidiar pesquisa científica ou tecnológica, bem como promover a cultura, a educação e a conservação do meio ambiente” (BRASIL, 2007, p.1).

Essa normativa institui o Cadastro Nacional de Coleções Biológicas e disciplina o transporte e o intercâmbio de material biológico consignado às coleções, tipifica as coleções biológicas como: científica, didática, particular, de segurança nacional e de serviço. As coleções científicas e didáticas estão assim definidas:

Coleção Biológica Científica: coleção de material biológico devidamente tratado, conservado e documentado de acordo com normas e padrões que garantam a segurança, acessibilidade, qualidade, longevidade, integridade e interoperabilidade dos dados da coleção, pertencente à instituição científica com objetivo de subsidiar pesquisa científica ou tecnológica e a conservação *ex situ*. (BRASIL, 2007, p.1).

Coleção Biológica Didática: coleção de material biológico pertencente a instituições científicas, a escolas do ensino fundamental e médio, unidades de conservação, sociedades, associações ou às organizações da sociedade civil de interesse público, destinadas à exposição, demonstração, treinamento ou educação (BRASIL, 2007, p.1).

A definição de coleção didática pressupõe uma utilização voltada para o ensino, em demonstrações e em atividades de preparação para o trabalho docente e, por isso, nem sempre passam pelas mesmas formas de cuidado, de conservação, de documentação e de uso em comparação com as coleções científicas. Justamente por suas características, as coleções didáticas têm curta duração em relação às científicas, uma vez que seu manuseio constante provoca danos e por isso requerem renovação permanente, e isso não é algo trivial diante do conjunto de atividades que os docentes têm de desempenhar (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Isso pode ser considerado um fator limitador para o uso das coleções como material didático.

Outro fator que distancia as coleções didáticas das instituições de ensino básico é a falta de conhecimento em relação aos procedimentos necessários para sua montagem e manutenção por parte dos professores. Embora possa ser considerada uma tradição no ensino das Ciências Naturais, muitos professores alegam não utilizarem as coleções como materiais didáticos por não conhecerem os procedimentos necessários para sua confecção, o que restringe as possibilidades de sua utilização na escola (SANTOS, 2015).

Uma coleção anatômica, humana ou comparada, é um conjunto de amostras de órgãos, compondo ou não um sistema, inteiros ou em partes, preparados e organizados com objetivos específicos.

Tais coleções são muito comuns em instituições de ensino superior, principalmente nos museus ligados aos departamentos de saúde. Esses museus, geralmente, realizam atividades de ensino/pesquisa/extensão uma vez que buscam fazer um intercâmbio entre a Universidade e a comunidade utilizando-se de acervos compostos por peças anatômicas, esculturas em gesso e resina, embriões e fetos em diferentes estágios de desenvolvimento, vídeos e fotos de células e tecidos (UFMG, 2019).

Na figura 7 vê-se a imagem de um feto, parte do acervo da UFMG.



Figura 7 - Parte do acervo do museu de morfologia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Disponível em: https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/?page_id=35. Acesso em: 23 de jun de 2019

Esse intercâmbio entre Universidade e a comunidade a partir dos museus e suas coleções anatômicas é essencial, pois quando o ensino é promovido através de aulas em que ocorre a utilização de coleções, elas podem proporcionar aos estudantes uma melhoria em sua aprendizagem por meio da observação direta, análise, proposição de hipóteses, investigação e manipulação das peças. (SCHWANKE; DIEHL, 2015).

Essa cooperação entre Universidade/Museu e comunidade acontece, principalmente, a partir de visitas de escolas de ensino básico, como exemplificados por Merissi, Silva e Farias (2018) e Savassa, Saleh e Pugliese (2018). Porém, em termos quantitativos, ainda é algo incipiente já que a quantidade desses acervos é pequena quando comparada ao tamanho da população de escolas, além de não haver, frequentemente, uma comunicação eficiente entre escolas e as instituições que possuem esses acervos. Assim, muitos estudantes passam todo o ensino básico sem ter contato com tais coleções ou com nenhum tipo de museu, o que é compreensível, já que no Brasil apenas 27% das cidades possuem esse tipo de instituição, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)

VOCÊ SABIA QUE 70% DOS BRASILEIROS JAMAIS VISITARAM UM MUSEU?

Segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (IPEA) em pesquisa divulgada em 2010, mais de 70% da população brasileira jamais esteve em um museu ou algum outro tipo de centro cultural. Essa pesquisa avaliou ainda a percepção que os brasileiros tinham sobre a distribuição desses espaços culturais. Verificou-se que pouco mais de 50% da população percebe que estes bens estão mal distribuídos pelo território nacional.

Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/brasil/ipea-70-da-populacao-nunca-foi-a-museu-ou-centro-cultural,2a6c4bc92690b310VgnCLD200000bbccceb0aRCRD.html>. Acesso: 15/06/2019

Neste cenário, propõe-se a confecção de uma coleção biológica didática como material alternativo e complementar para o ensino da anatomia humana no ensino básico.

2.2 – Por que organizar uma coleção anatômica no ensino básico

Pode-se afirmar que tanto a pesquisa biológica quanto o ensino de Biologia/Ciências se apoiam, largamente, em objetos. Os objetos, por sua vez, são fontes de prazer e observação, além de possuírem a capacidade de fascinar e promover experiências de contemplação e manipulação (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). No ensino básico, como já visto, a utilização de objetos para o ensino de anatomia é algo raro, quase inexistente. Por que não utilizar coleções biológicas como fonte de tais objetos?

A anatomia, animal ou botânica, é importante, pois permite ao estudante caracterizar as funções vitais do organismo, relacioná-las entre si na manutenção do ser vivo e relacioná-las com o ambiente em que vivem os diferentes seres vivos, além de estabelecer vínculos de origem entre os diversos grupos de seres vivos, comparando essas diferentes estruturas para aplicar conhecimentos da teoria da evolução e no auxílio da interpretação dessas relações (BRASIL, 2004). Percebe-se assim que qualquer conhecimento morfológico, independente da área botânica, zoológica ou qualquer outra, está relacionado com a sua funcionalidade e outros aspectos biológicos e ambientais. (SANTOS *et al.*, 2015).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (2004) do Ensino Médio preveem que além das relações com outros conhecimentos, dentro do ensino da anatomia humana é importante dar destaque ao corpo humano, evidenciando as relações que se estabelecem entre os diferentes aparelhos e sistemas e entre o corpo e o ambiente, conferindo integridade ao corpo humano, preservando o equilíbrio dinâmico que caracteriza o estado de saúde. Esta visão é compartilhada por Moraes e Guizzetti (2016) que consideram que o estudo do corpo humano de forma sistêmica seria fundamental para que nossos alunos pudessem se situar como seres humanos dotados de corpos biológicos, inscritos socioculturalmente e conscientes das hibridações entre seu corpo e seu meio natural.

O ensino promovido através de aulas que utilizem coleções pode proporcionar aos estudantes o entendimento desse corpo interligado em si e com o seu meio ambiente devido à associação da teoria com a prática vivenciada a partir da manipulação de peças que estimulam a observação, análise, manipulação e curadoria das peças depositadas nessas coleções, tornando o aprendizado significativo, pois o assunto estudado possui ligação com o real, com o cotidiano do mesmo (AZEVEDO *et al.*, 2012; PEIXOTO, 2012; SILVA *et al.*, 2016; WOMMER, 2013). Peixoto (2012) acrescenta que alunos que são levados a manipular as peças em coleções desenvolvem a capacidade de criar modelos e de fazer estudos comparativos.

Outra vantagem significativa das coleções biológicas didáticas é a possibilidade das mesmas poderem ser armazenadas durante muitos anos, desde que conservadas adequadamente, sendo utilizadas em espaços formais e não formais de ensino como feiras temáticas, por exemplo, além de dialogarem com outras áreas do conhecimento como a Geografia, a Física, a Química, entre outras (SILVA; CORRÊA; MATOS, 2014).

Uma das dificuldades dos estudantes em relação ao ensino da anatomia é a questão da noção de tridimensionalidade, volume e tamanho dos órgãos e as ligações que eles possuem. Como já citado, os programas de realidade virtual e de modelos comerciais ou não para o ensino da anatomia, proporcionam ao estudante essa ideia de tridimensionalidade. Mas, segundo Aguiar (2015), não se deve permitir que os modelos determinem, por si só, a elaboração de conceitos por parte dos estudantes devido às suas limitações, por serem simplificações do objeto real. Assim, as peças anatômicas de uma coleção biológica, são vantajosas como material pedagógico, pois também fornecem a oportunidade da tridimensionalidade e não são simplificações, pois são o próprio objeto real.

Do ponto de vista do ensino e aprendizagem a utilização de coleções biológicas são ricas fontes na promoção de um ensino investigativo por permitirem o uso de materiais e objetos concretos, permitindo ao aluno investigar características e propriedades destes, buscando informações mediante observações, e facilitando a busca por respostas através do levantamento de hipóteses e reflexão (SCHWANKE; DIEHL, 2015). Nessa perspectiva, toda aula com a utilização da coleção anatômica se torna uma aula prática sobre o assunto.

Nesse contexto, onde a prática deva instigar a curiosidade e não ser apenas algo repetitivo ou mecanizado, como uma sequência de protocolos, estes tipos de atividades têm-se mostrado muito eficientes, pois os alunos demonstram constantemente curiosidade e entusiasmo (DUSO, 2012), além de motivação e maior confiança durante a participação nas mesmas, demonstrando um maior senso de criticidade (WOMMER, 2013). No desenvolvimento deste trabalho, dentre os estudantes que responderam ao questionário, encontrou-se 75% de estudantes que se declaram motivados e 70,9% de estudantes que se declaram curiosos em uma turma de 2º ano e outra de 1º ano do ensino médio utilizando-se de coleções biológica anatômicas a partir de órgãos suínos.

A utilização de coleções biológicas não como algo intocável e que deva ser apenas admirado, mas como algo que possa ser manipulado e analisado pelos estudantes estimula outros sentidos além do visual. A coleção se torna fonte para investigações e neste sentido o ato de colecionar deixa de estar associado a algo estático, a apenas gavetas, prateleiras, armários e etiquetas. O ato de colecionar se expande pelo ensinar e divulgar (SELLES, 2015).

2.3 – Por que utilizar órgãos suínos em uma coleção anatômica

Existem leis e normativas que regulamentam a utilização de animais na educação. A instrução normativa nº 03/2014 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) define que a coleta e transporte de material biológico ou para uso didático ou científico é restrita ao ensino superior. Porém a mesma normativa define:

Esta Instrução Normativa não se aplica à coleta e ao transporte de material biológico de espécies:

I - domesticadas ou cultivadas, exceto quando relacionados às pesquisas realizadas em unidades de conservação federal de domínio público; e

II - silvestres exóticas em condição *ex situ* (ICMBio, 2014, p.2).

Percebe-se aqui um vácuo legal, pois há a prerrogativa para as coleções didáticas no ensino básico, porém as normativas para a aquisição de material ainda não foram estabelecidas. Assim, uma solução seria a utilização de animais domesticados para tal.

Porém, é importante ressaltar, que a lei 11794/2008 que estabelece procedimentos para o uso científico de animais vertebrados determina que a utilização destes animais para o ensino e para o uso científico é restrito ao ensino superior ou educação técnica profissional de nível médio da área biomédica (BRASIL, 2008a). Mas a mesma lei também relata em seu artigo 3º que não será considerada experimento (procedimentos efetuados em animais vivos, visando à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas) as intervenções relacionadas às práticas agropecuárias.

Acrescenta-se ainda a lei 9605/1998 sobre crimes ambientais que, em seu artigo 32, diz que é crime “praticar ato de abuso, maus tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos” (BRASIL, 1998). Portanto, a utilização de animais mortos por causas naturais ou circunstâncias não experimentais para o estudo da anatomia humana e comparada no ensino básico é uma alternativa sem restrições de caráter legal. Nesse caso, a utilização do porco doméstico (*Sus scrofa domesticus*) é uma alternativa viável por diversos motivos. Alguns estão listados abaixo:

(1) Semelhança dos órgãos suínos com os órgãos humanos: O suíno é citado em grande número de trabalhos que envolvem vídeo cirurgias, onde é tido como animal ideal para treinamento e pesquisa em cirurgia por mini acesso (FAGUNDES; TAHA, 2004). Segundo Schanaider e Silva (2004) os batimentos cardíacos, a via biliar e o posicionamento do baço são exemplos de semelhanças entre o porco e o ser humano, corroborando o fato de serem modelos experimentais para vários tipos de cirurgias. Bueno, Osmar e Pestana (1996) relatam que em xenotransplante, ou seja, transplantes entre diferentes espécies, os de porco-ser humano em relação aos de macaco-ser humano, em termos fisiológicos, são mais vantajosos.

POR QUE ÓRGÃOS DE PORCOS E NÃO DE MACACOS SÃO TESTADOS PARA TRANSPLANTES EM SERES HUMANOS?

Segundo o cirurgião hepático Sérgio Mies, da Universidade de São Paulo (USP) e do Hospital Albert Einstein, os órgãos suínos como o fígado, o coração e o rim são extremamente parecidos com os humanos. Outro fator é a questão da maturidade, já que um suíno atinge a sua fase adulta por volta de 1 (um) ano de idade, enquanto que gorilas, por exemplo, atingem essa fase por volta dos 7 (sete) anos de idade.

Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/por-que-orgaos-de-porc0s-e-nao-de-macacos-sao-testados-para-transplantes-em-seres-humanos/> Acesso: 16/06/2019

Sendo o volume e tamanho dos órgãos suínos muito semelhantes ao dos humanos, eles são, portanto, uma excelente opção para o ensino de anatomia humana por comparação, principalmente no ensino fundamental e médio.

