



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes

**Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-
aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados**

Rio de Janeiro
2019

Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes

**Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem
do sistema cardiovascular dos vertebrados**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Débora de Aguiar Lage

Rio de Janeiro
2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

G633 Gomes, Thiago Henrique Souza dos Santos

Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados / Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes. - 2019.
89 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Débora de Aguiar Lage

Mestrado (Dissertação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Sistema cardiovascular – Teses. 2. Vertebrados – Teses. 3. Materiais de Ensino. 4. Material didático - Teses. 5. Biologia (Ensino médio) – Estudo e Ensino. 6. Aprendizagem (Ensino médio). I. Lage, Débora de Aguiar. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 611.1

Bibliotecária: Thais Ferreira Vieira _ CRB7/5302

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes

**Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem
do sistema cardiovascular dos vertebrados**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 16 de julho de 2019.

Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Débora de Aguiar Lage (Orientadora)
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ

Prof.^a Dra. Celly Cristina Alves do Nascimento Saba
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Jean Carlos Miranda da Silva
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha companheira de muitos anos, pelo apoio incondicional e incentivo constante, sem os quais eu não teria conseguido, e aos meus alunos, afinal este trabalho foi elaborado para eles

.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado forças para cumprir todos os compromissos e tarefas concomitantes à realização deste trabalho, dando-me sabedoria para contornar todas as dificuldades que surgiram neste período de crescimento pessoal e realização profissional.

À minha esposa Louise, por todo amor e carinho que tem me dedicado, sem o seu apoio e a sua companhia essa caminhada certamente teria sido muito mais difícil e tortuosa. Obrigado por toda a compreensão e pelo companheirismo, sou muito grato por tê-la sempre ao meu lado em todos os dias da minha vida.

À minha mãe, por ter criado a mim e aos meus irmãos, com carinho, amor e afeto, mesmo tendo que batalhar sozinha para nos proporcionar tudo o que estava ao seu alcance, sei que não foi nada fácil. Ao meu pai, que de onde estiver, estará sempre cuidando de mim e me dando forças para seguir em frente, evitando atalhos e caminhos fáceis. Ao meu irmão, meu amigo e companheiro desde a infância, sempre presente nos momentos decisivos da minha vida. À toda minha família, amo vocês!

À minha orientadora, Dra. Débora de Aguiar Lage, pela confiança em mim e pela inestimável ajuda em todos as etapas e todos os detalhes deste trabalho. Obrigado pelas horas perdidas comigo, pelas palavras, pelos conselhos e por todo apoio. Não é exagero dizer que sem a sua ajuda este trabalho não teria sido concluído.

Aos colegas de turma do PROFBIO, pela inesperada e agradável amizade, pela companhia nos tantos sábados nestes um ano e meio de muitas aulas, pelos chopes e conversas na hora do almoço, e pelas incontáveis risadas que compartilhamos ao longo dessa jornada. Obrigado por terem trilhado esta jornada comigo

A todos os professores e à coordenação do PROFBIO-UERJ que contribuíram de forma valiosa com seus conhecimentos, enriquecendo as aulas e ajudando a nos tornarmos professores melhores para os nossos alunos.

Aos professores doutores Celly Saba e Jean Miranda por terem aceitado o convite e prestigiado este trabalho com suas participações na banca examinadora.

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

RESUMO

GOMES, Thiago Henrique Souza dos Santos. **Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Muitos educadores se queixam da falta de interesse e dificuldade de aprendizagem dos estudantes, bem como da escassez de recursos didáticos diferenciados. Para contornar esses desafios, é necessário que o professor lance mão de diferentes ferramentas, que contribuam para tornar as aulas mais dinâmicas, motivadoras e capazes de despertar o interesse do seu aluno, favorecendo, assim, a aprendizagem significativa. Dentre as diferentes estratégias a serem adotadas, o uso de modelos didáticos constitui um dos recursos pedagógicos mais empregados no ensino de Biologia, uma vez que propicia ao estudante o contato direto com o objeto de estudo, muitas vezes abstrato ou de grande complexidade. A observação e manipulação de modelos didáticos, coloridos, bi ou tridimensionais, é uma excelente alternativa para dinamizar as aulas e aproximar o aluno do conteúdo estudado, contribuindo para estreitar a relação entre teoria e prática. No Ensino Médio, o estudo da anatomia e fisiologia comparada dos vertebrados, permite ao estudante não apenas analisar as principais diferenças entre os grupos, mas também compreender as adaptações evolutivas determinantes para a distribuição geográfica desses animais. No entanto, este conteúdo da Biologia muitas vezes é negligenciado pelas escolas, que priorizam o estudo do organismo humano. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi favorecer a compreensão dos estudantes do Ensino Médio sobre a anatomofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados, a partir da confecção de modelos didáticos. Modelos do coração dos principais grupos de vertebrados foram elaborados utilizando materiais simples e de baixo custo. Após a fixação destes em placas de isopor, o fluxo sanguíneo foi simulado com a inserção de fitas digitais de LED de coloração azul e vermelha, representando o sangue venoso e arterial, respectivamente. Os modelos produzidos foram avaliados positivamente por professores do Ensino Médio da rede pública, aplicados aos estudantes e por eles avaliados como importante ferramenta no processo de aprendizagem. Neste sentido, esta pesquisa revela a relevância do professor no emprego de metodologias inovadoras, capazes de motivar os educandos na construção de conhecimentos de forma significativa.

Palavras-chave: Anatomofisiologia comparada. Modelos didáticos. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

GOMES, Thiago Henrique Souza dos Santos. **Didactic models as a facilitator tool of the teaching-learning process on the cardiovascular system of the vertebrates**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Many educators have complained about students' lack of interest and difficulty in learning, as well as the scarcity of differentiated teaching resources. To overcome these challenges, it is necessary that the teacher make use of different tools, which contribute to make the class more dynamic, motivating and able to arouse the interest of his student, thus favoring meaningful learning. Among the different strategies to be adopted, the use of didactic models constitutes one of the most used pedagogical resources in Biology teaching, since it allows the student direct contact with the object of study, often abstract or of great complexity. The observation and manipulation of didactic, colorful and two or three-dimensional models is an excellent alternative to dynamize the classes and to bring the student closer to the studied content, since it contributes to a closer relationship between theory and practice. In high school, the study of anatomy and comparative physiology of vertebrates, allows the student not only to analyze the main differences between the groups, but also to understand the evolutionary adaptations that determine the geographic distribution of these animals. However, this content of biology is often neglected by schools, which prioritize the study of the human organism. In this sense, the objective of this work was to favor the understanding of high school students on the anatomophysiology of the cardiovascular system of vertebrates. Models of heart of the main vertebrate groups were made using simple and low-cost materials. After fixation on styrofoam plate, the blood flow was simulated by the insertion of blue and red LEDs, representing venous and arterial blood, respectively. The models produced were evaluated positively by public high school teachers, applied to students and evaluated by them as an important tool in the learning process. In this sense, this research reveals the relevance of the teacher in the use of innovative methodologies, capable of motivating the students in the construction of knowledge in a significant way.

Keywords: Comparative anatomophysiology. Didactic models. Meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anatomofisiologia da circulação nos peixes.....	19
Figura 2 - Anatomofisiologia da circulação nos anfíbios.....	20
Figura 3 - Anatomofisiologia da circulação nos répteis.....	21
Figura 4 - Coração tetracavitário dos répteis crocilianos.....	22
Figura 5 - Anatomofisiologia da circulação nas aves e mamíferos.....	23
Figura 6 - Bases dos modelos dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.....	32
Figura 7 - Verso dos modelos de tampas dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.....	33
Figura 8 - Modelos dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.....	33
Figura 9 - Modelo completo do sistema cardiovascular dos vertebrados, onde a circulação incompleta está representada pelo coração dos anfíbios.....	35
Figura 10 - Modelo completo do sistema cardiovascular dos vertebrados, onde a circulação incompleta está representada pelo coração dos répteis.....	35
Gráfico 1 - Avaliação dos professores sobre a importância do tema, dos modelos e da reprodutibilidade do material confeccionado.....	37
Gráfico 2 - Avaliação dos professores sobre os efeitos da utilização dos modelos na construção de conceitos específicos relacionados ao sistema cardiovascular dos vertebrados.....	39
Gráfico 3 - Avaliação dos professores sobre os efeitos da utilização dos modelos didáticos na aprendizagem significativa dos estudantes...	41
Quadro 1 - Elogios, críticas e sugestões dos professores acerca dos modelos confeccionados sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados....	43
Gráfico 4 - Avaliação dos estudantes sobre o uso dos modelos para melhor compreensão do conteúdo.....	50
Gráfico 5 - Avaliação dos estudantes sobre a contribuição dos modelos para a aprendizagem.....	51

Gráfico 6 - Avaliação dos estudantes sobre o uso dos modelos no cotidiano escolar.....	53
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
EVA	Espuma Vinílica Acetinada
FAETEC	Fundação de Apoio à Escola Técnica
LED	<i>“Light Emitting Diode”</i>
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RGB	<i>“Red-Green-Blue”</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1.1	Ensino e aprendizagem em Biologia	13
1.2	O ensino da anatomofisiologia dos animais na educação básica	17
1.3	A importância dos modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem	24
2	OBJETIVOS	26
2.1	Objetivo geral	26
2.2	Objetivos específicos	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Campo de estudo	27
3.2	Produção dos modelos didáticos	27
3.3	Avaliação dos modelos didáticos pelos professores	28
3.4	Aplicação dos modelos didáticos	29
3.5	Avaliação dos modelos didáticos pelos estudantes	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Produção dos modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados	31
4.2	Avaliação dos modelos didáticos pelos professores	36
4.3	Aplicação dos modelos didáticos	45
4.4	Avaliação dos modelos didáticos pelos estudantes	49
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A - Solicitação de autorização para pesquisa na Unidade escolar	65
	APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	67
	APÊNDICE C - Questionário de avaliação dos modelos didáticos pelos professores	69
	APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para os responsáveis	71

APÊNDICE E - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....	73
APÊNDICE F - Questionário de avaliação dos modelos didáticos pelos alunos.....	75
APÊNDICE G - Molde da base do coração bicavitário.....	77
APÊNDICE H - Molde da base dos corações tricavitário e tetracavitário.....	78
APÊNDICE I - Molde da tampa do coração bicavitário.....	79
APÊNDICE J - Molde da tampa do coração tricavitário.....	80
APÊNDICE L - Molde da tampa do coração tetracavitário com septo incompleto.....	81
APÊNDICE M - Molde da tampa do coração tetracavitário.....	82
APÊNDICE N - Moldes do tronco arterial e do ventrículo do coração tricavitário.....	83
APÊNDICE O - Moldes das veias dos corações tri e tetracavitário e das artérias do coração tetracavitário.....	84
ANEXO - Parecer consubstanciado da Comissão de Ética em Pesquisa.....	85

INTRODUÇÃO

O estudo da anatomia e fisiologia comparada dos vertebrados não apenas possibilita ao estudante verificar as principais diferenças entre os principais grupos, como também contribui para o entendimento das adaptações evolutivas determinantes para as variações morfofisiológicas e para distribuição geográfica desses animais. Contudo, apesar da sua relevância para o ensino de Biologia, na maioria das vezes esse conteúdo é negligenciado pelos professores da educação básica, que priorizam o estudo da anatomofisiologia humana. Neste contexto, considerando a necessidade do emprego de novas estratégias pedagógicas, acredita-se que a produção de modelos didáticos pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem, motivando os estudantes e facilitando a apropriação de conceitos.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Ensino e aprendizagem em Biologia

De acordo com os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, “o objeto de estudo da Biologia é o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações” (BRASIL, 2000, p. 14). Deste modo, recomenda-se que as aulas de Biologia não sejam pautadas no simples fornecimento de informações, exigindo dos alunos memorização de nomes, conceitos e processos. O ensino de Biologia precisa, sobretudo, se orientar no desenvolvimento de competências que permitam ao aluno não somente lidar com essas informações, mas também compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, para que seja possível torná-lo um sujeito autônomo, crítico e que saiba fazer uso dos conhecimentos adquiridos (PIMENTEL; OLIVEIRA; MACIEL, 2017).

No ensino de Biologia, é essencial o desenvolvimento de posturas e valores para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes...capazes de pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, o ser humano e o conhecimento, contribuindo realizar ações práticas, julgamentos e tomar decisões (BRASIL, 2000, p. 20).

Segundo Krasilchik (2000), o ensino de Biologia deve permitir ao estudante se tornar um indivíduo crítico, capaz de absorver, refletir e substanciar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos, entendendo a importância da organização biológica no avanço da ciência e das tecnologias. Contudo, nos últimos anos, um grande número de educadores tem relatado a falta de interesse, a falta de recursos e a consequente dificuldade de aprendizagem dos alunos (ARRUDA, 2001).

Mas ao que podemos atribuir estas queixas vividas no ambiente escolar? Se levarmos estas questões para o Ensino Médio da rede pública, é possível observar tais adversidades sendo potencializadas pelo grande volume de conteúdo aliado ao pouco tempo semanal de aula e a escassez de materiais e recursos didáticos (ANDRADE e MASSABNI, 2011; LIMA e GARCIA, 2011). Pode-se também levar em consideração o déficit do aprendizado, onde alunos são promovidos de série sem um aproveitamento satisfatório (TURA e MARCONDES, 2011). Adicionalmente, a forma

como os conteúdos presentes nos livros didáticos são tratados no cotidiano escolar pode estar contribuindo para que o aluno perca o interesse pela disciplina, pois na maioria das vezes, esses são abordados de forma descontextualizada e sem qualquer relação com a realidade do aluno, devendo apenas ser memorizados, visando a aprovação para a série seguinte (CAON, 2005).

A composição curricular de Biologia para o Ensino Médio é bastante extensa, com muitos conceitos microscópicos e abstratos, que exigem que o aluno produza mapas mentais e busque referências em seu próprio conhecimento, no intuito de compreender o que está sendo estudado (SÁ et al., 2010). Para Mathias e Amaral (2010), o currículo de Biologia para o ensino básico possui conceitos, fenômenos e hipóteses que podem ser de difícil compreensão pelos aprendizes, exigindo por vezes, grande capacidade de abstração dos estudantes.

Vivemos em uma era digital, onde a maior parte do conhecimento construído pela humanidade desde tempos remotos está disponível a todos, democrática e rapidamente, ao alcance de um simples “click”, através de sites de busca, aplicativos, e mídias digitais (OLIVEIRA e NORONHA, 2005). Nesse contexto, como despertar o interesse de um aluno que está o tempo todo conectado? Como atrair esse aluno que adquire o conhecimento não de forma linear, fechada e sequencial (forma clássica), mas sim pela intertextualidade, interatividade, flexibilidade e multidirecionalidade de sites, hipertextos e mídias digitais? (SILVA, 2010). Assim, faz-se necessário, que o professor busque métodos e estratégias pedagógicas alternativas capazes de despertar o interesse dos alunos e assim buscar alcançar a Aprendizagem Significativa.

A aprendizagem significativa, conceito proposto por David Ausubel, consiste no “processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz.” (MOREIRA, 2011, p. 26). Neste contexto, diversos estudos (PELIZZARI et al., 2002; RODRIGUES e BARNI, 2009) têm demonstrado que a aprendizagem significativa parece possuir grandes benefícios em relação ao ensino tradicional, tanto na estrutura cognitiva do aluno, como na lembrança posterior e na aquisição de novos conhecimentos, sendo, portanto, a aprendizagem mais adequada para ser promovida no âmbito escolar. Pelizzari e colaboradores (2002) afirmam que segundo a teoria da aprendizagem de Ausubel, a aprendizagem significativa possui três vantagens quando comparada à aprendizagem clássica e memorística: (1) o conhecimento é retido e

lembrado por mais tempo; (2) maior capacidade de aprender outros conteúdos; e (3) maior facilidade em reaprender o que foi esquecido. Para Souza e Faria (2011):

O aprendizado significativo só é alcançado através de alternativas que despertem o interesse dos alunos. [...]Esse desinteresse é reflexo da carência por materiais didáticos diferenciados que despertem o interesse pela matéria e que facilite a compreensão dos conteúdos[...] (SOUZA e FARIA, 2011, p. 6)

De acordo com Lepiensi e Pinho (2009), a realização de aulas expositivas deveria ser reduzida, uma vez que baseia-se em um modelo passivo de aprendizagem, dependente do livro didático e da memorização de conteúdos, contribuindo para afastar o aluno do saber científico e da satisfação pela descoberta. Desta forma, no intuito de favorecer uma aprendizagem mais significativa, o trabalho com os diferentes conteúdos deve ser apoiado na utilização de diferentes recursos didáticos, incluindo a utilização de recursos audiovisuais (ALVES e MESSEDER, 2009), o uso de modelos didáticos (SANTOS et al., 2010) e a realização de aulas práticas (BASSOLI, 2014) e saídas de campo (SENICIATO e CAVASSAN, 2004). Assim, estudos têm mostrado a importância do emprego de metodologias diferenciadas, capazes de atrair o interesse dos estudantes, tornar a aula mais dinâmica e favorecer a construção do conhecimento científico de forma significativa (BUENO, 2003; ALMEIDA; LOPES; LOPES, 2015).

Além disso, Alves e colaboradores (2016) destacam que para que a aprendizagem seja realmente significativa, é fundamental que o aluno tenha disposição para aprender, ou seja, se interesse pelo assunto estudado, e que o conteúdo escolar seja transposto para contextos relevantes, que valorizem os conhecimentos prévios dos estudantes. Deste modo, ao buscarem a construção de mapas mentais e conceituais, esses serão capazes de descobrir e redescobrir conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem eficaz (PELIZZARI et al., 2002). De acordo com Rodrigues e Barni (2009):

A verdadeira aprendizagem se dá quando o aluno reconstrói o conhecimento e forma conceitos reais sobre o mundo, o que vai possibilitá-lo agir e reagir diante da realidade. É preciso crer, com convicção e com o respaldo do mundo que nos cerca, que não há mais espaço para a repetição, para a falta de contextualização, e para a aprendizagem que não seja significativa (RODRIGUES e BARNI, 2009, p. 2).

O processo de aprendizagem pode ocorrer por duas formas: A primeira é a aprendizagem mecânica, e ocorre quando o aprendiz absorve as novas informações de forma literal. Neste aspecto, ele somente conseguirá reproduzir estes novos conhecimentos de forma idêntica à que foi apresentada, não sendo capaz de utilizar essa informação em contextos diferentes. Na segunda, o aprendiz é capaz de contextualizar as novas informações e fazer conexões entre estas e o seu conhecimento prévio, construindo, assim, significados pessoais para essas novas aquisições, configurando então, uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004 *apud* NASCIMENTO e MANSO, 2014).

No entanto, embora sejam diferentes, as aprendizagens significativa e mecânica não constituem uma oposição entre si. Durante o processo de ensino e aprendizagem, ambas podem estar presentes, em situações que, ora se aproximam mais de uma, ora de outra. Temos então, uma ideia de um continuum, onde estão localizados esses dois tipos de aprendizagem (SOUZA, 2011). Em outras palavras, quando o aluno é apresentado a um novo conhecimento, e este tem pouca relação com seus conhecimentos prévios, então ele poderá memorizar uma série de significados, armazenando-os de forma literal. Porém, conforme for interagindo com este novo conhecimento, irá organizando-o de modo inerente ao processo de aprendizagem significativa (LEMOS, 2005).

Portanto, durante a aquisição de conhecimentos, não há uma oposição entre a aprendizagem mecânica e a significativa, mas um continuum. Isto devido ao fato de a aprendizagem mecânica ser inevitável na aquisição de conceitos inteiramente novos para o aprendiz, e que, posteriormente, à medida que são construídas “ideias âncoras” o conceito passará a ter significado para o aluno (SOUZA, 2011).

Segundo Lima e colaboradores (2012), o processo educativo requer uma aprendizagem significativa que contemple a aprendizagem de conceitos, de modo que, o professor, ao ensinar, apresente significados contextuais destes conceitos aos alunos e que estes possam compreendê-los, ancorando-se em conceitos já estabelecidos cognitivamente para que, posteriormente possam compartilhá-los (LIMA et al., 2012). Nesse sentido, favorecer a aprendizagem significativa no ensino, é permitir que o aluno possa estabelecer relações entre a nova informação e o conhecimento já adquirido. Assim, Santos (2006, s.n.), reafirma que, o pressuposto básico para que o professor promova a aprendizagem significativa é “desafiar os conceitos já aprendidos, para que eles se reconstruam mais ampliados e consistentes,

tornando-se assim mais inclusivos com relação a novos conceitos.” Isto então deve permear sempre o planejamento das aulas, devendo estar presente durante a construção das estratégias metodológicas, pois “planejar uma aula potencialmente significativa, é em primeira análise, buscar formas criativas e estimuladoras de desafiar as estruturas conceituais dos alunos”.

1.2 O ensino da anatomofisiologia dos animais na educação básica

A anatomia e fisiologia animal são conteúdos contemplados no segundo ano do Ensino Médio e que devem ser abordados de forma comparada, com ênfase na fisiologia humana, conforme as orientações dos PCNEM (BRASIL, 2000). Contudo, devido à grande extensão do conteúdo de Biologia desta série, aliado à falta de tempo em sala de aula, a fisiologia comparada, muitas vezes acaba por não ser trabalhada pelos professores, que se limitam apenas ao ensino da fisiologia humana.

Ao se contemplar a anatomia e fisiologia comparada dos sistemas biológicos, torna-se possível compreender os processos evolutivos que atuaram nos diferentes grupos de animais, sobretudo dentre os grupos de vertebrados, facilitando, portanto, a correlação do parentesco evolutivo entre esses grupos (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Assim, é possível evidenciar o aumento da complexidade de determinadas estruturas, a perda e/ ou o surgimento de novas estruturas e estratégias adaptativas nos diferentes vertebrados. Dessa forma, pode-se inclusive correlacionar a contribuição destas novidades evolutivas com a distribuição dos vertebrados e a ampla distribuição geográfica de aves e mamíferos, capazes de sobreviver aos mais diversos tipos de ambientes do nosso planeta (AMABIS e MARTHO, 2013).

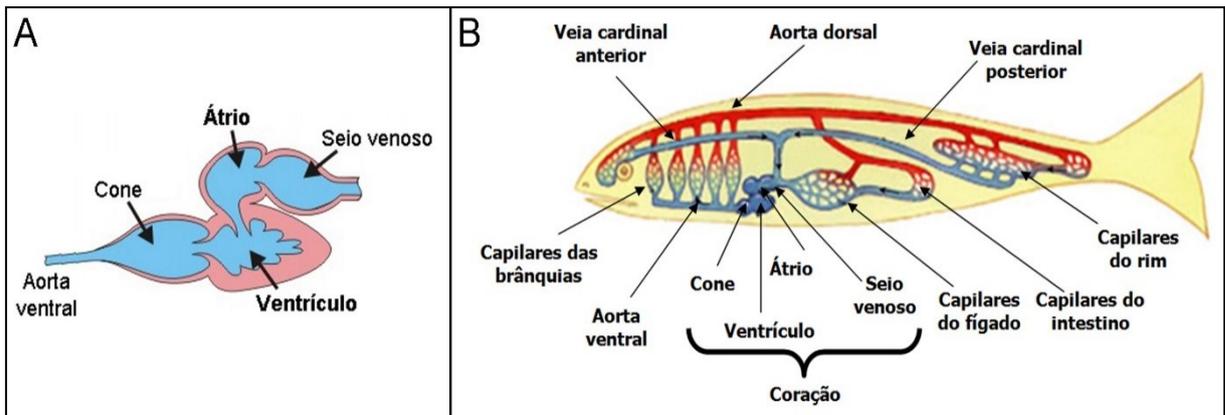
Outro ponto importante que dificulta a aprendizagem dos estudantes consiste no estudo individualizado de cada sistema fisiológico. Este fato prejudica a compreensão de que os diferentes sistemas estão interligados e trabalham em conjunto para manter a funcionalidade normal de um organismo. Neste contexto, Alves e colaboradores (2011), relatam a dificuldade dos alunos em compreender a fisiologia, visto que o conhecimento sobre a localização e o nome de estruturas e órgãos, é necessário para que se possa entender como o organismo funciona de forma integrada, com a cooperação de todos os sistemas.