RIM DE PORCO PODE SER TRANSPLANTADO EM HUMANOS

Essa é a expectativa do professor da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), o Doutor Silvano Raia que ficou mundialmente famoso após realizar o primeiro transplante de fígado entre pessoas vivas no mundo. A USP tem pesquisado o xenotransplante, ou seja, transplante de órgãos entre indivíduos de diferentes espécies como alternativa para as longas filas de espera para o procedimento. Segundo Silvano Raia, apesar da proximidade cerebral entre o macaco e o ser humano, o suíno seria o animal mais compatível e o rim o órgão mais suscetível para esse tipo de procedimento. “Nos EUA, por exemplo, um macaco que sofreu esse tipo de intervenção ainda vive após 600 dias da operação.”

Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/rim-de-porco-pode-ser-transplantado-para-humanos/> Acesso: 18/06/2019

(2) O Brasil possui um grande número de frigoríficos: O Brasil é atualmente o 4º maior produtor de carne mundial, conforme observa-se no gráfico 1. Consequentemente, o número de frigoríficos suínos também é grande e, portanto, a aquisição de órgão desses animais é mais acessível. É importante garantir que os órgãos sejam adquiridos em frigoríficos que são fiscalizados e, portanto, possuam inscrição no Sistema de Inspeção Estadual (SIE) ou no Sistema de Inspeção Federal (SIF).

Estatísticas | Mundo | Suínos

Carne | mil toneladas | 2018

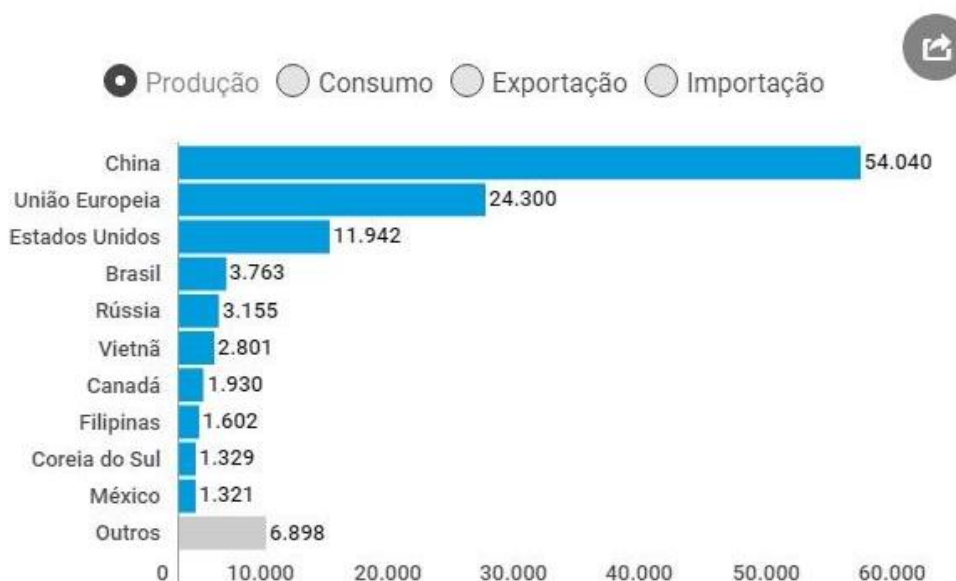


Gráfico 1 - Gráfico demonstrando a produção de carne suína mundial em mil toneladas no ano de 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>. Acesso: 17 de jun. de 2019

(3) Descarte dos órgãos: Muitos frigoríficos não comercializam os órgãos, disponibilizando apenas as carcaças para a venda. Assim, os órgãos são utilizados para avaliação parasitológica, por exemplo, e depois acabam sendo descartados. Portanto, a doação para instituições de ensino seria uma forma de se evitar o desperdício e provável contaminação ambiental.

(4) Preparação e Conservação: A preparação e conservação das peças anatômicas não requerem laboratórios, nem equipamentos específicos e de alto custo, podendo ser realizadas em qualquer ambiente que possua água corrente apenas.

(5) Durabilidade: Quando bem preparada, cuidando-se principalmente da sua manutenção, a coleção, apesar de ser didática e, por isso, possuir uma durabilidade menor em relação às científicas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009), pode durar muitos anos na instituição sendo uma importante fonte de material didático. É muito comum encontrar peças em coleções didáticas de universidades que possuem mais de 30 anos de uso.

(6) Utilização em espaços diferentes da sala de aula tradicional: As peças da coleção podem ser utilizadas em ambientes não formais de ensino como feiras e mostras científicas na própria escola ou mesmo fora dela. Na figura 8, observa-se uma equipe de estudantes do Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves – CETAN em Goiânia-GO, utilizando parte da coleção didática anatômica com órgãos suínos em uma feira de ciências.



Figura 8 - Estudantes manuseando parte da coleção didática anatômica em feira de ciências do Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves – CETAN em Goiânia - GO

3 – COMO CONFECCIONAR UMA COLEÇÃO ANATÔMICA

O material necessários para realizar a confecção de uma coleção de órgãos suínos é relativamente simples e acessível, podendo ser encontrado, de modo geral, em lojas de materiais médicos e hospitalares, papelarias, lojas de utensílios domésticos, frigoríficos e açougues e lojas de materiais de limpeza e assepsia.

A coleção confeccionada neste presente trabalho está depositada no laboratório de Ciências do CETAN em Goiânia – GO e fez parte do trabalho de mestrado do autor.

Na tabela 2, consta a lista de materiais utilizados.

Tabela 2 – Lista de materiais para a confecção da coleção anatômica

Material	Aplicação
Caixas plásticas com tampas vedantes	Armazenagem e proteção das peças durante a fixação e durante a conservação
Bandejas plásticas	Apresentação e manipulação das peças durante as dissecações e as aulas.
Potes de boca larga (tampa plástica)	Armazenagem e proteção das peças
Peças viscerais de suínos	Material base para a coleção
Caixa térmica	Transporte dos órgãos até o local de preparo
Gelo	Conservação dos órgãos durante o transporte
Água	Diluição do formol e lavagem das peças
Formaldeído (37%)	Fixação dos tecidos biológicos
Álcool etílico 70° INPM	Conservação das peças após a fixação
Recipiente graduado de 1L	Diluição do formol
Seringas (1, 10 ou 20 ml)	Aplicação de formol nos órgãos durante a preparação
Agulhas hipodérmicas	Aplicação de formol nos órgãos durante a preparação
Luvas de látex	Proteção das mãos durante a preparação das peças
Avental	Proteção das roupas durante a preparação das peças
Máscaras cirúrgicas	Proteção do rosto durante a preparação das peças
Flanelas	Acondicionamento das peças
Faca média afiada	Dissecação das peças
Bisturi nº3	Dissecação das peças
Lâminas de bisturi nº11	Dissecação das peças
Tesoura cirúrgica reta	Dissecação das peças
Pinça 10 cm de ponta reta	Dissecação das peças
Alfinetes de cabeça plástica	Fixação das etiquetas nas peças
Luvas de plástico (descartável)	Proteção das mãos durante a manipulação das peças
Papel adesivo transparente	Proteção das etiquetas em meio líquido

De modo geral, as etapas necessárias para a confecção de uma coleção anatômica a partir de órgãos suínos estão discriminadas na figura 9 e serão melhor descritas na sequência.



Figura 9 - Etapas necessárias para a confecção de uma coleção didática a partir de órgãos suínos

3.1 – Aquisição

a) Escolha do Frigorífico

Apesar da facilidade de se adquirir órgãos suínos em fazendas e chácaras que possuem criação, por exemplo, a coleta deve ser feita a partir de frigoríficos que possuem inspeção estadual (SIE) ou federal (SIF). Essa fiscalização é importante, pois há uma garantia maior que os órgãos adquiridos estão livres de patógenos, além do fato dos animais serem abatidos seguindo critérios que garantam o menor sofrimento possível físico e psicológico.

É importante ter em mente que algumas peças estarão danificadas pelos métodos praticados no abate dos suínos.

Mesmo com essas imperfeições as peças não perdem o seu valor anatômico e didático.

DICA!

Como já citado, muitos açougues e frigoríficos não comercializam os órgãos, tendo interesse apenas na carcaça. Uma alternativa para obtenção dos órgãos, seria procurar o responsável técnico, geralmente um médico veterinário do frigorífico e solicitar a doação dos órgãos de interesse. Sugestão: apresente um pequeno projeto especificando o motivo da coleção e seus benefícios para as aulas de Biologia.

Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009) as coleções didáticas possuem a particularidade de que, muitas vezes, os objetos que as compõem são coletados não somente pelos professores, mas também pelos estudantes e seus familiares. Assim, pode-se solicitar para estudantes e seus responsáveis que solicitem a doação destas peças.

Na figura 10 estão apresentadas duas peças anatômicas, língua e coração, fixadas com solução de formol e dissecadas.



Figura 10 - Peças anatômicas preparadas e dissecadas. À direita, uma língua com alguns cortes e à esquerda, um coração faltando parte da sua camada mais externa.

DICA!

O formol pode ser encontrado em lojas de materiais para assepsia e conservação. No entanto, pode não ser tão simples achá-lo devido a sua natureza tóxica e relativamente perigosa. Portanto, sugere-se que o procure em departamentos de Universidades que trabalhem com esse reagente como os de Biologia e de Química. Muitos professores destas instituições buscam estreitar relações com o ensino básico e podem contribuir com apoio material e intelectual.

b) Transporte

O transporte para o local onde os órgãos serão preparados deve ser feito de maneira a amenizar os efeitos de autólise e decomposição. Para isso, acondicionam-se os órgãos em caixas térmicas com gelo para diminuir a velocidade de deterioração. Caso não haja uma caixa térmica pode-se utilizar de uma que não seja térmica, porém o gelo é indispensável.

c) Lavagem das peças

Após o transporte dos órgãos é importante realizar lavagem dos mesmos em água corrente para a retirada do excesso de sangue, conforme demonstrado na figura 11. Não é necessário um local ou equipamento específico, basta haver uma fonte de água corrente.

DICA!

Alguns órgãos possuem uma quantidade maior de sangue em seus tecidos e cavidades. Devido a isso, pode não ser suficiente a lavagem das peças em água corrente somente. No intuito, de economizar água e também de retirar a totalidade do sangue das peças para facilitar o processo de fixação sugere-se a imersão das peças em água por 24h, mantendo-as sob refrigeração durante este período.



Figura 11 - Lavagem de órgãos (coração) recém transportados em água corrente

Na figura 12 tem-se dois recipientes com corações suínos imersos em água para diluição do sangue presente nos tecidos e cavidades, onde houve a troca da água no recipiente da direita. É possível observar a diferença na coloração do líquido, evidenciando a grande quantidade de sangue que foi diluído desta maneira. Após a realização da lavagem, inicia-se a etapa de fixação das peças com solução de formol.



Figura 12 – Corações suínos imersos em água para diluição do sangue presente nos tecidos e cavidades.

3.2 – Fixação

A etapa da fixação consiste utilizar substâncias que sejam antimicrobianas para evitar a putrefação dos órgãos. Existem diversas substâncias que podem cumprir esse papel, porém a mais utilizada devido ao seu baixo custo e rápido efeito é o formol (formaldeído/aldeído fórmico diluído em solução aquosa), apesar de seus efeitos negativos como irritação das mucosas, irritabilidade em contato com a pele e seu efeito cancerígeno a longo prazo (IARC, 2006; SANTOS *et al.*, 2017a).

a) Preparação da solução de formol

A técnica utilizada, relativamente simples, foi adaptada de trabalhos (SANTORI, MIRANDA, 2015; SOUZA, SOUZA, 2007; PEREIRA, 2014; CURY, CENSONI, AMBRÓSIO, 2013; SILVA, 2018) que independentemente do seus objetivos utilizaram o formol para a fixação do material biológico. Geralmente, utiliza-se o formol encontrado comercialmente na concentração de 37%, dito formol puro, diluído à 10% (V/V), ou seja, a solução deve possuir 9 (nove) partes de água para 1 (uma) parte de formol, a solução final terá uma concentração real de 3,7% de formaldeído em água. Na figura 13 está mostrado o esquema para diluição do formol, que consiste em um recipiente graduado e uma bandeja para diluição.

CUIDADO!

Como o formol é uma substância tóxica, o manuseio deve ser feito com proteção de luvas de látex, avental e máscara.

Deve-se evitar a inalação do formol. Por isso, trabalhe com o ambiente o mais ventilado possível ou com sistema de exaustão.

Evite o contato direto da substância com a pele.



Figura 13 - Materiais necessários para diluição do formol. Um recipiente para manter a solução e outro recipiente graduado para fazer a medição exata do formol e da água.

b) Aplicação da solução de formol



Figura 14 - Aplicação de injeções de solução de formol em corações.

A solução de formol deverá ser aplicada da maneira mais homogênea possível nas peças a partir de agulhas hipodérmicas, de acordo com o observado na figura 14. Após a aplicação das injeções, mergulha-se cada peça na solução fixadora de formol. A quantidade de formol a ser injetada no órgão e o tempo de permanência do material na solução depende do tipo e tamanho do órgão (SANTORI; MIRANDA, 2015), mas geralmente, o volume de solução deve ser sempre superior ao volume dos órgãos de modo que o material fique totalmente imerso na solução.

O tamanho dos recipientes onde os órgãos vão ficar acondicionados e imersos na solução de formol deve ser suficiente para que os órgãos não fiquem muito próximos exercendo pressão uns sob os outros de modo a impedir a penetração da solução nos tecidos daquela região. Outra preocupação em relação ao tamanho do recipiente é devido ao fato dos órgãos poderem se deformar caso o volume do recipiente não seja suficiente para a quantidade de órgãos acondicionados

DICA!

A aplicação da solução deve ser de maneira lenta e gradual sempre tendo o cuidado para não deformar a região do órgão em que se está aplicando. Recomenda-se atenção especial em órgãos com tecidos mais frágeis como o encéfalo, por exemplo.

Regiões mais espessas como o ventrículo esquerdo do coração ou o córtex dos rins merecem uma maior atenção neste processo, pois necessitam de uma quantidade maior de solução.

Utilize agulhas de menor calibre possível, como as subcutâneas para diabéticos encontradas em farmácias.