Ao mencionar a palavra animal, grande parte das pessoas pensam em um vertebrado, uma vez que estes estão inseridos no cotidiano de todos, seja no ambiente natural ou doméstico. De fato, o grupo dos vertebrados é bastante diverso, compreendendo mais de 56.000 espécies, com diferentes formas e tamanhos, distribuídas em todos os habitats da Terra (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Pertencente ao Filo Chordata, o subfilo Vertebrata é caracterizado por animais que apresentam crânio e coluna vertebral constituídos por tecido cartilaginoso ou ósseo. Ao incluir o grupo Myxini (peixes-bruxas), o subfilo passa a ser chamado de Craniata, uma vez que os animais desta classe, não apresentam vértebras, possuindo apenas um crânio cartilaginoso (DONOGHUE; FOREY; ALDRIDGE, 2000). Deste modo, os vertebrados apresentam o encéfalo protegido por uma caixa craniana, e uma coluna vertebral formada por vértebras alinhadas dorsalmente ao longo do corpo do animal, fornecendo suporte e proteção à medula espinhal.

Os sistemas circulatórios dos vertebrados seguem um mesmo plano básico de organização, embora apresentem algumas variações que refletem a história evolutiva de cada grupo (AMABIS e MARTHO, 2013). Neste caso, o tamanho do animal deve ser considerado, uma vez que este deverá apresentar um circuito fechado, formado por um coração, único e ventral, que atuará como uma bomba propulsora e um conjunto de vasos especializados capaz de transportar substâncias de interesse às células, remover os resíduos metabólicos das mesmas, podendo também atuar na regulação térmica do organismo (HILDEBRAND, 1999).

Os Peixes, que incluem o grupo dos Chondrichthyes e dos Osteichthyes (Actinopterygii), possuem o coração mais simples dentre os vertebrados. Trata-se de um coração bicavitário, composto de um átrio e um ventrículo, havendo passagem apenas de sangue saturado de dióxido de carbono (sangue venoso) em seu interior (Figura 1A). O sangue dos peixes percorre um único circuito pelo corpo: o sangue chega ao átrio vindo do corpo pelo seio venoso, passa para o ventrículo, que impulsiona o sangue para o cone arterial em direção às brânquias. Nestas, o sangue é oxigenado e segue para os demais tecidos e órgãos do corpo (Figura 1B). Não apenas nos peixes, mas em todos os vertebrados, observa-se a presença de válvulas atrioventriculares, as quais evitam o refluxo de sangue do ventrículo para o átrio, garantindo assim, o fluxo unidirecional de sangue dentro do coração (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Figura 1 - Anatomofisiologia da circulação nos peixes.



Legenda: A - Esquema do coração bicavitário dos peixes; B - Esquema mostrando a circulação simples.

Fonte: A - <https://descomplica.com.br/blog/biologia/lista-circulacao/>;

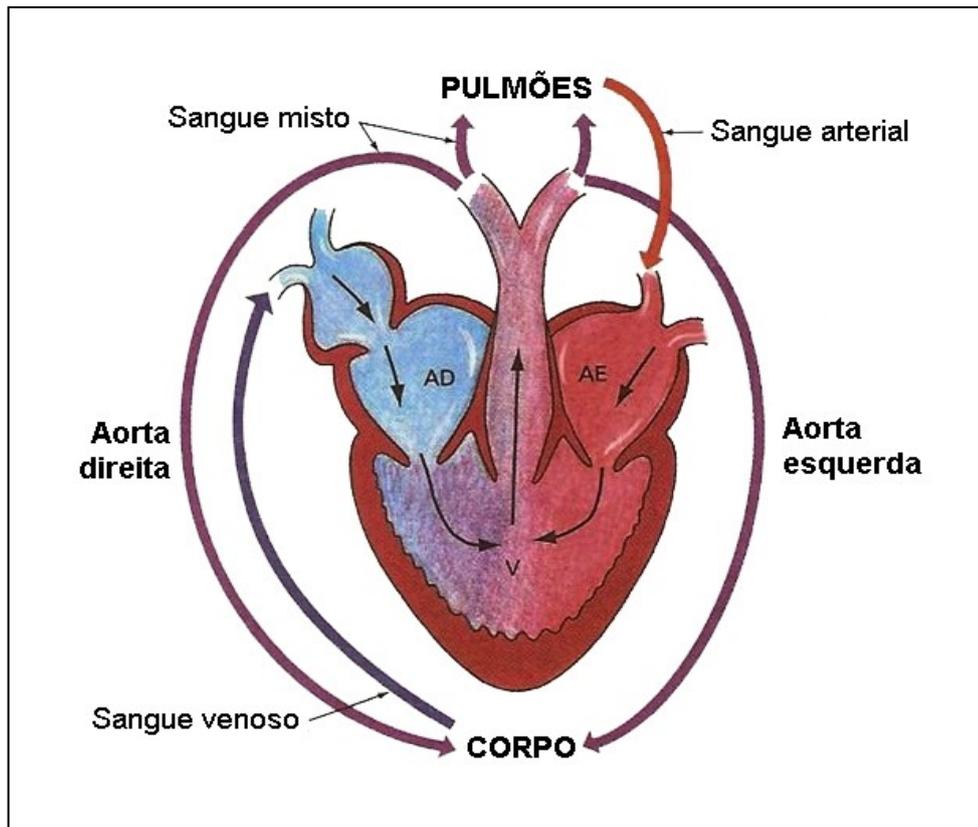
B - <https://pt.slideshare.net/guestb30c39/circulacao>

A circulação simples, de cavidades sequenciais e tipo único de sangue, dos peixes, dá lugar, na escala evolutiva, à circulação dupla dos tetrápodes (vertebrados terrestres), o que requer modificações morfológicas do coração e dos grandes vasos (TAVANO, 2007).

O grupo dos Anfíbios apresenta o coração tricavitário, com dois átrios e um único ventrículo. Devido a transição do meio aquático para o terrestre, estes animais passam por uma série de modificações anatômicas e fisiológicas ao longo do seu desenvolvimento. No ambiente aquático, os anfíbios jovens (girinos) realizam respiração branquial e cutânea e apresentam uma circulação simples, como a dos peixes. Contudo, na fase adulta, embora a respiração cutânea persista, observa-se o desenvolvimento dos pulmões, possibilitando ao sangue fazer dois circuitos pelo corpo, caracterizando a dupla circulação (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Na pequena circulação, o sangue desoxigenado vindo das diferentes partes do corpo chega ao coração pelo átrio direito e passa para o ventrículo, ficando mais concentrado no lado direito. Ao se contrair, o ventrículo envia o sangue para ser oxigenado nos órgãos respiratórios (pulmões e pele), o qual retorna ao coração pelo átrio esquerdo, dando início ao segundo ciclo. Na grande circulação, o sangue oxigenado presente no átrio esquerdo passa para o ventrículo, ficando concentrado do lado esquerdo, de onde será encaminhado ao corpo na contração ventricular (Figura 2).

Figura 2 - Anatomofisiologia da circulação nos anfíbios.

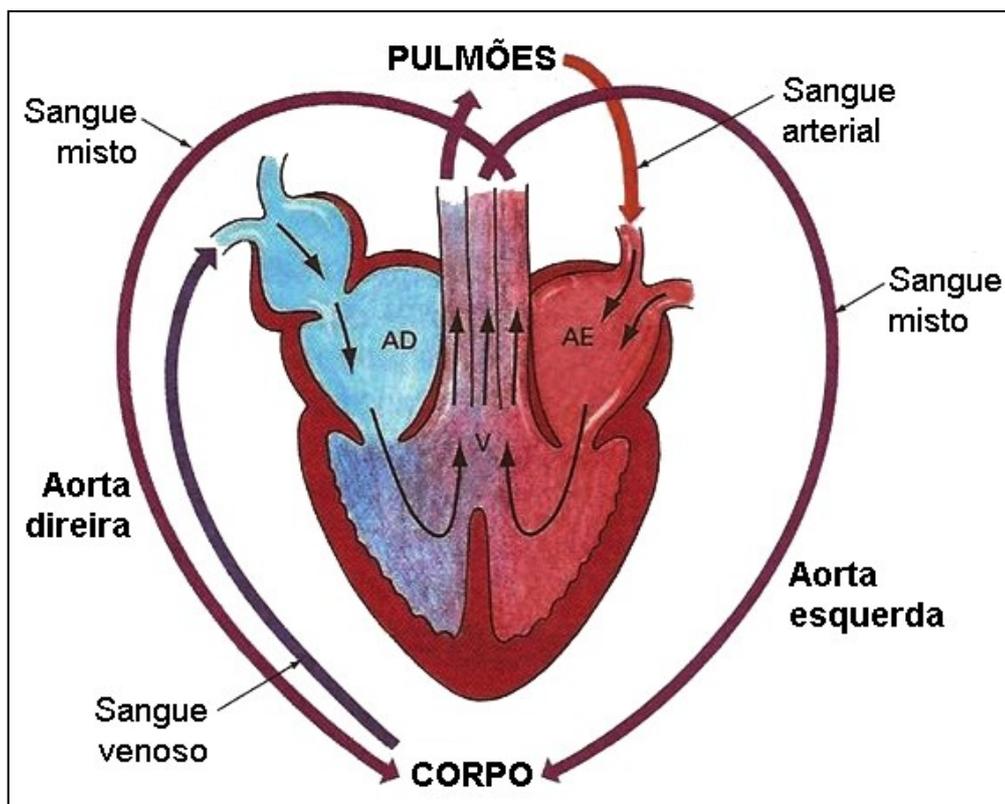


Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3301145/>

Deste modo, o ventrículo único observado no coração tricavitário dos anfíbios recebe sangue de ambos os átrios, havendo, portanto, mistura de sangue arterial com venoso em seu interior, caracterizando uma circulação incompleta. Entretanto, vale ressaltar que a presença de uma válvula espiral no cone arterial distribui o sangue entre as duas artérias, minimizando esta mistura (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Na maioria dos Répteis, com exceção apenas dos crocôdilianos, o coração também é tricavitário, com dois átrios e um único ventrículo e a circulação sanguínea ocorre de forma similar aos anfíbios, sendo caracterizada como dupla e incompleta. No entanto, diferentemente destes, no ventrículo dos répteis é possível observar um septo ventricular que separa parcialmente o ventrículo em duas subcavidades ventriculares. Neste caso, no coração destes indivíduos ocorre uma melhor separação entre o sangue desoxigenado e o sangue oxigenado, minimizando em muito a mistura do sangue oriundo dos átrios (POUGH; JANIS; HEISER, 2008) (Figura 3).

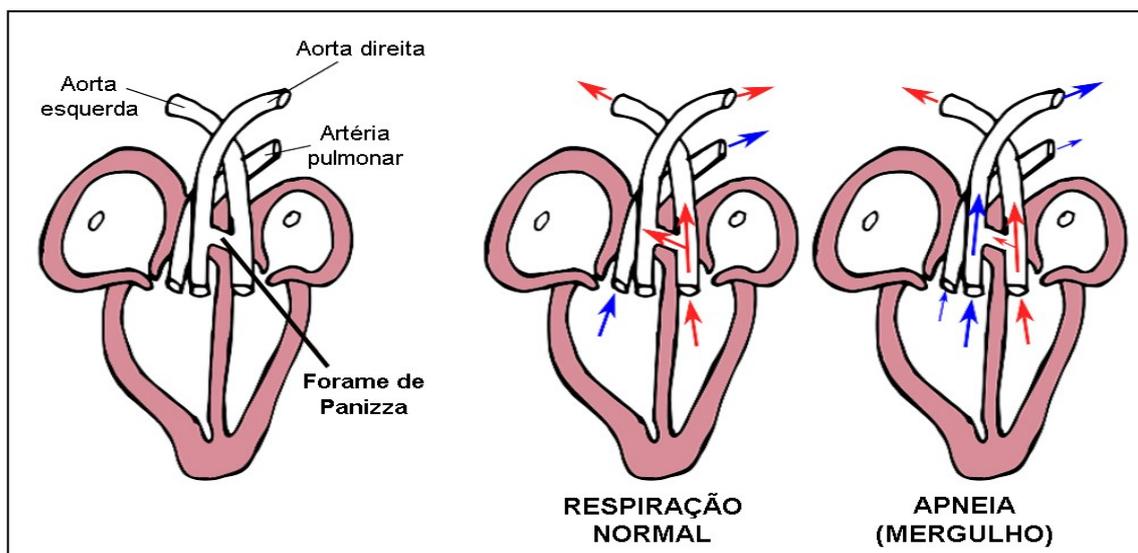
Figura 3 - Anatomofisiologia da circulação nos répteis.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3301145/>

No coração dos répteis crocodilianos, o septo ventricular é completo, havendo separação total entre os ventrículos, sendo, portanto, um coração tetracavitário, com dois átrios e dois ventrículos. No entanto, entre o arco aórtico esquerdo e o arco aórtico direito há uma comunicação, o Forame de Panizza, que permite, em uma situação de apneia, que o fluxo de sangue pobre em oxigênio seja desviado para o arco aórtico esquerdo, seguindo para o corpo ao invés dos pulmões, uma vez que o animal está sem respirar (POUGH; JANIS; HEISER, 2008) (Figura 4). Porém, uma vez que não ocorre mistura de sangue arterial e venoso dentro do coração, a circulação dos répteis crocodilianos é caracterizada como dupla e completa.

Figura 4 - Coração tetracavitário dos répteis crocodilianos.

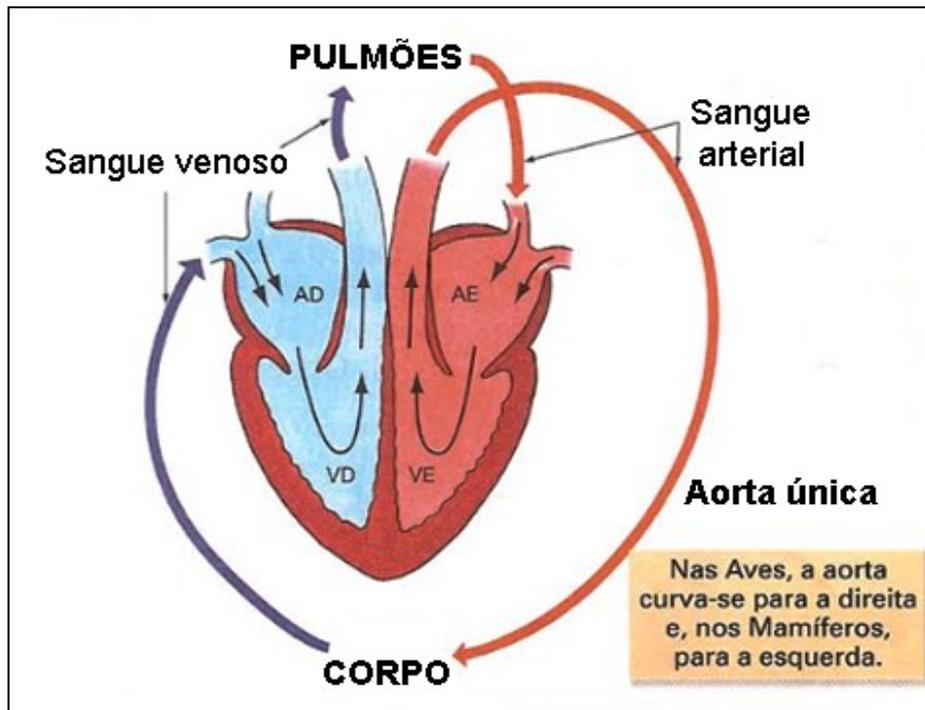


Fonte: https://gl.wikipedia.org/wiki/Forame_de_Panizza

Já nas Aves e nos Mamíferos, o coração possui quatro cavidades havendo separação total entre os lados direito e esquerdo. Deste modo, na pequena circulação, o sangue venoso vindo do corpo penetra no átrio direito pelas veias cavas, passa ao ventrículo direito e segue pela artéria pulmonar até os pulmões, onde é oxigenado. A partir das veias pulmonares, o sangue arterial chega ao átrio esquerdo, passando para o ventrículo esquerdo de onde será encaminhado às diversas partes do corpo pelo arco aórtico (grande circulação). Assim, nas câmaras do lado direito do coração circula apenas sangue venoso e nas câmaras do lado esquerdo apenas sangue arterial, portanto, não há mistura de sangue, caracterizando o que chamamos circulação completa (AMABIS e MARTHO, 2013) (Figura 5).

A circulação completa está relacionada à endotermia. Esta consiste na capacidade fisiológica dos organismos de gerar calor corporal a partir de seu próprio metabolismo. Desta forma, esses animais conseguem manter sua temperatura corporal constante independentemente de mudanças na temperatura ambiental. Portanto, apenas aves e mamíferos são caracterizados como endotérmicos. Para Rodrigues (2005), esta capacidade termorregulatória está relacionada a complexas adaptações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e comportamentais, como maior taxa ventilatória e pulmões mais especializados, bem como uma maior capacidade de transporte de oxigênio no sangue.

Figura 5 - Anatomofisiologia da circulação nas aves e mamíferos.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3301145/>

Neste contexto, é possível perceber que o desenvolvimento da circulação completa no sistema cardiovascular está dentre os principais fatores que permitiram a endotermia observada nas aves e nos mamíferos. Assim, uma vez que não há mistura de sangue arterial e venoso, o sangue oxigenado chega às células, possibilitando uma alta produção de energia para o metabolismo celular. De acordo com Léon e Gómes (2011), a presença de coração com quatro câmaras é uma característica comum que se observa nos animais endotérmicos, e que juntamente com o eficiente sistema respiratório, permitiu incrementar a eficiência das trocas gasosas nas aves e nos mamíferos.

É importante destacar que a endotermia (conjuntamente à outras adaptações), não apenas permite que os animais se mantenham ativos em qualquer momento do dia como também possibilita a colonização destes em qualquer *habitat* do planeta. Por outro lado, a manutenção de altas taxas metabólicas requer um maior consumo de alimento pelos animais endotérmicos quando comparado aos ectotérmicos (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

1.3 A importância dos modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem

Para que se alcance o sucesso no processo de ensino e aprendizagem, é fundamental que o professor ofereça ferramentas que motivem os alunos, e que possibilitem a construção de um ensino que sejam protagonistas do seu aprendizado (FARIAS; MARTIN; CRISTO, 2015). Deste modo, este é o principal desafio do educador: tornar as atividades didáticas mais dinâmicas e atrativas, para que os alunos possam construir seus próprios caminhos na construção de conhecimentos.

Dentre os diversos tipos de recursos didáticos, o quadro negro é um dos mais antigos, tendo sua primeira citação em 1115, e também um dos mais conhecidos e empregados pelos docentes, uma vez que consiste em um ótimo recurso visual, que apresenta baixo custo de construção e manutenção (FREITAS, 2007). Entretanto, sua utilização como único recurso pedagógico, não atinge satisfatoriamente aos objetivos propostos pela disciplina de Biologia, visto que esta carece de ilustrações para favorecer a aprendizagem (SILVA; MORAIS; CUNHA, 2011).

Em relação ao ensino de Ciências e Biologia, estudos mais recentes confirmaram que o quadro/lousa seguido dos livros didáticos constituem os recursos didáticos mais utilizados pelos professores (THEODORO; COSTA; ALMEIDA, 2015). Neste caso, Barganha e Garcia (2014) ressaltam que a cultura escolar muitas vezes idealiza o livro didático como ferramenta direcionadora da organização do currículo, sendo esse adotado pela maioria dos professores e acompanhado pelos pais que exigem a utilização deste material no cotidiano escolar.

Neste sentido, devido ao caráter abstrato de muitos conteúdos, a modelização caracteriza-se como uma ferramenta de grande valor nas Ciências Naturais, favorecendo a transposição didática e contribuindo para a construção do conhecimento do educando (DUSO et al., 2013; ROCHA et. al., 2015; MOUL e SILVA, 2017). Destaque para o ensino de Biologia, onde os modelos complementam as aulas teóricas e auxiliam no desenvolvimento de competências de aprendizagem, permitindo uma abordagem mais simples de assuntos complexos, como morfologia e anatomia (ALMEIDA; LOPES; LOPES, 2015; SILVA-FILHA; SILVA; FREITAS 2016). Segundo Larentis; Malacarne e Sereia (2010), o uso deste recurso permite aos alunos analisar, observar, sentir com as próprias mãos, construir imagens mentais sobre um

conteúdo que seria meramente imaginário, construído da forma em que entenderam, podendo conter erros conceituais. Para Orlando e colaboradores (2009):

Modelos biológicos como estruturas tridimensionais ou semiplanas (alto relevo) e coloridas são utilizadas como facilitadoras do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas dos livros-texto. Além do lado visual, esses modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado (ORLANDO et al., 2009, p. 2).

Para Rotbain, Marbach-Ad e Stavy (2006), atividades didáticas com uso de modelos tridimensionais melhoram a capacidade dos alunos em adquirir e guardar informações quando comparados com métodos tradicionais, pois acabam se tornando uma ferramenta facilitadora para a compreensão e o entendimento de conceitos considerados simples memorização (TEMP, 2011). Além disso, os modelos permitem a inclusão da experimentação, conduzindo os alunos a relacionar a teoria e a prática e contribuindo para o desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes (CAVALCANTE e SILVA, 2008).

Um modelo didático é uma estrutura utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis (GIORDAN e VECCHI, 1996 *apud* JUSTINA e FERLA, 2006). Deste modo, é possível correlacionar os modelos didáticos a um sistema figurativo reproduzido de forma esquematizada e concreta que simbolizam um conjunto de fatos, através de uma estrutura que facilita a compreensão do aluno, pois permite que seja comparada com a realidade (JUSTINA e FERLA, 2006).

Existem diversos modelos didáticos disponíveis para compra no mercado, de diferentes áreas do conhecimento e constituídos dos mais diversos materiais, indo desde os mais simples até os mais sofisticados. Entretanto, de acordo com Ceccantini (2006, p. 335), “a compra de modelos sofisticados não está ao alcance de todas as escolas, mas a confecção de modelos alternativos com certeza está, pois envolve apenas determinação e criatividade[...]”. Sendo assim, é preferível que o professor produza seu próprio material, assim ele analisa e planeja sua prática docente, procurando alternativas para fornecer uma aprendizagem mais edificante ao refletir sobre os aspectos do ensino-aprendizagem (BORGES, 2000).

Neste contexto, esta pesquisa procura responder a seguinte pergunta: Modelos didáticos confeccionados sobre o sistema cardiovascular dos diferentes vertebrados podem ser ferramentas eficazes na promoção do processo de ensino-aprendizagem?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Favorecer a compreensão da anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados pelos estudantes do Ensino Médio, a partir da utilização de modelos didáticos confeccionados.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados que possam ser utilizados na educação básica como um recurso auxiliar na prática pedagógica;
- Avaliar a utilização destes modelos didáticos confeccionados, por diferentes professores da educação básica;
- Aplicar os modelos didáticos produzidos e avaliados durante as aulas do Ensino Médio, relacionando as características anatomofisiológicas do sistema cardiovascular aos mecanismos de termorregulação e ao sucesso adaptativo deste grupo;
- Avaliar o emprego dos modelos didáticos como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa acerca do sistema cardiovascular dos vertebrados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As diferenças anatômicas e fisiológicas do sistema cardiovascular dos vertebrados foram demonstradas através da produção de modelos didáticos que simulam a fisiologia circulatória das diferentes classes de vertebrados.

A metodologia empregada neste estudo consiste em um tipo de pesquisa quali-quantitativa. Deste modo, enquanto a abordagem quantitativa permite maior precisão dos resultados (MOREIRA e ROSA, 2007), a análise qualitativa depende da interação entre o professor e o objeto de estudo, uma vez que esta busca investigar os dados em seus significados (MINAYO, 2012). Neste sentido, a análise integrada de dados qualitativos e quantitativos contribui para uma melhor interpretação dos resultados (MINAYO, 1994).

O projeto desta pesquisa foi submetido à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ (Coep/SR-2/UERJ), que após avaliação, deliberou pela aprovação do projeto, visto que não foram observadas implicações éticas que impeçam a realização do mesmo (Anexo).

3.1 Campo de estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida com os estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana (Faetec), localizada na rua General Canabarro, 291, bairro do Maracanã, Rio de Janeiro - RJ.

A solicitação de autorização para a realização da pesquisa na referida Unidade escolar encontra-se disponível no Apêndice A.

3.2 Produção dos modelos didáticos

A fim de produzir modelos didáticos para o estudo da circulação comparada dos vertebrados, foram elaborados diferentes modelos de coração para representar a

classe de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Deste modo, foram confeccionados o coração bicavitário dos peixes para a representação da circulação simples, o coração tricavitário dos anfíbios e o da maioria dos répteis, com septo ventricular incompleto, para exemplificar a circulação dupla e incompleta, além do coração tetracavitário observado nas aves e nos mamíferos, caracterizando a circulação dupla e completa. Não foi produzido o coração dos répteis crocodylianos, devido à complexidade da circulação sanguínea no Forame de Panizza.