O tempo de imersão dos órgãos na solução de formol é variável de acordo com a sua massa, volume, além da “esponjosidade” dos tecidos. De modo geral, recomenda-se deixar os órgãos imersos na solução por tempo superior a 7 (sete) dias.

Pode ser difícil manter alguns órgãos totalmente imersos na solução. O pulmão em especial devido à sua natureza esponjosa. A exposição, ou seja, a não imersão de parte da peça, é prejudicial à mesma, pois dificulta a penetração de formol naquela região, fazendo com que aquela parte fique mais suscetível a sofrer um processo de autólise, aumentando o risco de perda da peça. Nesse caso, pode-se utilizar flanelas para cobrir a peça evitando que parte da mesma fique exposta, como é possível observar na figura 15.



Figura 15–A - Pulmões suínos imersos em solução de formol e cobertos por flanelas para assegurar que o processo aconteça de forma homogênea. B - Pulmões suínos flutuando em solução de formol.

DICA!

Vire a peça de tempos em tempos, de 24h em 24h, por exemplo. Assim, a face ventral e a dorsal da peça ficarão o mesmo período de tempo na solução e o formol penetrará nos tecidos de maneira homogênea.

Injete o máximo de solução de formol nas cavidades livres, como as vias aéreas. À medida que o líquido penetra o ar vai saindo dos alvéolos e bronquíolos. Assim, a peça se torna mais pesada e menos suscetível a flutuação.

Além do uso da flanela, pode-se utilizar de pesos para forçar a submersão do órgão como no exemplo da figura 16, onde o procedimento foi realizado com os materiais que estavam disponíveis no momento, porém pode-se fazer com quaisquer outros materiais que possam desempenhar a mesma função.

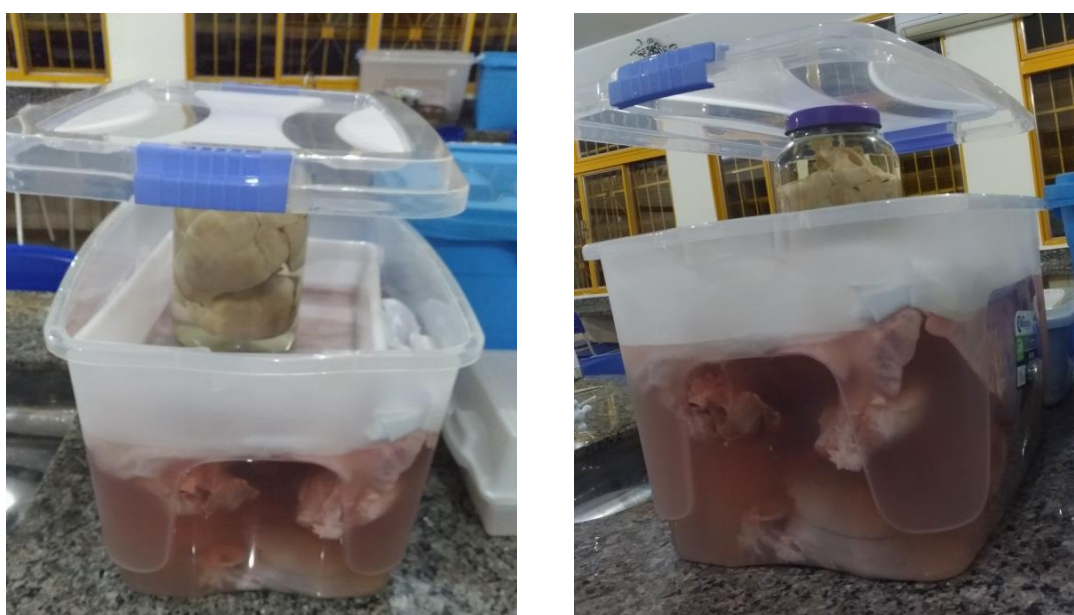


Figura 16 - Pulmões suínos imersos em solução de formol, cobertos por flanelas e com peso para assegurar a submersão completa das peças.

DICA!

Ao forçar a submersão, dependendo da força exercida, pode-se marcar as peças. Para evitar isso, uma alternativa, pode ser a utilização de garrafas PET de 2 (dois) litros cheias com água colocadas sobre os órgãos formando uma espécie de grade que impeça a emersão da peça.

Órgãos que contém conteúdo interno, como a vesícula biliar, merecem especial atenção, pois durante o processo de fixação o conteúdo interno pode extravasar e tingir a peça, o que pode marcá-la e prejudicar a estética da mesma. Outro órgão com conteúdo interno e que merece atenção é o estômago. Caso se retire o seu conteúdo interno, ele fixará de forma que não fique evidenciado o seu formato real. Para contornar o problema Souza *et al.*, (2016) utilizou serragem para preencher a cavidade estomacal enquanto que Cury, Censoni e Ambrósio (2013) utilizaram-se de ar comprimido para inflar os órgãos e deixá-los mais semelhantes a sua estrutura natural.

DICA!

No caso do estômago é preferível, desde que não haja lesões nas paredes e nas válvulas do órgão, deixar o conteúdo estomacal intacto e imergir a peça na solução de formol. Após os dias necessários para a fixação da peça realiza-se a dissecação e lavagem da estrutura interna do estômago. Assim, mantém-se o formato original do órgão.

Na figura 17 são visualizados estômagos que foram fixados com conteúdo estomacal e estômagos que foram fixados sem o conteúdo. Em (A) o estômago conectado ao baço e ao duodeno e em (B) o estômago conectado em parte do esôfago e ao duodeno foram fixados com conteúdo estomacal. Em (C) o estômago conectado ao baço, pâncreas e ao duodeno e em (D) o estômago conectado ao pâncreas e ao duodeno não foram fixados com conteúdo estomacal. Nota-se nas imagens C e D um formato mais “achatado” dos estômagos.

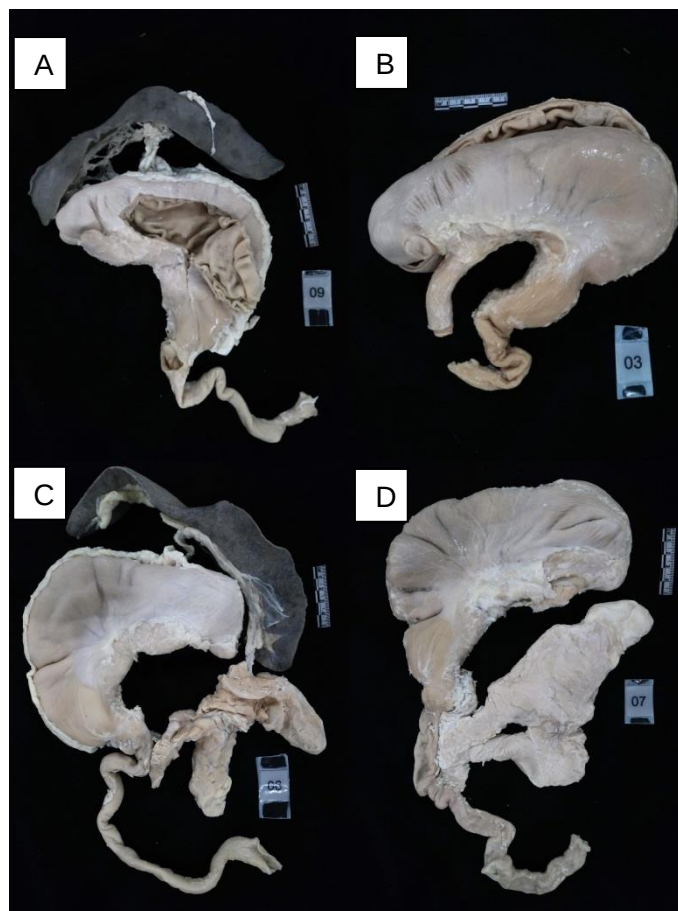


Figura 17 – Estômagos fixados com conteúdo estomacal para posterior dissecação (A e B) e estômagos que foram fixados sem conteúdo estomacal para posterior dissecação (C e D). A – Estômago conectado ao baço e a parte do duodeno. B – Estômago conectado a parte do esôfago e parte do duodeno. C – Estômago conectado a parte do duodeno, pâncreas e baço. D – Estômago interligado a parte do duodeno e pâncreas.

A vesícula biliar, assim como o estômago, possui conteúdo interno que, ao contrário do estômago, aconselha-se a não mantê-lo devido ao risco de extravasamento durante a fixação. Neste caso, é interessante retirar parte do seu conteúdo a partir de uma seringa ou retirá-lo totalmente deixando apenas a película externa da estrutura. É importante em ambos os casos injetar a solução de formol na vesícula.

Na figura 18, observa-se uma peça de fígado que teve extravasamento da bile durante a fixação, e teve seu conteúdo parcialmente retirado para continuar com o processo de fixação. Nota-se uma diferença significativa entre as imagens A e B em relação ao volume contido na vesícula biliar.

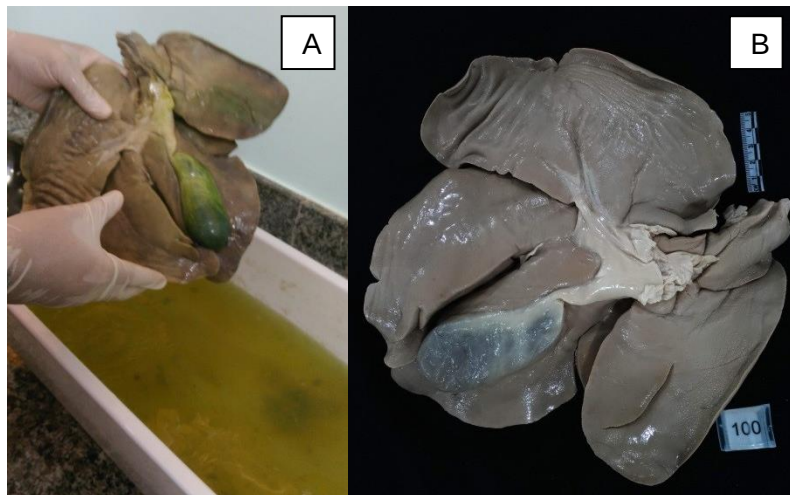


Figura 18 – (A) Peça de fígado que teve extravasamento da bile durante a fixação, cujo conteúdo foi parcialmente retirado para continuar com o processo de fixação. (B) Imagem da peça, em vista ventral, após o processo de fixação.

c) Reutilização e descarte do formol

Após a utilização da solução de formol em uma peça ou um conjunto de peças é possível a sua reutilização em outras peças. Ainda que esteja com aspecto avermelhado ou amarronzado devido ao sangue que não foi retirado durante a lavagem inicial, como é possível notar na figura 19, para tanto, basta filtrar o formol já utilizado com a ajuda de um pano ou flanela para retenção de partes que possam ter se soltado da peça ou mesmo parte do sangue que se coagula formando uma espécie de borra no fundo da caixa.



Figura 19 - Aspecto do formol após utilização em peças de fígado. Destaque para pequenos fragmentos de tecido adiposo na superfície e uma borra escura no fundo, resultado da coagulação do sangue.

DICA!

Como o formol pode ser prejudicial ao meio ambiente é recomendável que haja a reutilização da substância. Porém, a cada reutilização a concentração de formol diminui e isso pode afetar o processo de fixação das outras peças, pois há a tendência da concentração de formol na solução diminuir.

O descarte desta substância segue padrões de acordo com a Anvisa. Recomenda-se armazenar o material que sobrar em vidro âmbar e entrar em contato com as Universidades, em especial os departamentos que trabalham com a substância, para auxílio no descarte deste material.

O formol residual também pode ser destinado ao descarte de acordo com a RDC nº 222/2018 da Anvisa, onde se enquadra como Resíduos de Serviço de Saúde do Grupo B segundo a Anvisa (2018).

3.3 – Dissecção

Pode-se dizer, dentro da anatomia geral, que o significado de dissecar é o de individualizar as partes que compõem o organismo. Independente do frigorífico escolhido, geralmente, recebe-se os órgãos parcialmente seccionados, ou seja, já dissecados pelo processo de retirada das estruturas da carcaça que pode, inclusive, danificar alguns deles.

Não há uma regra que determine que a fixação seja antes da dissecção, portanto, essa etapa pode anteceder a fixação, principalmente se já se tem em mente o que se quer evidenciar naquela estrutura em questão.

Caso a dissecção ocorra após a fixação em formol, a peça deve ser lavada em água corrente para retirada do excesso de formol, como observa-se na figura 20, a lavagem de uma peça de estômago suíno após processo de fixação para início do processo de dissecção. Pode-se deixar a peça imersa em água por algumas horas antes de iniciar o trabalho de dissecção.



Figura 20 - Lavagem de estômago suíno após processo de fixação para retirada do excesso de formol.

Basicamente, a dissecção é necessária para se evidenciar estruturas específicas em cada peça ou no conjunto delas. Pode-se querer evidenciar estruturas internas, externas ou mesmo a associação entre diferentes tipos de órgãos. É importante observar que ao seccionar uma peça anatômica se evidencia os chamados planos de orientação anatômica a partir dos diferentes tipos de planos de secção, de acordo com exemplificação das figuras 21, 22 e 23. Na figura 21 observa-se o plano de secção sagital para o conjunto traqueia-pulmões.