A confecção dos modelos didáticos foi baseada na metodologia proposta nos vídeos “Maqueta del corazon Parte1” (www.youtube.com/watch?v=wqVS-4af6cA) e “Maqueta del corazon Parte 2” (www.youtube.com/watch?v=O8bMSDtXtkQ). Contudo, os moldes para a produção dos diferentes tipos de coração (apêndices G à O) foram elaborados a partir das imagens obtidas no endereço eletrônico <https://slideplayer.com.br/slide/3301145/>. Os modelos de coração foram elaborados utilizando materiais de fácil aquisição e baixo custo como papel paraná, espuma vinílica acetinada (EVA) de coloração rosa, vermelha e azul, cola bastão, tinta acrílica vermelha e azul, pincel, cola quente, tesoura e estilete.

Ao modelo pronto, foram inseridas duas fitas com iluminação digital de LED (“*Light Emitting Diode*”) do tipo “6803 digital RGB (“*Red-Green-Blue*””, uma na cor azul e outra em vermelho. Estas fitas percorrem as câmaras cardíacas, simulando o fluxo sanguíneo venoso e arterial que circula no interior do coração. Os modelos do sistema cardiovascular elaborados foram então fixados em uma placa de isopor, a fim de facilitar a observação, o manuseio e o transporte do material didático.

3.3 Avaliação dos modelos didáticos pelos professores

Após a confecção, os modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados foram avaliados por professores do Ensino Médio da rede pública Estadual do Rio de Janeiro, integrantes do Programa de Mestrado profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO). Os docentes convidados para participar da pesquisa receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B), o qual foi assinado pelo pesquisador e pelo professor participante da pesquisa.

A avaliação dos modelos foi conduzida a partir de um questionário não identificado, contendo perguntas fechadas e uma pergunta aberta onde os docentes puderam colocar suas eventuais críticas e/ou sugestões para aprimorar o material (Apêndice C). As questões fechadas foram elaboradas utilizando uma escala Likert (1932), na qual os inqueridos irão declarar seu grau de concordância para um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição. Segundo Amaro, Póvoa e Macedo (2005), o emprego de escalas é o mais adequado quando se pretende mensurar atitudes e opiniões do público-alvo. Neste caso, as questões fechadas totalizaram treze afirmativas, para as quais os professores deveriam responder: discordo totalmente (DT), discordo parcialmente (DP), indiferente (I), concordo parcialmente (CP) ou concordo totalmente (CT). Considerando que o número de itens na escala Likert pode variar, a opção pelo emprego de uma escala de cinco pontos ocorreu devido a esta se mostrar mais eficiente quanto à facilidade, velocidade e precisão de resposta, quando comparada a escala de três ou sete pontos (VIEIRA e DALMORO, 2013).

As respostas referentes à questão aberta foram investigadas de acordo com a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), onde após exploração e interpretação dos resultados, os dados obtidos foram categorizados a fim de permitir uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo.

No momento da avaliação, o professor-pesquisador realizou uma breve explanação sobre a pesquisa e apresentou o material didático elaborado. Após a análise dos modelos, os docentes receberam o questionário para avaliação do material. A atividade de apresentação e avaliação dos modelos didáticos durou aproximadamente 60 minutos.

3.4 Aplicação dos modelos didáticos

Os modelos do sistema cardiovascular dos vertebrados foram aplicados para estudantes de 3 turmas do segundo ano do Ensino Médio durante as aulas regulares de Biologia. Neste contexto, os estudantes participaram de uma aula dialógica acerca da anatomofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados, conduzida pelo professor regente (pesquisador), utilizando como único recurso pedagógico os modelos didáticos previamente elaborados e avaliados.

Deste modo, a partir dos modelos confeccionados, o professor regente pode mostrar as diferenças morfológicas entre os corações dos vertebrados, a importância da dupla circulação, bem como relacionar a ausência de mistura de sangue arterial e venoso com a regulação da temperatura, observada nas aves e nos mamíferos.

A aula foi conduzida de modo dialógico e investigativo, onde o professor - pesquisador atuou fazendo uma série de indagações à turma, estimulando a curiosidade e a reflexão dos estudantes acerca das mudanças cardíacas observadas nos diferentes grupos de vertebrados e nas implicações dessas alterações na adaptação das espécies. A atividade com os estudantes durou cerca de 80 minutos.

3.5 Avaliação dos modelos didáticos pelos alunos

A eficiência dos modelos didáticos na compreensão sobre a anatomofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados durante a aula de Biologia foi avaliada pelos estudantes das turmas que participaram da atividade. Deste modo, a avaliação do uso dos modelos como recurso didático foi realizada a partir de um questionário anônimo, contendo perguntas fechadas elaboradas de acordo com uma escala Likert (1932) de doze afirmativas, para quais os alunos deveriam responder: discordo totalmente (DT), discordo parcialmente (DP), indiferente (I), concordo parcialmente (CP) ou concordo totalmente (CT) (Apêndice F).

A participação dos estudantes na avaliação dos modelos foi voluntária. Contudo, para que pudessem participar da atividade, os responsáveis receberam previamente um TCLE com as informações da pesquisa (Apêndice D), o qual foi assinado pelo pesquisador e pelo responsável, caso este tenha autorizado o estudante a contribuir com o estudo. Adicionalmente, o aluno autorizado pelo seu responsável recebeu um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice E), contendo esclarecimentos sobre o estudo e a importância de sua participação na pesquisa, o qual foi assinado pelo pesquisador e pelo estudante.

Ao todo 48 alunos preencheram e entregaram os termos e puderam efetivamente participar da atividade.

Todos os estudantes responderam o questionário em cerca de 20 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção dos modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados

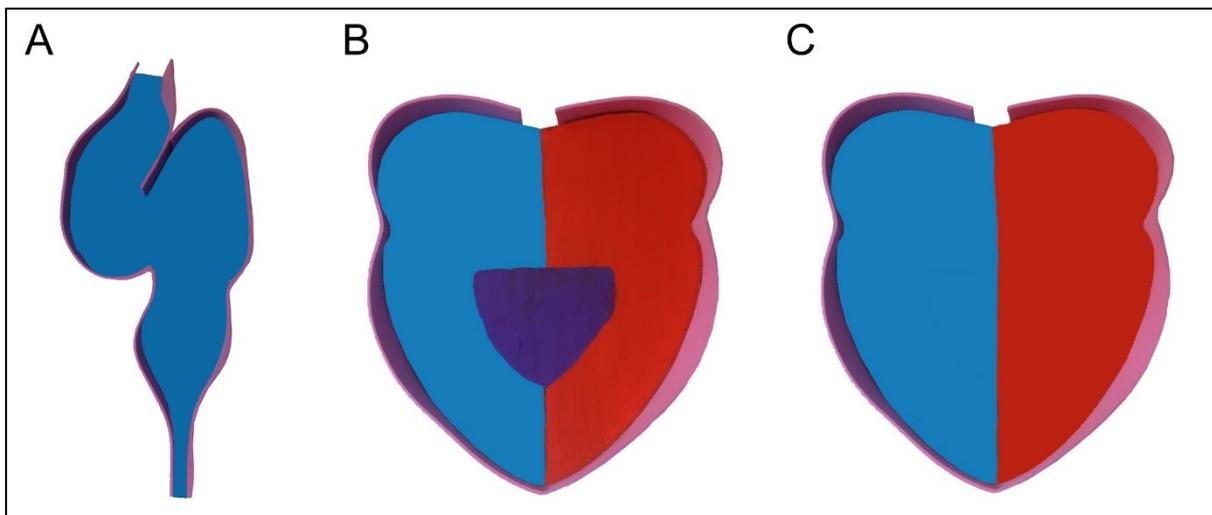
Inicialmente, visando à elaboração dos modelos sobre o sistema cardiovascular dos principais grupos de vertebrados, foram produzidos quatro modelos de coração, em corte longitudinal, para que os alunos pudessem visualizar o fluxo de sangue que percorre as câmaras cardíacas. Todos os modelos apresentaram o mesmo padrão de construção, o qual consistia de uma base e uma tampa vazada, que caracterizava o número de câmaras cardíacas daquele modelo. Neste sentido, foram elaborados três moldes da base e quatro tampas diferentes, uma vez que os corações do tipo tricavitário e tetracavitário com septo interventricular incompleto tinham tampas diferentes, as quais adaptavam-se a uma mesma base. Os moldes da base para a confecção dos diferentes tipos de coração encontram-se disponíveis nos Apêndices G e H, enquanto os moldes da tampa estão nos Apêndices I, J, L e M.

Com o auxílio de uma tesoura, os moldes da base dos corações foram recortados e colados no papel paraná. Em seguida, com um estilete, cortou-se o papel paraná no contorno do coração presente no molde. As câmaras cardíacas foram pintadas de azul e/ou vermelho, representando o sangue venoso e arterial, conforme o tipo de coração elaborado. Assim, uma vez que no coração dos peixes só há a passagem de sangue venoso, a base do coração bicavitário foi pintado totalmente de azul, enquanto no coração tetracavitário das aves e mamíferos, todo o lado esquerdo foi pintado de azul (sangue venoso) e o direito de vermelho (sangue arterial), cabe salientar que esta inversão de lados das cores na base ocorre para que o observador as perceba de forma correta. Já na base única dos corações tricavitários, o lado esquerdo foi pintado de azul e o direito de vermelho, porém uma parte da região ventricular foi pintada de roxo, a fim de representar a pequena mistura de sangue entre os ventrículos do coração dos répteis. Todos os modelos da base do coração foram circundados por tiras de 2,5 cm de largura de EVA de coloração rosa (Figura 6).

Posteriormente, com o auxílio de tesoura e estilete, os moldes das tampas dos corações foram recortados e utilizados como modelo para a produção destas peças em espuma EVA de cor rosa. O coração tricavitário referente ao grupo dos anfíbios

continha uma peça a mais, um molde de ventrículo único que foi produzido em espuma EVA lilás para representar a mistura de sangue arterial e venoso.

Figura 6 - Bases dos modelos dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.



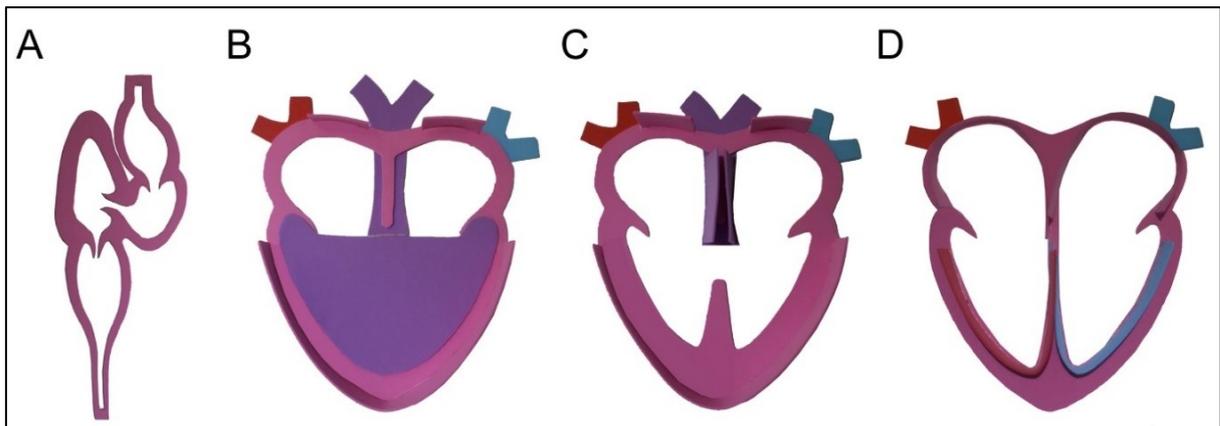
Legenda: A - Base do coração bicavitário; B - Base única dos corações tricavitário e tetracavitário com septo interventricular incompleto; C - Base do coração tetracavitário.

Fonte: O autor, 2019.

Isto posto, as peças do molde referentes às veias e às artérias foram recortadas e utilizadas como modelos para a produção destes vasos em espuma EVA vermelha (veias pulmonares e artéria aorta) e em espuma EVA azul (veias cavas e artéria pulmonar). Para os modelos de tampas dos corações tricavitários dos anfíbios e o com septo interventricular incompleto dos répteis, foi confeccionado um molde em espuma EVA lilás para representar o tronco arterial que sai do ventrículo com o sangue venoso e arterial misturados. Os moldes das peças (ventrículo único, tronco arterial, veias e artérias) estão disponíveis nas Apêndices N e O.