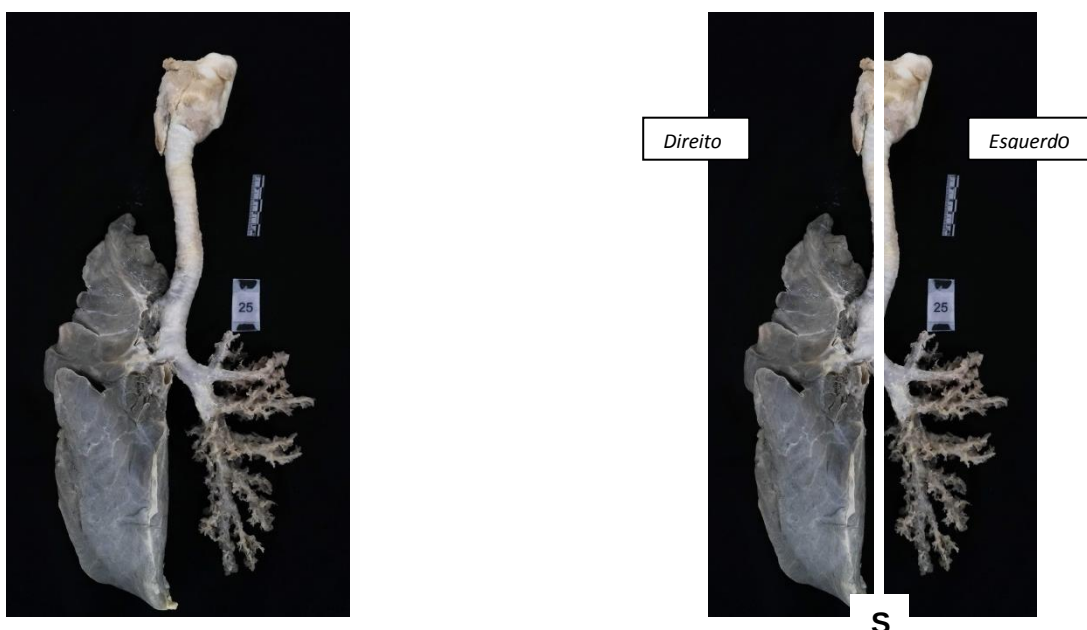


Figura 21 - Imagens do conjunto laringe-traqueia-pulmões utilizadas para demonstrar o plano de secção sagital (S). Nota-se também parte do esôfago e a árvore brônquica do pulmão esquerdo exposta.

Na figura 22 observa-se o plano de secção transversal para o conjunto traqueia-pulmões.

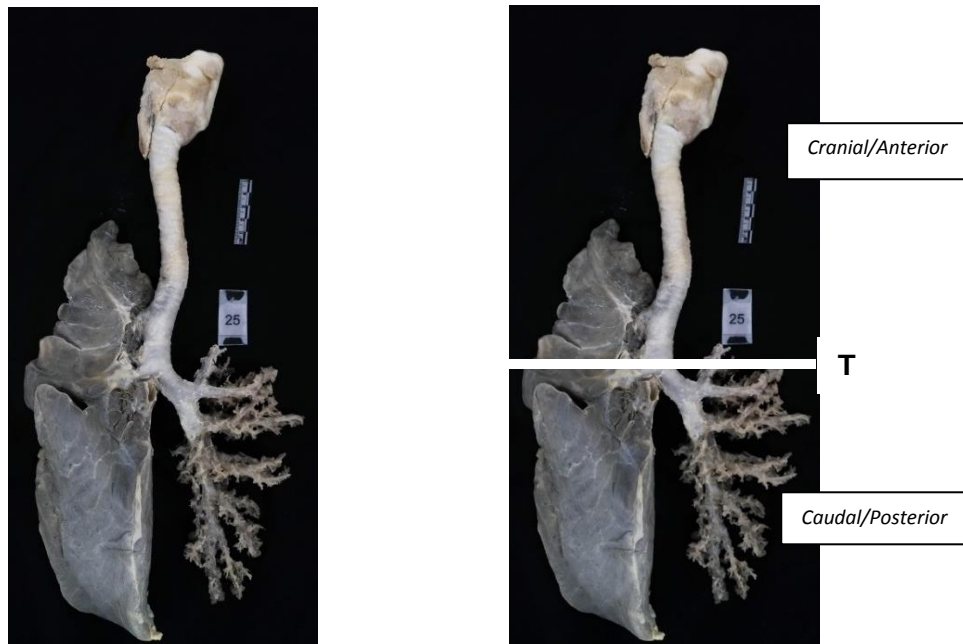


Figura 22 - Imagens do conjunto laringe-traqueia-pulmões utilizadas para demonstrar o plano de secção transversal (T). Nota-se também parte do esôfago e a árvore brônquica do pulmão esquerdo exposta.

Na figura 23 observam-se os planos dorsal (A) e ventral (B) para o conjunto faringe-traqueia-pulmões-coração, evidenciados a partir de um plano de secção frontal.



Figura 23 - Imagens do conjunto faringe-traqueia-pulmões-coração para demonstrar os planos dorsal (A) e ventral (B). Esses planos são evidenciados a partir de um plano de secção frontal.

Segundo Sebben *et al.* (2015) os planos de secção estabelecem referenciais que constituem a base para a orientação espacial e descrição de estruturas e regiões dos organismos íntegros ou das partes que o compõe. Desta maneira, pode-se determinar com segurança a posição relativa dos órgãos e demais estruturas.

Ao se dissecar uma peça anatômica, além de ter noção dos planos de secção e anatômicos, é importante possuir instrumentos confiáveis para sua realização. Tais instrumentos são simples e de fácil aquisição, principalmente em lojas de equipamentos hospitalares. A figura 24 contém uma imagem da área de trabalho onde observam-se os instrumentos utilizados na dissecação, como faca, pinça, bisturi e tesoura.



Figura 24 - Imagem demonstrando os instrumentos necessários para uma dissecação básica (faca, pinça, bisturi e tesoura).

Como a importância da dissecação está na demonstração das estruturas que se tem interesse, deve-se remover qualquer empecilho que atrapalhe na visualização das estruturas desejadas. Basicamente, nos vertebrados, esse empecilho está ligado aos tecidos conjuntivos, principalmente, o adiposo. Na figura 25, temos uma imagem demonstrando órgãos suínos antes da dissecação (à esquerda) e após a dissecação (à direita) após todas as estruturas não desejáveis terem sido removidas.

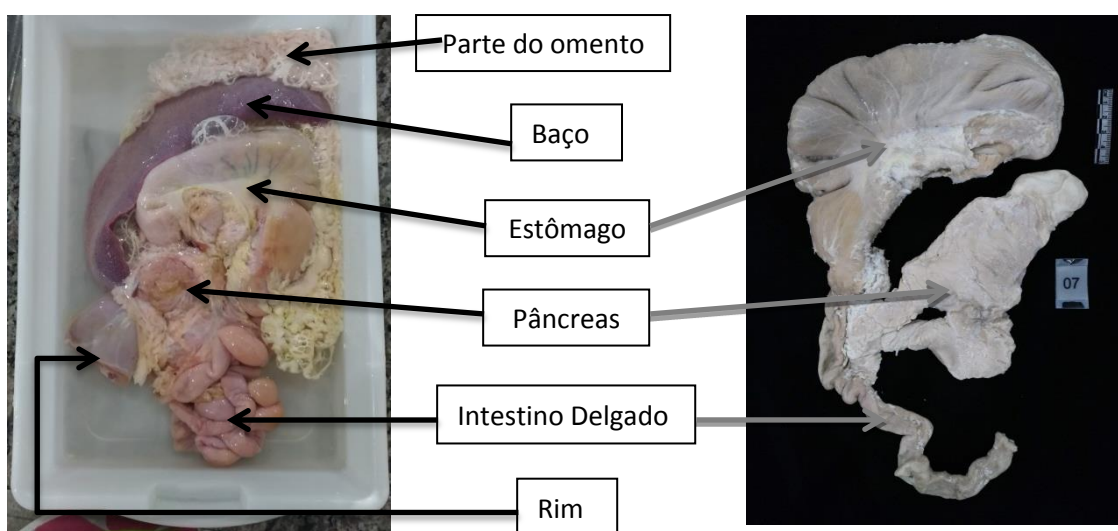


Figura25 - Imagem demonstrando órgãos suínos referentes ao sistema digestório antes da dissecação (à esquerda) e após a dissecação (à direita), evidenciando o estômago, o pâncreas e parte do duodeno.

DICA!

O processo de dissecação de uma peça anatômica é demorado e minucioso. Por isso, planeje-se para não ter que dissecar um grande número de órgãos ao mesmo tempo.

Ao dissecar uma peça tenha muito cuidado com os vasos sanguíneos mais finos, principalmente em órgãos como os rins (veia e artéria renal) e o coração (veias pulmonares e veia cava). Para uma maior precisão no corte sempre substitua a lâmina de bisturi para uma maior precisão. Caso não tenha terminado de dissecar uma determinada estrutura e tenha a necessidade de se ausentar, não volte a peça para o formol, mas a coloque em um recipiente com álcool 70º INPM e retome o processo posteriormente.

É possível optar por manter muitas peças compostas por dois ou mais órgãos interligados para reforçar a ideia do organismo como vários órgãos e sistemas que trabalham em conjunto.

3.4 – Conservação

O líquido conservante é a substância na qual as peças irão ficar após a fixação pelo formol. É muito comum ainda encontrar laboratórios que utilizam o formol como líquido conservante, principalmente devido ao seu baixo custo. Apesar disso, sua utilização como conservante é extremamente desaconselhável pela ação cancerígena e tóxica dos vapores do formaldeído no longo prazo e a sua agressividade às mucosas nasais (KARAM *et al.*, 2016). As substâncias mais utilizadas em substituição ao formaldeído como conservante são a glicerina e o álcool etílico hidratado 70° INPM (conhecido correntemente por álcool 70).

Algumas pesquisas demonstraram que após a glicerinação as peças ficam muito leves e não necessitam ser acondicionadas em meio líquido (CURY; CENSONI; AMBRÓSIO, 2013). Porém, devido ao seu custo que é consideravelmente maior em relação ao álcool demonstrado por Kimura e Carvalho (2010) e ao fato de que, ao longo do tempo, peças glicerinas escurecem e apresentam considerável retração tecidual em relação à peças conservadas em álcool, citado por (Silva (2018), optou-se por utilizar na coleção biológica do CETAN o álcool 70° INPM como substância conservante.

O álcool, além de suas propriedades antimicrobianas, é uma substância química que não apresenta reações agressivas aos olhos e mucosas, além de não ser tão tóxico quanto o formol. A peça conservada dessa maneira mantém sua estrutura próxima àquela do estado real apresentando uma leve descoloração e se mantém por um longo tempo em perfeita condições (PEREIRA, 2014; SILVA, 2018).

Da mesma forma que se utilizam flanelas durante o processo de fixação para evitar que parte das peças fiquem expostas, deve-se fazer o mesmo procedimento quando as peças forem imersas no álcool. Na figura 26 tem-se a imagem de encéfalos e medulas suínos imersos em álcool 70° INPM e cobertos por flanelas para evitar a exposição de partes das peças.

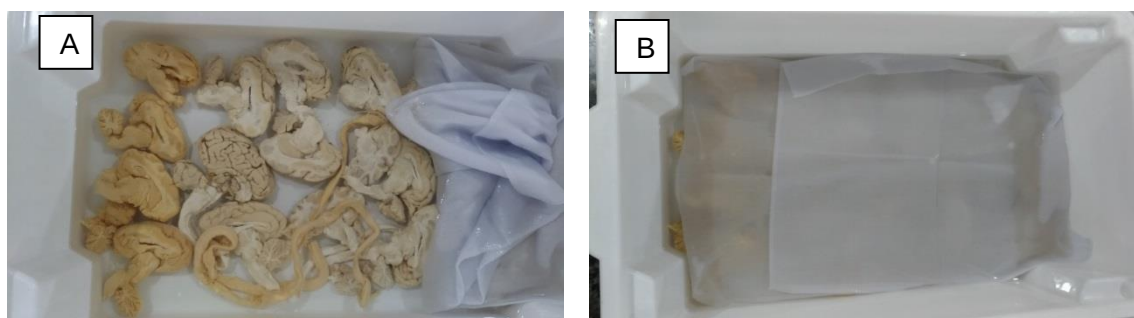


Figura 26 – (A) Encéfalos e medulas de suínos imersos em álcool 70° INPM. (B) As mesmas estruturas demonstradas em A, porém cobertas por flanelas para evitar a evaporação.

Após a fixação da peça pelo formol e o processo de dissecação, coloca-se a peça imersa no álcool 70° INPM. É muito importante que antes da utilização das peças em aulas, ocorra a troca deste álcool, pois o mesmo ficará com traços do excesso de formol utilizado durante a fixação. Essa primeira troca pode ser realizada com pelo menos 15 (quinze) dias de imersão, mas nada impede que a troca seja efetuada com um prazo maior.

Enquanto as peças ficam imersas no álcool é muito comum que o mesmo adquira um aspecto amarelado. Isto ocorre devido à gordura ainda presente nas peças. Portanto, caso as peças fiquem imersas no álcool ainda sem dissecação ou com a dissecação parcial a velocidade em que o álcool adquire essa coloração é maior. Na figura 27 tem-se uma comparação das peças imersas em álcool 70° INPM com e sem dissecação, na imagem à direita nota-se um maior aspecto amarelado do líquido, visto que nele vários rins não haviam sido dissecados.



Figura 27 - Corações suínos imersos em álcool 70° INPM (A) e rins também imersos em álcool 70° INPM (B). O intenso aspecto amarelado em B se deve aos lipídios que foram diluídos no álcool.

DICA!

- O álcool 70° INPM líquido não é vendido em farmácias e mercados, porém pode ser facilmente adquirido em empresas (dê preferência para distribuidores) que vendem materiais de limpeza hospitalar.
- Aconselha-se a não demorar muito tempo (meses) para realizar a troca do álcool quando o mesmo estiver muito amarelado (exemplo da figura 27-B), pois pode influenciar na cor das peças.

3.5 – Etiquetagem (Organização)

Nas coleções científicas um importante procedimento é o tombamento que é o registro ordenado dos lotes/peças presentes no acervo. (INGENITO, 2014) Apesar de coleções didáticas não exigirem a mesma organização e rigor em relação às científicas, não é admissível que não haja nenhum tipo de registro nesses tipos de coleção. O registro é uma forma de organizar a coleção que, por sua vez, é um procedimento importante, pois facilita o seu manuseio e, muitas vezes, o torna mais didático para quem lida com a mesma.

Uma das formas de se registrar e manter esses dados é a etiquetagem das peças. Em coleções onde as peças ficam armazenadas em meio úmido, álcool 70° INPM, por exemplo, Santori e Miranda (2015) e Ingenito (2017) aconselham a utilização de etiquetas feitas em papel vegetal e a anotação dos dados em caneta nanquim. Segundo os mesmos autores, apesar de haver outras metodologias de produção de etiquetas, inclusive com a utilização de impressoras próprias para tal, o método a partir do papel vegetal é o de menor custo.

Na figura 28 tem-se imagens da coleção com etiquetas confeccionadas com papel vegetal. No entanto, pode-se notar em destaque que as etiquetas mostraram-se danificadas após 2 (duas) aulas com os estudantes.



Figura 28 - Corações suínos da coleção do CETAN com etiquetas confeccionadas com papel vegetal. Os círculos em vermelho indicam etiquetas danificadas após 2 (duas) aulas com os estudantes.

DICA!

A utilização de etiquetas a partir do papel vegetal não funciona bem quando a etiqueta tem que ficar na peça e a mesma vai ser muito manipulada durante as aulas. Para contornar essa situação, uma alternativa é imprimir em folha A4 comum as numerações das etiquetas em impressora a laser e posterior plastificação com papel adesivo transparente. As etiquetas devem ser fixadas a partir de alfinetes com cabeça plástica.

Na figura 29 tem-se parte da coleção de encéfalos com medula espinal de suínos com etiquetas confeccionadas em papel comum, impressas à laser e plastificadas com papel adesivo transparente, sendo estas mais resistentes ao manuseio frequente.



Figura 29 - Parte da coleção de encéfalos com medula espinal de suínos do CETAN com etiquetas confeccionadas em papel comum, impressas à laser e plastificadas com papel adesivo transparente.

A coleção pode ser organizada de maneira mais didática dispondo-se as peças em caixas, reunindo aquelas que participem do mesmo sistema, como na figura 30.

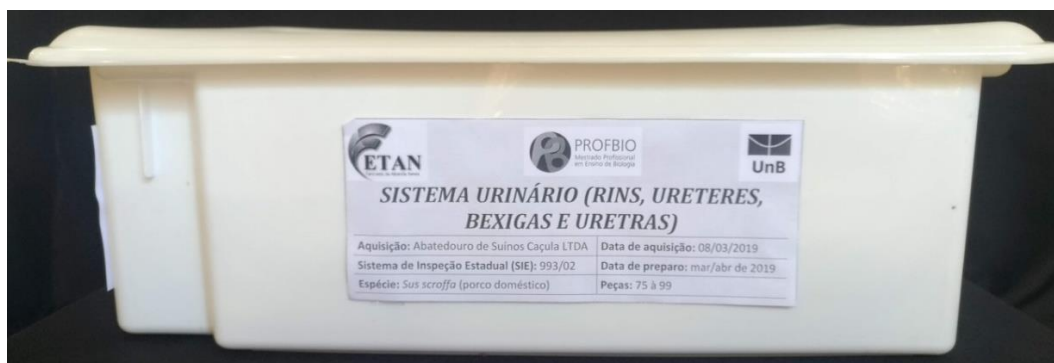


Figura 30 - Caixa plástica com tampa vedante contendo todas as peças relacionadas diretamente ao sistema urinário da coleção anatômica do colégio CETAN

Cada caixa da coleção deverá estar etiquetada com as seguintes informações básicas para fonte de consulta dos estudantes: Aquisição (Nome do frigorífico); Sistema de Inspeção Estadual (SIE) do frigorífico; o nome da espécie animal *Sus scrofa domesticus* - porco doméstico; a data de aquisição dos órgãos; o período de preparação dos órgãos e a numeração das peças que estão dentro da caixa.

4 – COMO EXPLORAR A SUA COLEÇÃO

O fato das peças anatômicas de uma coleção poderem ser manipuladas tornando a aula sobre o assunto uma aula prática atrai a curiosidade dos estudantes. Cabe ao professor, como um promotor de dúvidas, estimular o levantamento de hipóteses e a investigação sobre as mesmas, empregando a curiosidade natural dos estudantes como fator de engajamento para o aprendizado do assunto.

Mesmo com a utilização da coleção de modo direto e manipulativo pelos estudantes, as aulas podem se tornar apenas uma sequência de memorização de nomes das estruturas mantendo a tendência descritiva como citada por Krasilchik, 1996.

Para tentar auxiliar na mudança desse quadro, sugere-se que além da utilização da coleção, outras ferramentas didáticas, já citadas anteriormente, como vídeos, programas de realidade virtual e a confecção de modelos pelos próprios estudantes a partir do modelo real apresentado pela coleção, por exemplo, como forma de promover um aprendizado efetivo. A utilização de diferentes ferramentas para facilitar o ensino de determinado conteúdo é corroborada por diversos autores, entre eles Zompero e Laburú (2016) que relacionam os multimodos de apresentação de determinado conteúdo com a aprendizagem significativa por parte do estudante.

Porém, mesmo com a utilização de diferentes ferramentas pedagógicas não haverá significado para o estudante se o conteúdo não tiver potencial para engajar o estudante. As atividades devem levar ao engajamento do aluno a partir de uma perspectiva investigativa. (ZOMPERO; LABURÚ, 2016)

Segundo Scarpa e Silva, (2018), Azevedo, (2018), Zompero e Laburú (2016) as atividades investigativas se baseiam fundamentalmente em uma problemática. Geralmente, uma questão em aberto que instiga e possibilita a elaboração de diferentes hipóteses por parte dos estudantes. A partir das hipóteses elaboradas e, preferencialmente, dialogadas em sala, o professor fornece meios para a investigação, ou seja, para coleta de dados pelos estudantes a fim de verificar as suas hipóteses. Tais autores ressaltam ainda que não seriam somente atividades práticas ou experimentos que fornecem a possibilidade dos estudantes investigarem, mas diversas outras formas como a leitura de um texto informativo, simulações, vídeos, observações do mundo natural, entre outras possibilidades.

Destaca-se que as oportunidades de se trabalhar com as coleções didáticas a partir de órgãos suínos no ensino de anatomia do ensino médio são inúmeras. Atividades simples, como a mensuração da pressão arterial, podem encadear uma série de relações que levam o estudante a associações mais profundas e mais relacionadas com o seu dia a dia a partir da associação do fenômeno com o órgão responsável por ele, por exemplo, e a interação com a coleção pode ser um gatilho para essa associação.

Assim, sugere-se que ao apresentar a coleção para o estudante, o professor possa, sempre que possível, levar o estudante a se questionar e a buscar respostas para tais questionamentos de modo a associar as diversas estruturas existentes no organismo entre si e entre o meio que o cerca. Evidenciar os capilares a partir dos encéfalos ou demonstrar a diferença entre espessura de parede entre veias e artérias a partir das artérias e veias renais, são exemplos disso.

A seguir, estão demonstradas imagens do Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves – CETAN em Goiânia, Goiás e dos estudantes em contato com a coleção.

Na figura 31 está demonstrada a disposição local da coleção anatômica confeccionada na escola.



Figura 31 - Disposição da coleção didática anatômica do CETAN.



Figura 32 – Em (A) estudantes manipulando peças anatômicas referente ao coração em aula do sistema cardiovascular. Em (B) estudantes comparando peça anatômica referente ao coração com imagens presentes no livro didático.

A coleção foi apresentada aos estudantes mediante a aulas práticas sobre o sistema cardiovascular. Essas aulas tiveram como orientação o plano de aula que está descrito a seguir como proposta nº1.

Na figura 32 tem-se imagens de alguns estudantes manipulando peças anatômicas referente ao coração durante as aulas sobre o sistema cardiovascular. Eles utilizaram tanto as peças quanto o livro didático como forma de embasamento para as suas conclusões.

Na figura 33 observa-se uma peça anatômica com setas de papel fixadas com auxílio de agulhas demonstrando o fluxo sanguíneo na mesma, segundo os estudantes.



Figura 33 - Peça anatômica com setas de papel demonstrando o fluxo sanguíneo na mesma, segundo os estudantes.

De modo a orientar o professor na utilização da coleção, são sugeridos dois planos de aula, de caráter investigativo, referentes ao sistema cardiovascular. A característica principal dessas atividades em si, é não estar embasada na realização de experimentação para a coleta de dados, reforçando que as investigações em Biologia não necessitam ocorrer por meio de experimentos em laboratórios somente, mas também, por observações, comparações e construções de diálogos.

DICA!

A revista *Ciência Hoje* é uma ótima fonte para buscar textos que relacionam a anatomia e a fisiologia para introduzir ou mesmo como fonte de consulta para uma investigação. A mesma revista lançou uma coleção denominada *Ciência Hoje na Escola* que traz em seu volume 3 (Corpo humano e Saúde) ótimos textos para se associar as estruturas anatômicas à fisiologia, além de algumas atividades práticas facilmente aplicáveis em sala.

Antes de utilizar as peças é importante deixá-las imersas em água durante 24h antes da aula. Caso não seja possível, algumas horas antes do início da aula, ou mesmo, uma lavagem rápida em água corrente já ajuda a retirar o forte cheiro inicial do álcool.

PROPOSTA Nº1

Título: Coração, uma bomba que bombeia sangue!

Inquietude: O coração está muitas vezes associado a uma ideia de sentimentos como o amor e a paixão. A verdade é que o coração faz parte do sistema cardiovascular. Esse sistema se comunica com todos os outros sistemas do organismo através da circulação sanguínea. O sangue que circula por dentro dos vasos sanguíneos alimenta os tecidos com nutrientes e oxigênio. Já os tecidos, por sua vez, depositam no sangue as substâncias que produzem como o gás carbônico, por exemplo. E o órgão responsável por fazer o sangue circular pelo organismo é o coração. Mas como ele faz isso? Como é o coração por fora? Como ele é por dentro? O que existe nele que faz o sangue ser impulsionado pelo corpo?

Pergunta: Como é o coração dos mamíferos?

Desenho e metodologia: De acordo com o número de peças anatômicas disponíveis o professor divide a turma em grupos. Inicialmente cada estudante deverá fazer um exercício mental para se lembrar se já entrou em contato com um coração (bovino, suíno, ave ou outro qualquer) e fazer um desenho sobre como imagina ser um coração. Após esse momento, cada grupo deverá confeccionar placas (etiquetas) onde serão colocadas, a partir de consulta ao livro didático, os nomes das estruturas externas e internas do coração, além dos planos corporais que o órgão apresenta no organismo humano. Posteriormente os estudantes deverão fixar as placas nas peças reais, em diferentes etapas para avaliação do professor.

As regras:

- a) Desenho do coração: Cada estudante deverá fazer em uma folha do próprio caderno como ele considera que seja um coração. Não precisa ser algo muito detalhado, apenas para que as hipóteses iniciais sobre o órgão sejam levantadas.
- b) Confecção das placas (etiquetas): Deverão ser feitas em tamanho 3x1 cm com papel comum do próprio caderno, por exemplo. Cada placa (etiqueta) será inserida na peça a partir de agulhas previamente distribuídas pelo professor para cada grupo.
- c) Etapas: a primeira etapa será a verificação dos planos corporais do órgão. Os estudantes deverão colocar nas etiquetas os planos corporais básicos (direito/esquerdo; dorsal/ventral; caudal/cranial) e posteriormente fixá-las na peça real com o auxílio das agulhas. Uma vez concluído este processo o grupo demonstra a peça para professor que decidirá se o grupo poderá ir ou não para a próxima etapa.

A segunda etapa é a verificação da anatomia externa do coração. Os estudantes deverão analisar, a partir do livro didático, e identificar todas as estruturas externas do órgão e colocar seus nomes nas placas (etiquetas) que, por sua vez, serão afixadas com o auxílio das agulhas nas partes respectivas na peça real. Mais uma vez, o grupo demonstrará a peça para o professor que decidirá se o grupo poderá ir ou não para a terceira etapa.

A terceira e última etapa será a anatomia interna do coração. Os estudantes deverão proceder como na etapa anterior identificando as estruturas internas, colocando os seus nomes nas placas e depois fixá-las na peça para avaliação do professor.

d) Sobre as pesquisas: É importante que o professor esteja atento para que a pesquisa no livro didático seja algo onde os estudantes não apenas vejam as gravuras sobre o coração, mas que possam ser estimulados também a ler e a compreender os textos referentes ao órgão. Para isso, cabe ao colega professor estimulá-los, a partir de questionamentos, a

relacionarem as estruturas encontradas com a fisiologia do órgão. Assim, a aula prática se tornará a própria pesquisa que dará embasamento para a compreensão sobre o funcionamento do coração.

Pontos de partida para a reflexão: Algumas questões podem levar os estudantes a não encerrar a aula prática/pesquisa como algo apenas a ser retido, mas como algo que dê base para novas perguntas e novas investigações, principalmente sobre a fisiologia do órgão.

- O que dizem as suas observações (resultados) em relação à sua hipótese inicial?
- Algum membro de algum grupo encontrou um formato semelhante ao seu desenho inicial?
- As imagens ilustrativas encontradas são fidedignas aos órgãos reais?
- O coração é feito em sua maior parte por qual tipo de tecido biológico: epitelial, conjuntivo, muscular ou nervoso? Qual a relação entre esse tecido e o funcionamento do coração?
- Percebe-se que o coração não é um órgão maciço, ou seja, há cavidades em seu interior. Qual a relação dessas cavidades com o funcionamento do coração?
- Quantas cavidades (átrios e ventrículos) foram encontradas? Será que todos os grupos de vertebrados possuem o mesmo número de átrios e ventrículos?
- Nas observações realizadas nos órgãos reais há diferenças entre a espessura das paredes de átrios e ventrículos? Se sim, será que essas espessuras influenciam no funcionamento do coração?
- Você identificou membranas entre os átrios e os ventrículos? Você identificou membranas em outras estruturas além dos átrios e ventrículos? Qual seria a importância dessas membranas no funcionamento do coração? Será que dá para identificar o fluxo (direção) do sangue por essas diferenças?
- Qual a diferença entre os vasos ligados aos átrios e os vasos ligados aos ventrículos? Qual relação entre essas diferenças e ao funcionamento do coração? Será que dá para identificar o fluxo (direção) do sangue por essas diferenças?
- Existe uma estrutura que divide o coração em esquerdo e direito. Qual será a sua importância no funcionamento do coração? Caso essa estrutura não fosse completa, ou seja, tivesse um “buraco” quais seriam as consequências para o órgão?
- Existem pequenos vasos distribuídos ao redor do coração. Qual será a relação desses pequenos vasos sanguíneos com o funcionamento do coração? Será que haveria interferência no funcionamento do coração caso algum deles sofresse um entupimento (embolia)?