Em seguida, com a tampa do modelo de coração virada ao contrário, o átrio e o ventrículo direito foram circundados com tiras de 2 cm de largura de EVA azul, enquanto o átrio e o ventrículo esquerdo foram envolvidos com tiras de mesma largura, porém utilizando a espuma EVA de cor vermelha. Tiras de 2 cm de largura de espuma EVA de coloração rosa foram utilizadas para delimitar a parede dos átrios. Todas as tiras de EVA foram colocadas utilizando cola quente. Os modelos das tampas dos diferentes tipos de coração estão mostrados na Figura 7.

Figura 7 - Verso dos modelos de tampas dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.

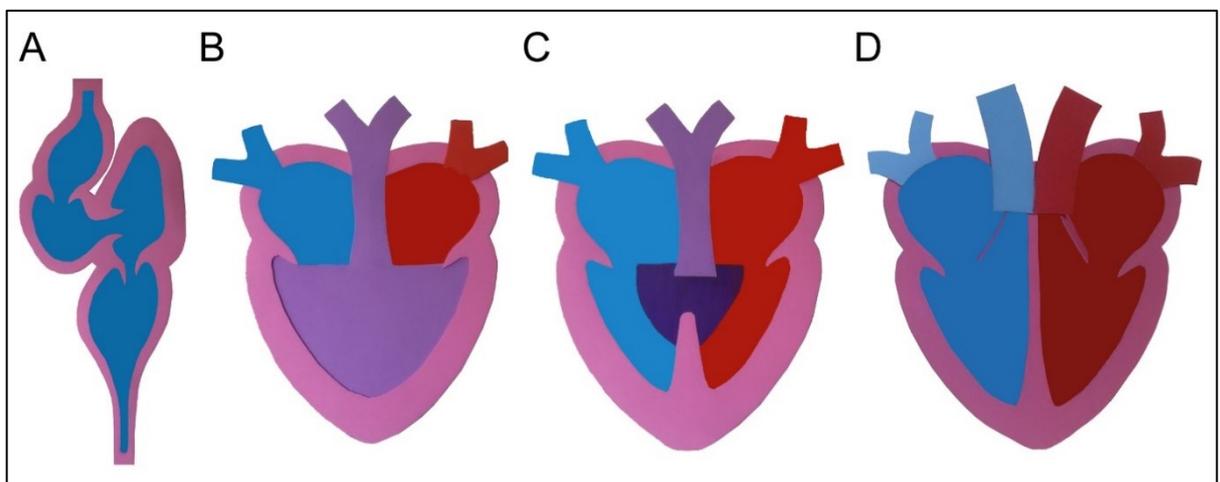


Legenda: A - Tampa do coração bicavitário; B - Tampa do coração tricavitário; C - Tampa do coração tetracavitário com septo interventricular incompleto; D - Tampa do coração tetracavitário.

Fonte: O autor, 2019.

Com ambas as partes prontas, cada tampa dos diferentes tipos de coração foi colocada sobre a sua respectiva base e fixada com cola quente. Os modelos completos dos diferentes tipos de coração estão ilustrados na Figura 8.

Figura 8 - Modelos dos diferentes tipos de coração dos vertebrados.



Legenda: A - Tampa do coração bicavitário; B - Tampa do coração tricavitário; C - Tampa do coração tetracavitário com septo interventricular incompleto; D - Tampa do coração tetracavitário.

Fonte: O autor, 2019.

Para a finalização do modelo do sistema cardiovascular, as palavras “brânquias”, “pulmões” e “corpo”, posicionadas em extremidades opostas, foram impressas em folha de papel A3, sendo esta posteriormente colada em uma placa de isopor de mesmo tamanho (30 x 42 cm). Em seguida, os modelos de coração foram

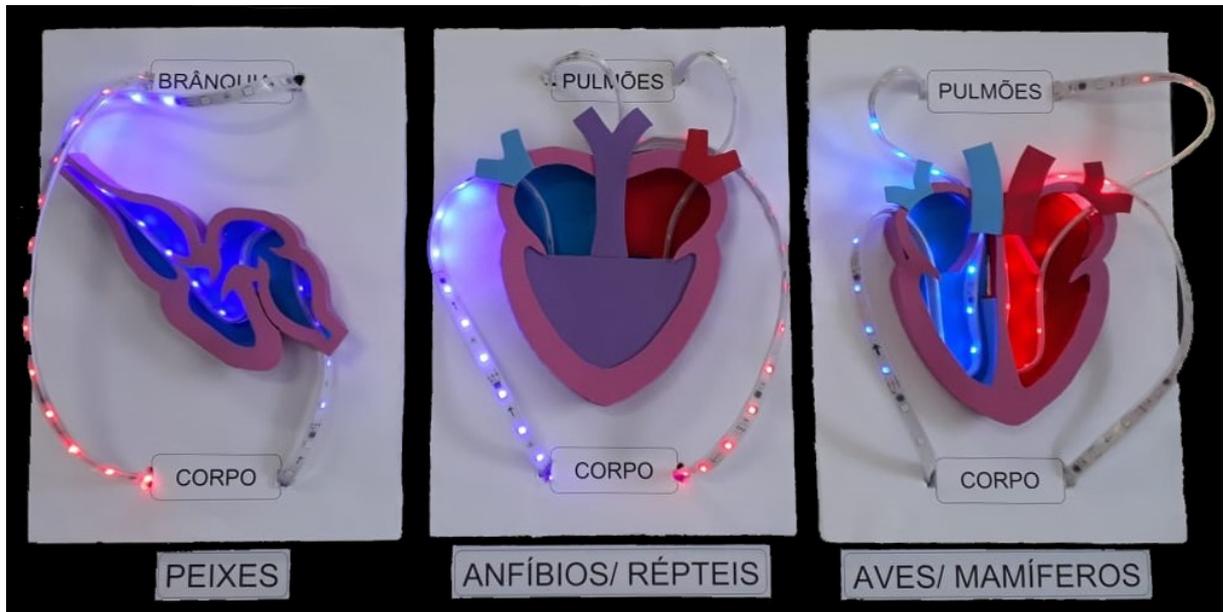
fixados no centro da placa, entre as palavras “brânquias” / “pulmões” e “corpo”. Após a realização de pequenas perfurações nas laterais dessas palavras, as fitas de LED foram posicionadas e fixadas no verso da placa de isopor.

Em todos os modelos, a fita de LED vermelho, representando o sangue arterial, sai do órgão respiratório (brânquias ou pulmões). Porém, nos peixes, de circulação simples, o sangue arterial vai direto oxigenar as células do corpo, enquanto nos demais grupos de vertebrados, que possuem circulação dupla, o sangue arterial é conduzido para o átrio esquerdo, passa para o ventrículo esquerdo, sai pela artéria aorta e chega até o corpo. Já a fita de LED azul, representando o sangue venoso, sai do corpo, independentemente do grupo de vertebrado. Nos peixes, esse sangue desoxigenado é conduzido diretamente para as brânquias, enquanto nos demais grupos, o sangue venoso é conduzido para o átrio direito, passa para o ventrículo direito, chegando aos pulmões pela artéria pulmonar. Deste modo, ao ligar as fitas de LED foi possível visualizar a circulação simples dos peixes e a circulação dupla (pequena e grande circulação) dos anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Para caracterizar a mistura de sangue que ocorre nos anfíbios e répteis, pequenos adesivos de coloração lilás foram colados sobre as fitas de LED (vermelha e azul) que saíam dos ventrículos.

Por fim, as três placas de isopor com os modelos prontos foram fixadas em uma placa de isopor (45 x 100 cm) forrada com cartolina preta. Para finalizar, os nomes dos grupos de vertebrados (Peixes, Anfíbios/ Répteis, Aves/ Mamíferos) foram impressos e cada um foi colado abaixo do seu respectivo modelo do sistema cardiovascular (Figuras 9 e 10).

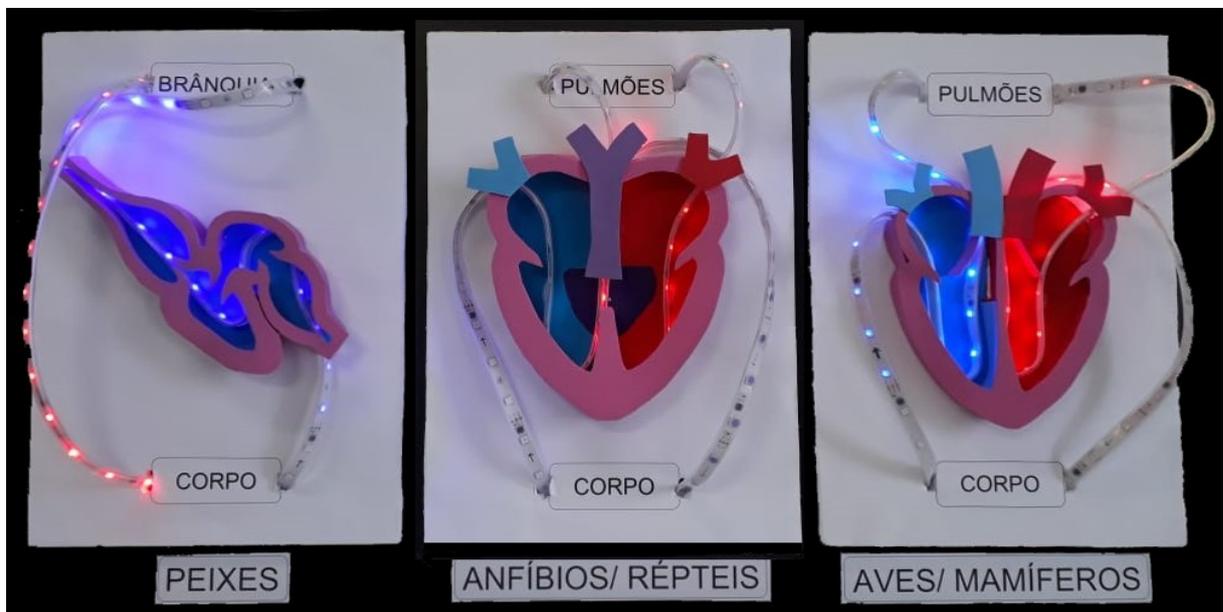
Modelos didáticos constituem representações bi ou tridimensionais de um objeto, fenômeno ou evento, que visam reduzir a abstração de conteúdos e complementar a escrita e as figuras planas presentes nos livros didáticos, atuando como facilitadores do aprendizado (ORLANDO et. al., 2009; DUSO et al., 2013; FERREIRA et. al., 2013; ROCHA et. al., 2015; MOUL e SILVA, 2017). Assim, dentre as diversas estratégias que podem ser empregadas no processo de ensino e aprendizagem, diversos autores apontam a utilização de modelos didáticos como ferramentas capazes de sensibilizar e aproximar os alunos do conteúdo estudado (OLMO et al., 2014; LIMA, 2017; QUEIROZ et al., 2018).

Figura 9 - Modelo completo do sistema cardiovascular dos vertebrados, onde a circulação incompleta está representada pelo coração dos anfíbios.



Fonte: O autor, 2019.

Figura 10 - Modelo completo do sistema cardiovascular dos vertebrados, onde a circulação incompleta está representada pelo coração dos répteis.



Fonte: O autor, 2019.

No presente estudo, modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados foram elaborados pelo professor-pesquisador, a fim de facilitar a compreensão sobre a complexidade cardíaca e a circulação sanguínea desses

animais. O material elaborado constitui um recurso inédito, uma vez que não foi encontrado na literatura nenhum registro sobre a produção de um modelo didático que abordasse a circulação comparada dos vertebrados, sendo reportado somente modelos envolvendo o sistema circulatório humano (CANEPPA et al., 2012; ALVES, 2014; TAMADA et al., 2014).

Segundo Matos (2009), os modelos didáticos caracterizam-se como representações da realidade, não sendo, portanto, idênticos ao objeto real. Neste sentido, o planejamento e a elaboração dos modelos não tiveram como intuito a reprodução fiel do coração dos vertebrados, mas sim, a produção de modelos capazes de contribuir para a compreensão do sistema cardiovascular dos vertebrados, uma vez que esses foram confeccionados com base em ilustrações didáticas.