PROPOSTA Nº 2

Título: Contração e relaxamento: os segredos do bombeamento do sangue!

Inquietude: Como visto em aulas anteriores, o coração não é um centro de emoções, mas sim, uma bomba que faz o sangue circular pelo organismo transportando os gases respiratórios e os nutrientes. Esse órgão é essencialmente muscular, composto por cavidades que se conectam e são separadas por músculo e válvulas. Conectam-se ainda, nessas cavidades, os vasos sanguíneos (artéria aorta e pulmonar e veia cava e pulmonar) que necessitam suportar a força com que o sangue é bombeado, produzindo, assim, a chamada pressão sanguínea. Mas, como o coração bombeia o sangue? Como as estruturas que o compõem se organizam para isso? Por que o coração é mais íntimo dos pulmões do que de outros órgãos? Qual a relação entre as artérias e veias com a pressão arterial?

Pergunta: Qual a relação entre o funcionamento do coração e a chamada pressão arterial?

Desenho e metodologia: Separar as turmas em pequenos grupos de acordo com o número de peças de coração. Inicialmente, distribuir o texto “Alta tensão na aldeia” e realizar uma leitura coletiva do mesmo. Após esse momento, o professor aferirá um a um pressão arterial (P.A) de cada estudante e cada um anota o seu resultado. No próximo momento, os estudantes são convidados a elaborarem as suas hipóteses para a pergunta central da aula. Após o levantamento dessas hipóteses, são apresentadas as ferramentas necessárias para que os estudantes possam ou não confirmar as suas hipóteses. As ferramentas à disposição dos grupos seriam: as peças de coração dissecado, as peças anatômicas de coração interligado aos pulmões, esquemas sobre a pequena e grande circulação, sobre o valor da pressão sanguínea nos átrios e ventrículos, além de um vídeo sobre o ciclo cardíaco do coração de um anfíbio.

As regras:

- e) Leitura do texto base e aferição da P.A.: Um estudante de cada grupo vai ler um parágrafo até completar o texto inteiro. Após a leitura, cada estudante terá a sua P.A aferida e os valores serão registrados no quadro. Os valores deverão ser anotados pelos estudantes em seus cadernos. Deverão se formar diferentes tabelas a critério do professor. Ex.: Tabela das médias de P.A de cada grupo ou Tabela das médias de P.A entre sexo masculino x feminino. Após estes procedimentos cada grupo discutirá entre si e elaborará hipóteses iniciais para o problema: Qual a relação entre o funcionamento do coração e a chamada pressão sanguínea?
- f) Busca de dados: Depois das hipóteses formuladas o professor apresentará o vídeo sobre o ciclo cardíaco do coração de um anfíbio disponível em: <https://www.facebook.com/lacv.UnB/videos/1425920787501406/>. O estudante deverá anotar quais estruturas familiares ele consegue perceber e associar os movimentos vistos utilizando termos do texto inicial. Após o vídeo os estudantes devem analisar cada peça anatômica procurando identificar qualquer estrutura que possa estar relacionada com o problema inicial e associá-las com o diagrama da pequena e grande circulação e ao diagrama sobre os valores das pressões arteriais.

Pontos de partida para a reflexão: Algumas questões podem orientar os estudantes na análise dos dados recolhidos com o vídeo, com as peças e com os diagramas. Muitas delas podem gerar novos questionamentos e podem levar o estudante a aceitar ou não a sua

hipótese sobre o problema inicial.

- As P.A encontradas na sala estão com valores acima ou abaixo dos encontrados no texto? Qual grupo apresentou P.A mais elevada? Caso os valores encontrados sejam acima dos considerados saudáveis, quais medidas podem ser tomadas para tentar reduzir esses valores?
- Qual tecido biológico é responsável pela contração e relaxamento do coração? O que se espera de uma estrutura com maior quantidade desse tecido?
- Qual o fluxo sanguíneo durante a sístole ventricular? Qual o fluxo sanguíneo durante a sístole atrial?
- Qual é a parede mais espessa: VD ou VE? Qual o impacto disso sobre a pressão nas artérias que saem dessas câmaras? Qual a relação dessa diferença com a grande e a pequena circulação?
- O que pode explicar a diferença de pressão entre átrios e ventrículos ser tão grande?
- Ao observar os vasos ligados aos átrios e os vasos ligados aos ventrículos você percebe alguma diferença entre a espessura das paredes? Qual deles é mais espesso? Isso tem a ver com a pressão sanguínea?
- Perceba as artérias no vídeo ou tente sentir a sua pulsação. Qual a relação entre a elasticidade das artérias e a pulsação? Qual a relação entre a elasticidade das artérias e a P.A? O que aconteceria à P.A caso as artérias perdessem a sua elasticidade?
- Diuréticos aumentam a eliminação de água pelos rins. Sendo assim, qual é seu efeito, eleva ou reduz a pressão arterial? Justifique.
- O que aconteceria ao funcionamento do coração se ocorresse o enrijecimento das válvulas atrioventriculares?

MATERIAL DE APOIO

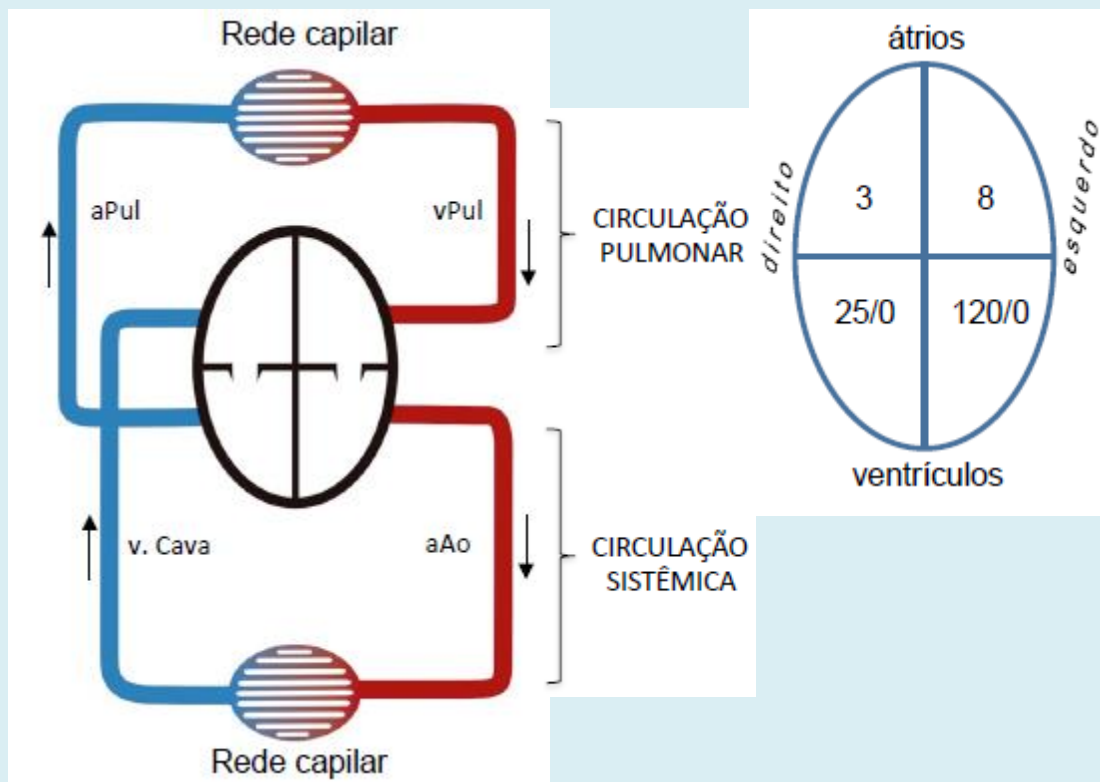


Figura 1 - A - Diagrama representando a grande e pequena circulação. (v.Cava – Veia Cava; aAO – artéria aorta; aPul – artéria pulmonar; vPul – Veia pulmonar). B - Diagrama indicando os valores das pressões sistólicas nos átrios e ventrículos. Fonte: (SEBBEN *et al*; 2015)

Texto:

ALTA TENSÃO NA ALDEIA

A hipertensão arterial – doença crônica não transmissível que aumenta o esforço do coração para bombear sangue para o organismo – atinge cerca de 30% da população brasileira. Mas entre índios Kaingang que vivem na Terra Indígena Xapecó, no oeste catarinense, esse percentual é maior: a doença atinge 46,3% dos adultos, como aponta dissertação de mestrado da nutricionista Deise Bresan apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A hipertensão arterial atinge cerca de 30% da população brasileira, mas entre índios Kaingang adultos que vivem na Terra Indígena Xapecó, no oeste catarinense, esse percentual é de 46,3%

A pesquisa avaliou 355 indivíduos de ambos os sexos maiores de 20 anos da aldeia Pinhalzinho, a segunda mais extensa da Terra Indígena Xapecó. Além da pressão arterial, foram verificados também peso e estatura. Para completar o estudo, a pesquisadora levantou dados sociodemográficos.

Os índices de hipertensão foram mais elevados entre os homens. Mais de 50% deles apresentaram pressão arterial superior a 140/90 mmHg (milímetros de mercúrio), isto é, 14 por 9, como em geral são denominadas, respectivamente, a pressão sistólica (máxima) e a diastólica (mínima). Cerca de 57% dos homens apresentaram também excesso de peso.

Para a coleta de dados, foram empregados medidor de pressão automático de pulso, balança de plataforma portátil e antropômetro (equipamento usado para mensurar o corpo humano ou suas partes). Foram feitas duas medições da pressão arterial em todos os indivíduos avaliados.

Para Bresan – orientada na pesquisa pelo doutor em saúde pública Maurício Soares Leite, do Departamento de Nutrição da UFSC –, os dados preocupam, uma vez que a alta prevalência de obesidade ou sobrepeso é um fator de risco para a hipertensão e outras doenças crônicas não transmissíveis. Além disso, a hipertensão é um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares, responsáveis por grande parte dos óbitos no Brasil.

Embora a hipertensão tenha se manifestado sobretudo entre indivíduos do sexo masculino, o sobrepeso e a obesidade foram mais elevados entre as mulheres: cerca de 75% estavam com o peso acima do normal. Aproximadamente 40% delas apresentaram níveis sugestivos de pressão arterial elevada. O número de casos de hipertensão, obesidade e sobrepeso foi maior entre indivíduos com mais de 50 anos.

Vida precária

Outros povos indígenas brasileiros também revelaram alta prevalência de hipertensão arterial, obesidade e sobrepeso. Segundo a pesquisadora da UFSC, estudos feitos entre os Xavante e os Suruí ao longo de alguns anos demonstraram recrudescimento do problema. Mas, segundo ela, a prevalência de hipertensão ainda é maior entre os Kaingang da aldeia Pinhalzinho.



Alta prevalência de hipertensão arterial entre os Kaingang mostra necessidade de programas e políticas públicas para o segmento indígena. Acompanhamento ativo pode garantir um futuro melhor para jovens e crianças da aldeia Pinhalzinho. (foto: Flickr/ MMMarcelo2008 – CC BY-NC-SA 2.0)

Dos indivíduos estudados por Bresan que apresentaram níveis sugestivos de hipertensão, apenas 40% fazem uso de medicamento prescrito por médicos para controle da pressão arterial. “Os dados apontam a necessidade de priorizar o segmento indígena nas políticas e programas direcionados ao controle da hipertensão arterial e das doenças crônicas não transmissíveis”, diz a pesquisadora.

Mudanças nos hábitos de vida do grupo indígena podem, ao menos em parte, explicar esse quadro preocupante

A proximidade, cada vez maior, dos indígenas com as áreas urbanas tem propiciado dietas que favorecem aumento de peso. O contato com as cidades é também uma porta aberta para o consumo de álcool e tabaco, que também estão associados à hipertensão.

Condições precárias de vida e baixo índice de educação formal também ajudam a explicar o problema. O estudo da pesquisadora da UFSC constatou que a renda *per capita* média dos Kaingang é de apenas 300 reais mensais, havendo casos de indivíduos que conseguem obter no máximo 25 reais por mês. Mais de 70% dos moradores da aldeia não concluíram o ensino fundamental.

Franciele Petry Schramm

Especial para a CH On-line/ PR

Matéria publicada em 13.12.2013 Acesso: <<http://cienciahoje.org.br/alta-tensao-na-aldeia/>> 02/06/2019

DICA!

As propostas não apresentam número de aulas, pois entende-se que atividades investigativas não devem ser apressadas ou retardadas para seguir uma quantidade pré-determinada de aulas.

Na proposta 2, pode-se solicitar que os estudantes leiam previamente o texto em suas residências. Para dinamizar o processo, sugere-se a utilização do *Google Classroom* onde o estudante pode ter acesso ao texto de forma virtual pelo PC ou por um celular.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. C. DA C. Modelos biológicos de porcelana fria. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). . **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.
- AMABIS, J. M. A premência da educação científica. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. DA (Eds.). . **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que pensam os cientistas**. 2ª ed. Brasília - DF: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.
- ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222**Ministério da SaúdeRegulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde dá outras providências. Brasília, DF. Publicada no Diário Oficial da União nº 61, de 29 de mar. de 2018., , 2018. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents>>
- ARAGÃO, R. M. R. DE; GONÇALVES, T. O. Vamos introduzir práticas de investigação narrativa no ensino de matemática?! **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, 2005.
- ARAÚJO, A. O. DE. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2008.
- ARAÚJO, J. P. et al. Desafio anatômico: Uma metodologia capaz de auxiliar no aprendizado de anatomia humana. **Medicina (Brazil)**, v. 47, n. 1, p. 62–68, 2014a.
- ARAÚJO, R. S. et al. A experimentação no ensino de biologia : o que fazem / dizem os professores em uma escola pública de Ourilândia do Norte (PA) Experimentation in biology teaching : What teachers in a public school in Ourilândia. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 77–85, 2014b.
- AZEVEDO, H. J. C. C. et al. O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso. **Revista Práxis**, n. 7, p. 43–48, 2012.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematisando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). . **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 154.
- BAROLLI, E.; LABURÚ, C.; GURIDI, V. Laboratorio didáctico de ciencias : caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 88–110, 2010.
- BOWDITCH, A.; BOWDITCH, M. **Visible Body - Virtual anatomy**. Disponível em: <<https://www.visiblebody.com/>>. Acesso em: 19 jul. 2019.
- BRASIL. **LEI Nº 8.501, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1992**Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científica e dá outras providências.Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 dez. 1992. p. 17208, , 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8501.htm>
- BRASIL. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998**.Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União 13 de Fev. 1998., , 1998.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**Secretaria de Educação Fundamental: MEC/SEMTECBrasil, 2004.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº160**BrasilInstituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Diário Oficial da União nº 82, 30 Abr. 2017., , 2007.
- BRASIL. **LEI Nº 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008**.Regulamenta o inciso VII do § 1o do art.

225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União 9 de out. 2008., , 2008a.

BRASIL. Resolução – RDC nº 36, de 3 de junho de 2008. **Diário Oficial da União**, p. 50–53, 2008b.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares (PCN+)**, 2014.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base. p. 1–472, 2018.

BRITO, V. C.; SANTOS, A. J. A. DOS; OLIVEIRA, B. D. R. DE. Análise da nomenclatura anatômica adotada nos livros de ciências e biologia. **Revista Didática Sistêmica**, v. 13, n. 1, p. 3–19, 2011.

BUENO, V.; OSMAR, J.; PESTANA, M. Revisão / Atualização em Transplante Renal : Xenotransplante. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 18, n. 3, p. 302–306, 1996.

CALAZANS, N. C. **O Ensino E O Aprendizado Práticos Da Anatomia Humana** : [s.l.] Universidade Federal da Bahia - UFBA, 2013.

CAPECCHI, M. C. V. DE M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 152.

CARMO, L. G. DO. **Criodesidratação de rins e corações de suínos utilizando estufa de ar com ventilação forçada**. [s.l.] Universidade Estadual de Maringá - UEM, 2017.

CARVALHO, A. M. P. DE. Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018a. p. 154.

CARVALHO, A. M. P. DE. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018b. p. 152.

CORDEIRO, R. S.; WUO, M.; MORINI, M. S. D. C. Proposta de atividade de campo para o ensino de biodiversidade usando formigas como modelo. **Acta Scientiarum. Education**, v. 32, n. 2, p. 247–254, 2010.

COSTA, G. B. F. DA; COSTA, G. B. F. DA; LINS, C. C. DOS S. A. O cadáver no ensino da anatomia humana: uma visão metodológica e bioética. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 36, n. 3, p. 369–373, 2012.

CRUZ, J. B. DA. **Laboratórios: Curso técnico de formação para os funcionários da educação**. Brasília: Universidade de Brasília, UNB, 2009.

CURY, F. S.; CENSONI, J. B.; AMBRÓSIO, C. E. Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 688–696, 2013.

DE SOUZA, R. W. DE L. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **REB**, v. 7, n. 2, p. 124–142, 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos métodos**. 4. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2011.

DUSO, L. O Uso De Modelos No Ensino De Biologia. **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, p. 432–441, 2012.

FAGUNDES, D. J.; TAHA, M. O. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 59–65, 2004.

FERREIRA, P. F. M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2006.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. **Editora Paz e Terra**, p. 107, 1987.

GASTAL, M. L. DE A.; AVANZI, M. R. Saber da experiência e narrativas autobiográficas na formação inicial de professores de biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 1, p. 149–158, 2015.

GORI, R. M. A. Observação participativa e pesquisa ação: Aplicações na pesquisas e no contexto educacional. **Revista Eletrônica de Educação do Curso de Pedagogia do Campus Avançado de Jataí da Universidade Federal de Goiás**, v. 1, n. 2, 2006.

GRANDINI, N. A.; GRANDINI, C. R. Laboratório Didático : importância e utilização no processo ensino-aprendizagem. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, v. XI, p. 1–11, 2008.

IARC, I. A. FOR R. ON C.-. **Formaldehyde**. [s.l.: s.n.].

IBGE, I. B. DE G. E E.-. **Perfil dos estados e dos municípios brasileiros: Cultura - 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. v. 41

INEP; MEDEIROS, L. **Pisa 2015. Avaliação de Ciências** Brasília - DF Instituto Nacional Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, , 2016.

INGENITO, L. **Curadoria de Coleções Zoológicas**. III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica. **Anais...**2014

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Instrução Normativa nº 3, de 01 de Setembro de 2014**. Ministério do Meio Ambiente, ICMBIO, Brasília, DF. Publicado no DOU, , 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. **CENSO Escolar: Notas Estatísticas - 2018** Ministério da Educação - MEC. Brasília, Brasil, 2019.

JOSÉ, A.; JÚNIOR, V.; GOBARA, T. Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 450–475, 2016.

JÚNIOR, A. DE S. T. Ensino de Ciências. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. DA (Eds.). **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que pensam os cientistas**. 2ª ed. Brasília - DF: UNESCO, Instituto Sangari, 2009.

KARAM, R. G. et al. Uso da glicerina para a substituição do formaldeído na conservação de peças anatômicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 671–675, 2016.

KIMURA, A. K.; CARVALHO, W. L. DE. **Estudo da relação custo x benefício no emprego da técnica de glicerinação em comparação com a utilização da conservação por formol**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista - UNESP, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 3. ed. São Paulo, SP: Brasil, Harper & Row Do, 1996.

KRUG, L. et al. Conservação de Peças Anatômicas com Glicerina Loira. **I MIC do Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia**, p. 1–6, 2011.

LABARCE, E. C.; CALDEIRA, A. M. DE A.; BORTOLOZZI, J. A atividade prática no ensino de Biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação. In: CALDEIRA, A. M. DE A. (Ed.). **Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos**. São Paulo, SP: Cultura acadêmica, 2009.

LARRE, E. C.; MELLA, H. S. Estudio de la Anatomía en Cadáver y Modelos Anatômicos: Impresión de los Estudiantes. **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 4, p. 1181–1185, 2011.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio - Belo Horizonte**, v. 07, n. 03, p. 166–181, 2005.

LIMA, D. S. et al. **D.r. - discutindo relações! meu corpo e eu. uma abordagem da educação sexual através de um jogo didático**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. **Anais...**2018

LIMA, D. B. DE; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 1, p. 201–224, 2011.

LIMA, J. F. DE; AMORIM, T. V.; LUZ, P. C. S. DA. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuição e limitações no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 1, p. 36–54, 2018.

LIMA E SILVA, M. DE S.; MACHADO, H. A.; BIAZUSSI, H. M. Produção de material didático alternativo para aula prática de anatomia humana. **VII CONNEPI: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, p. 1–7, 2012.

LIMA, R.; BORGES, R. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165–175, 2007.

MARANDINO, M.; RODRIGUES, J.; SOUZA, M. P. C. DE. **Coleções como estratégia didática para a formação de professores an pedagogia e na licenciatura de ciências biológicas**. V Enebio/II EREBIO. **Anais...**2014

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARSOLA, T. R. P. S. **Doação Voluntária de Corpos para Estudo Anatômico**. [s.l.] Universidade de São Paulo - USP, 2013.

MARTINS, F. M.; FILHO, J. I. DOS S.; TALAMINI, D. J. D. Conjuntura Econômica da Suinocultura Brasileira. **Anuário 2019 da Suinocultura Industrial**, p. 1–7, 2018.

MERISSI, T. L.; SILVA, M. C. DA; FARIAS, C. J. B. DE. **Aspectos da relação Museu/Escola no processo de formação do conhecimento biológico a partir da extensão universitária**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. **Anais...**Belém - PA: 2018

MORAES, V. R. A. DE; GUIZZETTI, R. A. Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 1, p. 253–270, 2016.

MPDF. **Portaria nº1, de 23 de junho de 2010** Atualiza o protocolo para destinação e utilização de cadáveres e de partes do corpo humano para o ensino e a pesquisa científica Publicado no DO em 28 jun 2010, , 2010.

ORLANDO, T. C. et al. PLANEJAMENTO , MONTAGEM E APLICAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA ABORDAGEM DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR NO ENSINO

MÉDIO POR GRADUANDOS DE CIÊNCIAS. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, n. 01, p. 1–17, 2009.

PEDRANCINI, V. D.; JÚLIA, M.; TEREZINHA, M. Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. v. 10, p. 109–132, 2011.

PEIXOTO, L. DA S. V. **Primeira Coleção Didática De Zoologia Da Universidade Federal Da Integração Latino-Americana Primeira Coleção Didática De Zoologia Da Universidade Federal Da Integração Latino-Americana**. [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

PEREIRA, P. A. P. **Técnica de preparação de peças anatômicas do sistema circulatório de craniados, com ênfase em mamíferos: Uma alternativa**. [s.l.] Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2014.

PIEMONTE, M. DA R. et al. **Correlação macro e microscópica de biologia tecidual em aula prática de dissecação de coxa e perna de galinha, com uso de cards histológicos – uma nova abordagem didático-metodológica**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018

PROFBIO. **Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados**, 2017.

QEDU; INEP. **Censo Escolar: Matrículas e Infraestrutura**. Disponível em: <https://www.qedu.org.br/estado/109-goias/censo-escolar?year=2018&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

QEDU; INEP. **Censo: Matrículas e Infraestrutura - Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves**. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/escola/249700-colegio-estadual-tancredo-de-almeida-neves/sobre>>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

SANTORI, R. T.; MIRANDA, J. C. Taxidermia de pequenos mamíferos e preparação de esqueletos para coleções didáticas. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 214.

SANTORI, R. T.; SANTOS, M. C. F. DOS; SANTOS, M. G. Introdução. In: **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SANTOS, A. A. DOS et al. PRINCIPAIS MÉTODOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS PARA ESTUDO ANATÔMICO : UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 1, p. 19–25, 2017a.

SANTOS, J. W. DOS et al. Metodologias de ensino aprendizagem em anatomia humana. **Ensino em Re-Vista**, v. 1, n. 1, p. 364–386, 2017b.

SANTOS, M. C. F. DOS. Coleções botânicas no ensino de ciências: montagem e usos do herbário e álbuns didáticos. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SANTOS, M. G. et al. Coleções botânicas: laminário, madeias e frutos. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 152.

SAVASSA, L.; SALEH, D. V. B.; PUGLIESE, A. **Estudantes de escola pública vão à universidade: práticas pedagógicas que contribuem para o processo de alfabetização científica de estudantes e professores.** Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...Belém - PA: 2018

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. E. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. DE (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018. p. 154.

SCHANAIDER, A.; SILVA, P. C. Uso de animais em cirurgia experimental. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 19, n. 4, p. 441–447, 2004.

SCHWANKE, C.; DIEHL, I. F. Coleções Paleontológicas. In: SANTORI, R. T.; SANTOS, M. G. (Eds.). **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas.** 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SCIENTIFIC, 3B. **Modelo de coração magnético tamanho real de cinco peças.** https://www.3bscientific.com.br/modelo-de-coracao-magnetico-tamanho-real-5-pecas-1010007-g011-3b-scientific,p_33_18167.html. Acesso: 13 de jun de 2019.

SEBBEN, A. et al. **Anatomia Comparativa dos Vertebrados: Atlas fotográfico (Cardiovascular e Respiratório).** 1. ed. Brasília, 2015.

SELLES, S. E. Colecionar: uma conjugação verbal do professor de Ciências. In: **Ensino de ciências e biologia: um manual para elaboração de coleções didáticas.** 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. p. 240.

SILVA, D. C. DA et al. **Relato de experiência no desenvolvimento de um minicurso ampliando o processo de aprendizagem da anatomia.** Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018

SILVA, M. E. DA et al. Construção e utilização de coleção parasitológica didática como ferramenta de ensino-aprendizagem em biologia. **8ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS.**, p. 1–4, 2016.

SILVA, E. M. E et al. Estudo Analítico da Técnica de Glicerinação Empregada Para Conservação de Peças Anatômicas - Experiência da Disciplina de Anatomia Humana do Departamento de Morfologia do UniFOA. **Cadernos UniFOA**, v. 1, n. Edição Especial, p. 66–69, 2008.

SILVA JÚNIOR, E. X. **Avaliação do uso de modelos anatômicos alternativos para o ensino-aprendizagem da anatomia humana para alunos do ensino fundamental de uma Escola Pública da cidade de Petrolina, PE.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2015.

SILVA, M. B. DE C. **Uso de Técnicas de Manutenção de Peças Anatômicas Alternativas ao Formaldeído: Um Estudo Comparativo.** [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2018.

SILVA, T. A. G.; CORRÊA, B. DE C.; MATOS, G. I. Desenvolvimento e Organização de uma coleção zoológica didática no CEFET/RJ: Desafios, possibilidades e primeiras aplicações. **Revista da SBEnBio**, v. 80, p. 7151–7161, 2014.

SOUZA, D. P. DE et al. **CRIODESIDRATAÇÃO: Técnica Alternativa no Preparo de Peças Anatômicas no Laboratório de Anatomia Veterinária – Campus Muzambinho.** 8ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS. 5º Simpósio de Pós-Graduação. Anais...Passos, MG.: 2016

TALAMONI, A. C. B. **No Anfiteatro da Anatomia: o cadáver e a morte.** São Paulo: Cultura acadêmica, 2012.

TALAMONI, A. C. B. **Os nervos e os ossos do ofício: Uma análise etnológica da aula de**

Anatomia. São Paulo: Unesp, 2014.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 177–190, 2009.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2016.