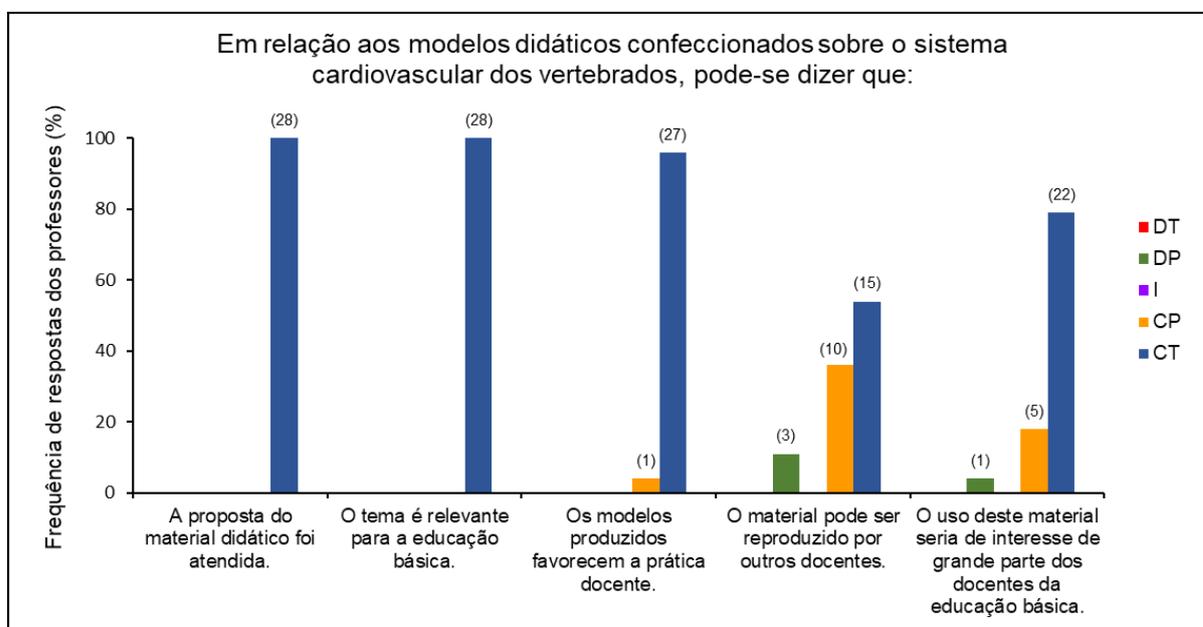
Deste modo, a criatividade aliada ao uso de materiais de baixo custo, fazem com que os modelos didáticos sejam uma alternativa pedagógica simples, capazes de fomentar o conhecimento científico de forma mais lúdica (SILVA e MORBECK, 2019).

4.2 Avaliação dos modelos didáticos pelos professores

Os modelos didáticos elaborados foram avaliados por 28 professores da rede pública do Estado do Rio de Janeiro, que atuam no Ensino Médio e participam do Mestrado Profissional de Ensino de Biologia (PROFBIO), a fim de analisar a qualidade deste recurso para a prática pedagógica. Neste caso, a opção em utilizar os professores participantes do PROFBIO nesta etapa da pesquisa se deu pela facilidade do contato com uma grande quantidade de professores de Biologia em um único encontro, o que favorece a amostragem e enriquece os resultados. Contudo, cabe salientar, que embora façam parte do mesmo programa de mestrado do professor-pesquisador desta dissertação, esses docentes são integrantes de outra turma, com a qual não houve contato anterior, pessoal ou afetivo, que pudesse interferir na avaliação dos modelos didáticos. Adicionalmente, podemos inferir que o fato de serem docentes da educação básica comprometidos em aprimorar sua prática pedagógica, pode ter fomentado uma análise mais crítica do material se comparada à de outros docentes que não buscam uma formação continuada ou complementar à graduação.

O primeiro grupo de cinco afirmativas versou sobre a importância do tema e dos modelos para as aulas de Biologia e a reprodutibilidade do material confeccionado. Assim, foi observado que 100% dos professores participantes da pesquisa concordaram totalmente que a proposta do modelo foi alcançada e que o tema é relevante para o ensino de Biologia. Quando perguntados se os modelos favorecem a prática docente, embora tenha sido observado 100% de concordância, um dos professores concordou parcialmente e os demais totalmente. O item seguinte questionava se o material pode vir a ser reproduzido por outros docentes, 15 professores (54%) concordaram totalmente e 10 (36%) parcialmente, totalizando 89%, porém, 3 docentes (11%) discordaram parcialmente dessa afirmação. Por último, buscou-se aferir se os docentes da educação básica teriam interesse no uso destes modelos, 96% concordaram com essa informação, sendo 78% de concordância total e 18% de concordância parcial, enquanto apenas um professor discordou de forma parcial, o que representou 4% do total. Para este grupo, não foi observado nenhuma resposta na opção indiferente ou discordo totalmente (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Avaliação dos professores sobre a importância do tema, dos modelos e da reprodutibilidade do material confeccionado.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de professores para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

Os resultados positivos observados neste primeiro bloco de afirmativas indicam a importância desta estratégia didática no ensino básico e que os modelos possuem potencial para contribuir positivamente, não só na abordagem acerca do conteúdo estudado, mas também como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem no ambiente escolar. Porém, foi possível observar algumas discordâncias, uma vez que três professores discordaram parcialmente quanto à reprodutibilidade do material (Gráfico 1).

Segundo Pough, Janis, Heiser (2008), o estudo da anatomofisiologia comparada possibilita a construção de uma visão evolutiva dos vertebrados, sendo por isso, fundamental para a compreensão das diferentes estratégias adaptativas observadas nesses animais. Contudo, apesar das antigas orientações curriculares (PCNEM) enfatizarem a importância dessa abordagem comparativa (BRASIL, 2000), a atual BNCC propõe um enfoque na fisiologia humana (BRASIL, 2018).

Ao estimularem nos alunos a construção de modelos conceituais, os modelos didáticos favorecem a compreensão de conceitos científicos, constituindo um importante recurso na prática docente (ALMEIDA, 2017; MOUL e SILVA, 2017; SILVA; SILVA; SILVA, 2018). Entretanto, alguns docentes discordaram parcialmente de o fato dos modelos poderem ser reproduzidos e despertarem interesse de outros docentes. Neste caso, é possível sugerir que, no momento da avaliação do material, o fato dos docentes não terem em mãos os moldes e a explicação para a produção dos modelos, pode ter influenciado a resposta da afirmativa. Além disso, em relação à discordância parcial de um docente sobre o interesse dos professores em utilizar os modelos, pode-se sugerir que este considere outras ferramentas didáticas mais interessantes, como recursos audiovisuais (THEODORO; COSTA; ALMEIDA, 2015).

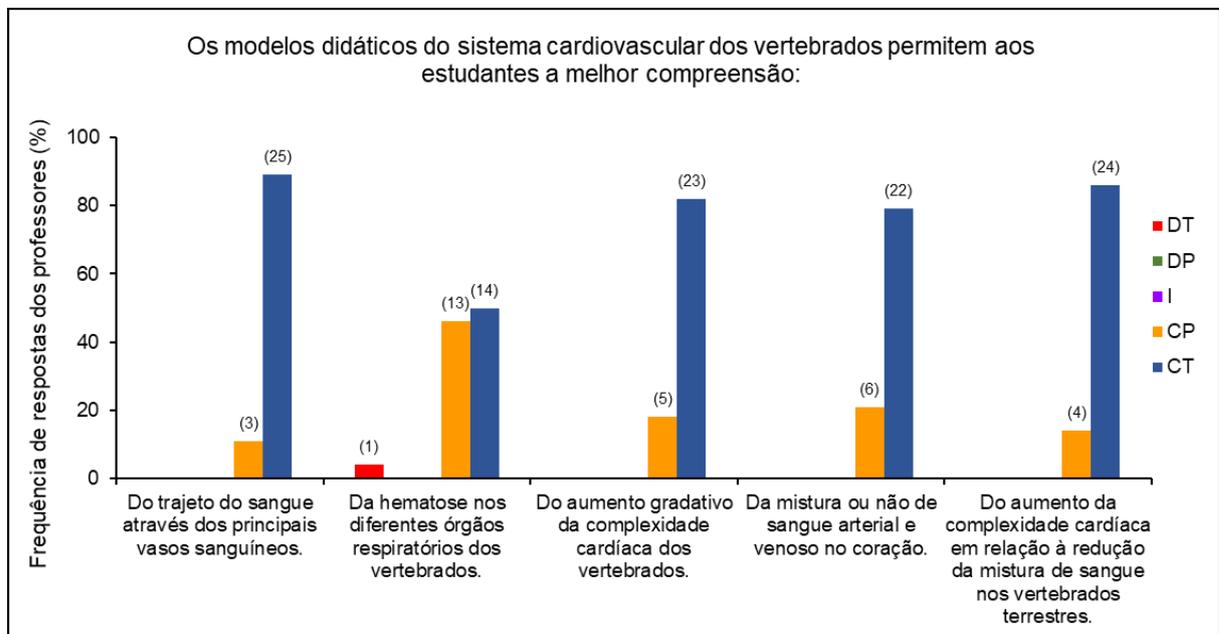
Neste contexto, Castoldi e Polinarski (2009, p. 685), afirmam que “[...] a maioria dos professores tem uma tendência em adotar métodos tradicionais de ensino, por medo de inovar ou mesmo pela inércia, a muito estabelecida, em nosso sistema educacional”. Contudo, o emprego de novas metodologias muitas vezes está relacionado a falta de tempo, o custo-benefício, além de ausência de habilidade com os novos recursos pedagógicos (SILVA e MORBECK, 2019).

Ao inserir metodologias diferenciadas no cotidiano escolar, o professor contribui para tornar as aulas mais dinâmicas, aproximar o estudante do conteúdo, além de estimular a troca de saberes entre professor-aluno e aluno-aluno (NICOLA e PANIZ, 2016). Assim, o docente deverá mediar o conhecimento, reestruturando e adaptando

recursos à sua prática pedagógica, atuando como um professor-pesquisador (SOUZA, 2014). Para tal, Mercado e Freitas (2013), ressaltam a importância da capacitação e do planejamento do professor nas suas ações, a fim de que tais recursos não sejam empregados aleatoriamente, reduzindo, assim, o seu potencial.

O segundo grupo de afirmativas buscava demonstrar o que os professores projetavam sobre os efeitos da utilização destes modelos na construção de conceitos específicos relacionados ao sistema cardiovascular dos vertebrados. Na primeira questão, a qual afirmava que o uso do modelo permitiria ao aluno uma melhor compreensão do trajeto do sangue pelos principais vasos sanguíneos, 100% dos docentes concordaram, sendo 89% totalmente e 11% parcialmente, representando 25 e 3 professores, respectivamente. Quando perguntados se a utilização do modelo favorecia a compreensão da hematose nos diferentes órgãos respiratórios, 50% concordaram totalmente (14 docentes), 46% parcialmente (13 docentes) e apenas um professor (4%) discordou completamente dessa afirmação (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Avaliação dos professores sobre os efeitos da utilização dos modelos na construção de conceitos específicos relacionados ao sistema cardiovascular dos vertebrados.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de professores para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

As últimas três afirmativas tiveram percentuais bem próximos de respostas, possuindo apenas concordâncias e nenhuma indiferença ou discordância. A primeira delas indicava que os modelos permitiam uma melhor compreensão do aumento gradativo da complexidade do coração dos vertebrados, onde 82% (23 docentes) concordaram totalmente e 18% (5 docentes) parcialmente. Na segunda, afirmou-se haver melhor compreensão de quando há ou não mistura de sangue arterial e venoso no coração, sendo obtidos uma concordância total de 79% e parcial de 21%, o que representa 22 e 6 docentes, respectivamente. Na última questão deste bloco, a afirmativa de que os modelos permitem correlacionar o aumento da complexidade cardíaca com a redução da mistura de sangue nos tetrápodes, foram observados 86% (24 professores) de concordância total e 14% (4 professores) de concordância parcial (Gráfico 2).