TRIVELATO, S. L. F. Que corpo/ser humano habita nossas escolas?.pdf. In: MARANDINO, M. et al. (Eds.). . **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói - RJ: EDUFF, 2005. p. 208.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino Por Investigação: Eixos Organizadores Para Sequências De Ensino De Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 97–114, 2015.

UFG. **Pátio da Ciência**. Disponível em: <<https://patiodaciencia.ufg.br/>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

UFG. **Espaço das Profissões**. Disponível em: <<https://espacodasprofissoes.ufg.br/2019/>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

UFMG, U. F. DE M. G.-. **Museu de Ciências Morfológicas (MCM)**. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

VASCONCELOS, A. L. DA S. et al. **Importância Da Abordagem Prática No Ensino De Biologia Para a Formação De Professores (Licenciatura Plena Em Ciências / Habilitação Em Biologia / Química - Uece) Em Limoeiro Do Norte – Ce**, 2013.

VIEIRA, L. DA S.; MARQUES, R. C. P. **Jogos educativos como alternativa para abordagem do conteúdo de reprodução humana nas aulas de biologia**. Anais do VII ENEBIO - I EREBIO Norte. Anais...2018

VISCOVINI, R. C. et al. Recursos pedagógicos e Atuação docente. **IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO -EDUCERE-III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, p. 1230–1238, 2009.

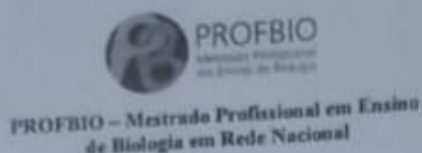
WARD, H. et al. **Ensino de Ciências (Recurso Eletrônico)**. 2. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2010.

WEN, C. L.; ZAGATTO, C. G. **Homem Virtual**. Disponível em: <<http://homemvirtual.org.br/portal/projeto/>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

WOMMER, F. G. B. **Coleções biológicas como estratégia para a Educação Ambiental**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria - UFMS, 2013.

ZOMPERO, A. DE F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de Ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem Significativa**. 1. ed. Curitiba - PR: Appris, 2016.

ANEXO I



TERMO DE CONCORDÂNCIA DE INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

TERMO DE CONCORDÂNCIA

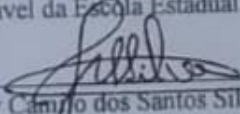
A diretora da Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves está de acordo com a realização, nesta Instituição de Ensino, da pesquisa **Confeção de uma coleção didática com uso de órgãos suínos para aulas de anatomia comparada do ensino médio** de responsabilidade do pesquisador **Tiago Lima Vieira** sob a orientação do Professor Dr. Antônio Sebben, para o Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

O estudo se propõe a analisar se a utilização de coleções didáticas com peças biológicas podem contribuir no processo ensino-aprendizagem para alunos do Ensino Médio, na disciplina de Biologia. Fará uma análise da importância da manipulação e análise de peças reais tridimensionais, para que, o que está sendo estudado, tenha significado e importância para o educando na anatomia humana.

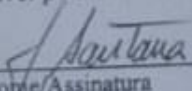
Como produto de todo este processo, será elaborado uma coleção didática que ficará aos cuidados da instituição, roteiros de aulas com a utilização da coleção, além de um guia de confecção para os profissionais que desejarem montar suas próprias coleções em suas instituições de trabalho.

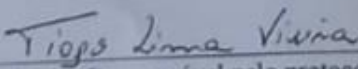
Goiânia, 10 / Dezembro / 2018

Diretora responsável da Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves


Josely Camilo dos Santos Silva
Diretora
Portaria nº 3063/2018

Chefia responsável pela Universidade de Brasília - UnB


J. Santana
Diretor
Instituto de Ciências Biológicas - UnB


Pesquisador Responsável pelo protocolo de pesquisa: Tiago Lima Vieira

ANEXO II



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para participar voluntariamente do projeto de pesquisa de mestrado intitulado, **“Confecção de uma coleção didática com uso de órgãos suínos para aulas de anatomia comparada no ensino médio”** sob a responsabilidade do pesquisador **Tiago Lima Vieira** sob a orientação do **Professor Dr. Antônio Sebben**. O projeto se propõe a analisar o quanto o uso de coleções didáticas com peças biológicas podem contribuir para o processo ensino-aprendizagem em Biologia.

Neste contexto, você participará de aulas com a utilização da coleção composta por órgãos suínos previamente preparados e conservados, onde você poderá manipular e analisar cada peça da coleção. Será realizada uma análise das vantagens do uso da coleção em relação a aulas que não utilizam tal recurso e consequente verificar se há melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários através do próprio pesquisador. O objetivo do projeto é melhorar a motivação e facilitar a compreensão e a análise de conceitos relacionados à anatomia humana por meio da utilização da coleção didática. Asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Sua participação se dará por meio da utilização da coleção e análise, por meio de questionário escrito em que você irá avaliar se o material contribuiu ou não para a melhoria do processo de ensino em Biologia. Para uma melhor análise dos aspectos discutidos e comentados durante as aulas e a resposta do questionário, estas serão gravadas para que nenhum detalhe abordado seja esquecido. O Projeto será aplicado no período de março de 2019 a abril de 2019.

Os riscos decorrentes da sua participação na pesquisa, estão relacionados a um leve mal estar que pessoas mais sensíveis podem sentir por causa dos odores do álcool 70º INPM, além de estresse, fadiga e gasto de tempo com a resposta dos questionários. Durante a realização do projeto o pesquisador disponibilizará máscaras e luvas de proteção, além de retirar do ambiente, a qualquer momento, o participante que se sinta mal pela utilização da coleção didática ou que apenas solicitar a não participação do projeto. Se você aceitar participar, estará contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem em Biologia mais significativo e motivador.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Você pode recusar responder (ou participar de qualquer procedimento), podendo o(a) senhor(a) desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Todas as despesas que você tiver relacionadas **diretamente** ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor entre em contato pelo telefone (62) 985645900, pode ligar a cobrar, ou via e-mail: tiagomvc@gmail.com.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o senhor (a).

Rubrica Participante

Rubrica Pesquisador

Estudante / assinatura

Tiago Lima Vieira - Pesquisador Responsável

Goiânia, ____ de _____ de _____.

ANEXO III



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia em Rede Nacional**



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Termo de Assentimento

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é **Tiago Lima Vieira**, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Tiago Lima Vieira, no Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves, no telefone (62) 3573-6422, pelo e-mail tiagomvc@gmail.com ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (62) 98564-5900.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa intitula-se: Confecção de uma coleção didática a partir de órgãos suínos para aulas de anatomia comparada no ensino médio.

O objetivo deste projeto é construir uma coleção didática para aulas de anatomia como uma forma de equipar o laboratório de ciências já existente no Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves além de conhecer as impressões dos estudantes em aulas utilizando-se este material didático.

O tempo estimado para a aplicação dos questionários é de vinte minutos e serão aplicados em folha impressa para assinalar no período regular de aula.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder às perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Você, voluntário, pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos da EJA.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável
Tiago Lima Vieira

Goiânia - GO, ____ de _____ de _____.

ANEXO IV



TERMO DE CESSÃO DE USO DE IMAGEM OU VOZ PARA FINS CIENTÍFICOS E ACADÊMICOS

Por meio deste termo, eu _____, CPF _____, participante do estudo *Confecção de uma coleção didática com órgãos suínos para aulas de anatomia comparada no ensino médio*, de forma livre e esclarecida, cede o direito de uso das fotografias, vídeos e/ou voz adquiridos durante a realização do tratamento clínico a que foi submetido ou durante sua participação em estudo/pesquisa anterior, e autoriza o pesquisador, *Tiago Lima Vieira, CPF 01420742175*, responsável pelo trabalho a:

(a) utilizar e veicular as fotografias, vídeos e/ou voz obtidas durante seu tratamento clínico ou durante sua participação em estudo/pesquisa anterior na dissertação, para fim de obtenção de grau acadêmico (e/ou divulgação científica), sem qualquer limitação de número de inserções e reproduções, desde que essenciais para os objetivos do estudo, garantida a ocultação de identidade (mantendo-se a confidencialidade e a privacidade das informações), inclusive, mas não restrito a ocultação da face e/ou dos olhos, quando possível;

(b) veicular as fotografias, vídeos e/ou voz acima referidas na versão final do trabalho acadêmico, que será obrigatoriamente disponibilizado na página web da biblioteca (repositório) da Universidade de Brasília – UnB, ou seja, na internet, assim tornando-as públicas;

(c) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz na produção de quaisquer materiais acadêmicos, inclusive aulas e apresentações em congressos e eventos científicos, por meio oral (conferências) ou impresso (pôsteres ou painéis);

(d) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz para a publicação de artigos científicos em meio impresso e/ou eletrônico para fins de divulgação, sem limitação de número de inserções e reproduções;

(e) no caso de imagens, executar livremente a montagem das fotografias, realizando cortes e correções de brilho e/ou contraste necessários, sem alterar a sua veracidade, utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida;

(f) no caso da voz, executar livremente a edição e montagem do trecho, realizando cortes e correções necessárias, assim como de gravações, sem alterar a sua veracidade, utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida.

O participante declara que está ciente que não haverá pagamento financeiro de qualquer natureza neste ou em qualquer momento pela cessão das fotografias, dos vídeos e/ou da voz, e que está ciente que pode retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma, salvo os materiais científicos já publicados.

É vedado ao(s) pesquisador(es) utilizar as fotografias, os vídeos e/ou a voz para fins comerciais ou com objetivos diversos da pesquisa proposta, sob pena de responsabilização nos termos da legislação brasileira. O(s) pesquisador(es) declaram que o presente estudo/pesquisa será norteado pelos normativos éticos vigentes no Brasil.

Concordando com o termo, o participante de pesquisa e o(s) pesquisador(es) assinam o presente termo em 2 (duas) vias iguais, devendo permanecer uma em posse do pesquisador responsável e outra com o participante.

Local e data

PESQUISADOR RESPONSÁVEL
CPF:

PESQUISADOR
CPF:

PARTICIPANTE DO ESTUDO
CPF:

ANEXO V



TERMO DE CONCORDÂNCIA

Por meio deste instrumento, JOSELY CAMILO DOS SANTOS SILVA, atual diretora da Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves pela portaria 3063/2018, declara ciência e concordância dos pontos a seguir:

1 – A Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves está recebendo uma coleção didática composta por órgãos suínos para aulas de anatomia humana fruto da pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) pela Universidade de Brasília (UNB) do professor e servidor Tiago Lima Vieira.

2 – Para a confecção da coleção foram utilizados diversos materiais de uso permanente (órgãos suínos, caixas plásticas, bandejas plásticas e potes de vidro), além de materiais de consumo (álcool 70º GL, Formol 37%, luvas, máscaras, avental, bisturis, facas e tesouras cirúrgicas) a um custo total aproximado de R\$ 1600,00.

2.1 – Deste valor a escola contribuiu com R\$ 500,00.

2.2 – O professor e servidor contribuiu com R\$ 1100,00.

3 – A coleção é composta por órgãos que compõem os sistemas: nervoso, digestório, urinário e respiratório, além de:

- 3.1 – 10 (dez) bandejas plásticas para apresentação e manipulação das peças (órgãos)
- 3.2 – 4 (quatro) potes de vidro com tampa plástica para armazenamento de peças (órgãos)
- 3.3 – 2 (duas) caixas plásticas de 36 L para armazenamento de peças (órgãos)
- 3.4 – 2 (duas) caixas plásticas de 50 L para armazenamento de peças (órgãos)
- 3.5 – 5 (cinco) caixas plásticas de 18 L para armazenamento de peças (órgãos)
- 3.6 – 24 (vinte e quatro) flanelas brancas

4 – Manter a coleção em boas condições de utilização por alunos e professores sendo necessário:

- 4.1 – Manter as peças (órgãos) sempre cobertas por uma flanela para reduzir a evaporação
- 4.2 – Manter as caixas e potes com as peças (órgãos) sempre vedadas.
- 4.3 – Acondicionar as caixas e potes em local seguro e limpo no laboratório da escola.
- 4.4 – Adquirir luvas plásticas para manipulação das peças (órgãos) pelos alunos e professores.

4.5 – Adquirir álcool 70º GL sempre que necessário para repor o volume perdido pela evaporação e pelo manuseio durante as aulas.

5 – Prolongar ao máximo a vida útil da coleção para o benefício do maior número de estudantes possível, através:

5.1 – Da inclusão da coleção no Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição para que os futuros gestores também se comprometam na manutenção do material pedagógico.


Tiago Lima Vieira


Josely Camilo dos Santos Silva
Diretora
Portaria nº 3063/2018

ANEXO VI

  	
<i>SISTEMA DIGESTÓRIO (FÍGADOS)</i>	
Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 01/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 100 à 104

  	
<i>SISTEMA DIGESTÓRIO (ESTÔMAGO, INTESTINOS, PÂNCREAS E BAÇOS.)</i>	
Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 01/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 01 à 21 e 74

  	
<i>SISTEMA RESPIRATÓRIO/CARDIOVASCULAR/DIGESTÓRIO(VIAS AÉREAS, CORAÇÕES, ESÔFAGOS E DIAFRAGMA)</i>	
Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 01/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 22 à 34



SISTEMA CARDIOVASCULAR (CORAÇÕES)

Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 06/11/2018
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: nov/2018
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 35 à 44



SISTEMA NERVOSO (ENCÉFALOS, CEREBELOS E MEDULAS)

Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 08/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 45 à 64



SISTEMA URINÁRIO (RINS, URETERES, BEXIGAS E URETRAS)

Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 08/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus scrofa domesticus</i> (porco doméstico)	Peças: 75 à 99



SISTEMA DIGESTÓRIO (LÍNGUAS E EPIGLOTE)

Aquisição: Abatedouro de Suínos Caçula LTDA	Data de aquisição: 08/03/2019
Sistema de Inspeção Estadual (SIE): 993/02	Data de preparo: mar/abr de 2019
Espécie: <i>Sus <u>scrofa domesticus</u></i> (porco doméstico)	Peças: <u>65 à 78</u>