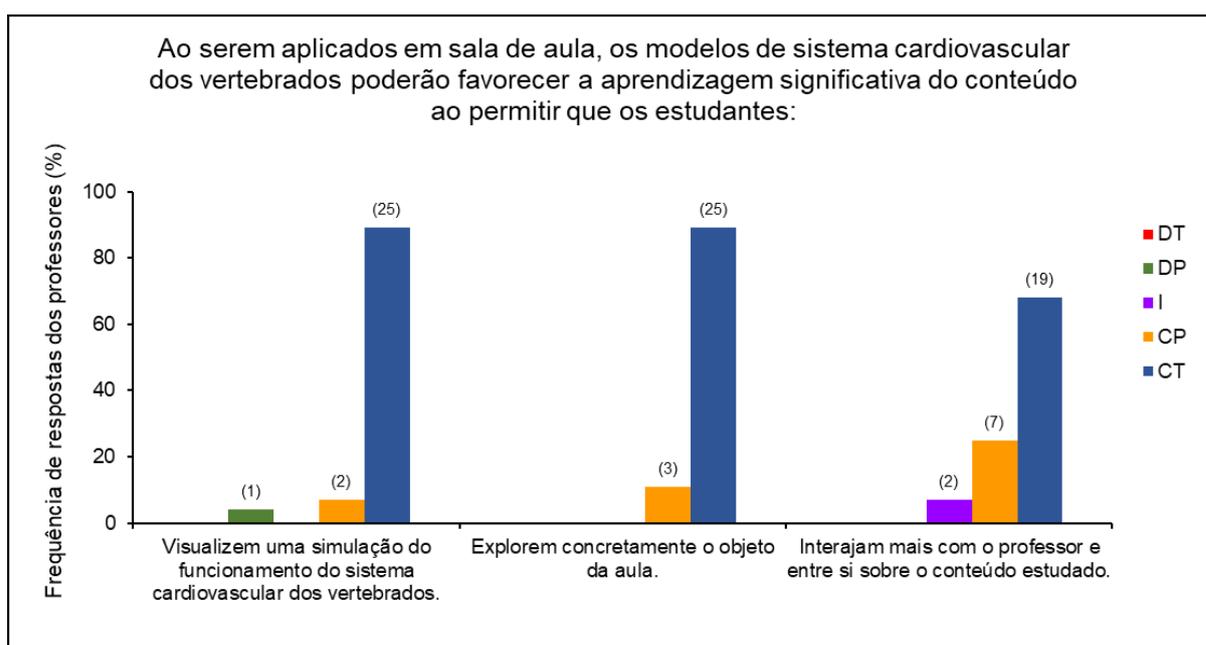
A observação dos resultados positivos deste segundo bloco de questões indica que os professores participantes acreditam no potencial da utilização destes modelos, uma vez que estes permitem correlacionar a evolução da complexidade cardíaca destes animais com uma melhor eficiência metabólica, ao evitarem a mistura de sangue arterial com venoso de forma cada vez mais eficaz, em resposta a demandas energéticas crescentes. Neste contexto, Romer e Parsons (1985) reportaram que a presença de estruturas mais simples nos peixes até aquelas mais complexas, como nas aves e mamíferos, demonstra a progressão da complexidade sistêmica na circulação dos vertebrados.

Contudo, além de ter havido menor concordância total na questão sobre o favorecimento da compreensão da hematose, este foi o único item deste bloco a apresentar uma discordância (Gráfico 2). Neste contexto, apesar da hematose ser um processo mais relacionado ao sistema respiratório, a abordagem desse assunto no questionário deve-se à mudança do teor de oxigênio e gás carbônico no sangue, após a passagem deste pelo órgão respiratório do animal. Assim, a hematose é observada em todos os modelos confeccionados, quando verifica-se a entrada da fita LED azul, representando o sangue venoso (desoxigenado) no órgão respiratório (brânquias /pulmões) e saída da fita LED de coloração vermelha, caracterizando o sangue arterial (oxigenado).

O terceiro e último grupo de afirmativas buscou entender se os professores concordavam que a utilização dos modelos poderia favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes sob determinados aspectos. Neste caso, na primeira

afirmação, a qual aponta que os modelos podem contribuir para a aprendizagem ao permitir que os alunos visualizem uma simulação do funcionamento do sistema cardiovascular dos vertebrados, 89% concordaram totalmente, 7% parcialmente e 4% afirmam discordar parcialmente, representando 25, 2 e 1 docentes, respectivamente. Em relação ao fato da exploração concreta do objeto da aula favorecer a aprendizagem, foram observadas apenas concordâncias, sendo 89% total (25 docentes) e 11% parcial (3 docentes). No último panorama, ao afirmar que os modelos possibilitam aos alunos interagirem mais entre si e com o professor sobre o conteúdo, 68% concordaram totalmente, 25% parcialmente, enquanto 7% responderam que era algo indiferente, o que representa 19, 7 e 2 professores, respectivamente (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Avaliação dos professores sobre os efeitos da utilização dos modelos didáticos na aprendizagem significativa dos estudantes.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de professores para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

A análise dos dados deste último grupo de afirmações nos permite inferir que os professores participantes acreditam na utilização do modelo como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa, ao permitir que os alunos explorem o objeto da aula, visualizem de forma interativa o funcionamento dos sistemas circulatórios dos

vertebrados, além de propiciar maior interação do professor com os aprendizes e destes entre si. No entanto, podemos destacar um ponto de discordância parcial na afirmação de que a visualização de uma simulação do funcionamento favorece a aprendizagem significativa, o que pode sugerir que este professor julgue ser mais importante outras ferramentas didáticas para atingir este objetivo que não a utilização de modelos, embora não indique que o uso de modelos seja ineficaz, visto que a discordância é parcial e não total. Segundo Silva e Schirlo (2014), os modelos didáticos contribuem para despertar a curiosidade dos alunos, um dos pré-requisitos para se alcançar a aprendizagem significativa, onde o estudante deve se interessar pelo conteúdo para que seja possível estruturar esse novo conhecimento.

Também foram observadas duas respostas onde os docentes julgaram indiferente que a interação do professor com os alunos e entre eles mesmos, favoreceriam uma aprendizagem mais significativa, fato este que pode indicar que, para este professor, a interação no ambiente formal de ensino talvez não seja um ponto crucial para atingir esse objetivo. De acordo com Setúval e Bejarano (2009), a interação é um fator relevante para a aprendizagem significativa, uma vez que o uso de modelos didáticos permite o diálogo entre teoria e prática, envolvendo os estudantes nas aulas e contribuindo para análises e reflexões nos processos que envolvem a construção de conhecimentos. Adicionalmente, Justina e Ferla (2006) argumentam que os modelos didáticos contribuem para uma melhor assimilação do conteúdo, uma vez que este é apresentado ao educando de forma concreta.

Ao final da avaliação, a última questão, de formato aberto, permitia ao professor avaliador expressar críticas, sugestões ou comentários para o aperfeiçoamento do material em análise. No total, apenas 10 dos 28 docentes participantes da pesquisa contribuíram respondendo a este campo. As respostas, categorizadas e analisadas de acordo com seu conteúdo, conforme a metodologia proposta por Bardin (2011), encontram-se no Quadro 1.

Ao analisar as diferentes opiniões sobre os modelos confeccionados, foi possível perceber que, de modo geral, esses foram muito bem recebidos pelos colegas professores, embora a maioria tenha optado em não tecer nenhum comentário aberto a respeito do material elaborado.

Dentre os elogios, destaca-se: *“Gostei muito dos modelos, futuramente gostaria de ter modelos assim para usar com as minhas turmas”*. Esta contribuição revela a importância da produção de novos recursos pedagógicos que possam auxiliar na

prática docente como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem. Desta forma, ao elaborar um modelo previamente ou em parceria com os estudantes, o professor pode explorar os pontos do conteúdo de maior dificuldade de compreensão e de inserir um pouco do lúdico na abordagem cotidiana, considerando sempre a realidade da comunidade escolar envolvida.

Quadro 1 - Elogios, críticas e sugestões dos professores acerca dos modelos confeccionados sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados.

Categorias	Contribuições abordadas	Discurso dos docentes
Elogios	Importante recurso para as aulas de Biologia	<i>“Gostei muito do material pela objetividade e facilidade de utilização.”</i> <i>“Excelente recurso para as aulas de fisiologia comparada.”</i> <i>“Gostei muito dos modelos, futuramente gostaria de ter modelos assim para usar com as minhas turmas.”</i>
Críticas	Dificuldade na compreensão da hematose	<i>“Difícil compreensão e visualização da hematose nos diferentes órgãos do sistema respiratório. Poderia ter uma legenda com imagem sobre essa questão.”</i> <i>“Deixar mais claro como este processo vai estar associado com a hematose.”</i> <i>“Não achei que houve associação com a hematose. Acho que deveria apresentar a proposta com imagens completas concomitantes.”</i>
Sugestões	Utilização de outros tipos de materiais	<i>“Parabéns pelo trabalho! Sugiro uso de material mais resistente para a estrutura (Eucatex etc.) e de sequenciadores mais simples para tornar mais resistente ao tempo e o custo um pouco mais baixo.”</i>

Fonte: O autor, 2019.

Segundo Borges (2000) produzir o próprio modelo tem uma série de vantagens em relação a adquirir um já pronto. Desta forma, o professor, consegue moldar o conteúdo a ser estudado procurando alternativas e soluções para se aproximar mais de uma aprendizagem edificante ao analisar os pontos de fragilidade e maior dificuldade no conteúdo e tentar contorna-los. Adicionalmente, a confecção de

modelos pelos próprios professores, ou comunidade escolar é uma ótima solução para o desafio em adquirir os modelos caros e sofisticados disponíveis para compra no mercado (CECCANTINI, 2006).

Dentre as críticas apontadas, todas elas versavam sobre a dificuldade de associação dos modelos com a hematose, como destacado em: “*Deixar mais claro como este processo vai estar associado com a hematose*”. Neste caso, conforme já comentado anteriormente, a visualização simplificada da hematose é verificada com a mudança de coloração das fitas LED ao passar pelo órgão respiratório do animal. Entretanto, apesar de a hematose não ser o foco principal desta pesquisa, as críticas observadas são compreensíveis, na medida que todo modelo didático apresenta limitações técnicas e operacionais, sendo apenas uma representação do objeto ou processo real (MATOS, 2009).

Na categoria Sugestões, chamou a atenção o seguinte comentário: “*Parabéns pelo trabalho! Sugiro uso de material mais resistente para a estrutura (Eucatex etc.) e de sequenciadores mais simples para tornar mais resistente ao tempo e o custo um pouco mais baixo*”. A sugestão para a utilização do Eucatex para a estrutura, é interessante, pois o modelo ganharia maior resistência, diminuindo a probabilidade de quebras ou danos. Porém, além de encarecer a produção, esta tornar-se-ia mais complexa, na medida em que seria necessário haver uma pessoa ou profissional para trabalhar com este tipo de material, o qual necessita de serra para ser recortado e cola específica. Em contrapartida, o isopor utilizado no modelo confeccionado, embora frágil, consiste em um material fácil de ser trabalhado, cortado, moldado e até mesmo substituído caso seja necessário.

Para a confecção destes modelos, optou-se pelo uso de fitas digitais de LED RGB para simular o fluxo circulatório, uma vez que a escola selecionada para a aplicação da pesquisa, consiste em uma escola técnica estadual, com cursos da área de eletrônica, telecomunicações, entre outros. No entanto, os mesmos modelos cardíacos podem ser confeccionados utilizando outro tipo de mecanismo para simular a circulação sanguínea, como por exemplo tubos de silicone contendo líquido corado em azul e vermelho acoplados a êmbolos de seringas ou até mesmo a bombas submersas de aquário, que são materiais baratos e de fácil comercialização, bem como a utilização de fitas coloridas para representar o tipo de sangue que circula nas câmaras cardíacas.

No estudo de Tamada e colaboradores (2014) sobre a produção de modelos do sistema cardiovascular humano, foram utilizados bulbos de motor de barco para bombear os líquidos, mangueiras de silicone para simular veias e artérias, caldo de repolho roxo para representar o sangue arterial e venoso com cores diferentes, além de bicarbonato de sódio e vinagre (caráter ácido-base) para mudar a cor do líquido e permitir a melhor representação do sangue. Deste modo, sugere-se nesta pesquisa que o modelo elaborado se adeque à realidade da escola, tanto na vivência dos aprendizes, quanto na parte financeira, não sendo, portanto, necessário utilizar a mesma estratégia para a simulação da dinâmica sanguínea (FARIAS et al., 2015; BERNARDO e TAVARES, 2017).

4.3 Aplicação dos modelos didáticos

Após a avaliação pelos docentes da rede pública de ensino, os modelos do sistema cardiovascular dos vertebrados foram aplicados para os estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana durante aulas regulares de Biologia. Esta aplicação ocorreu a partir de uma aula dialógica acerca da anatomofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados conduzida pelo professor regente (pesquisador), no laboratório de química da escola, utilizando como único recurso pedagógico os modelos didáticos previamente elaborados e avaliados. Vale ressaltar que no cotidiano escolar das turmas participantes, as aulas de Biologia têm como recursos didáticos apenas quadro branco, canetas e apagador, não havendo aparelho audiovisual ou modelos disponíveis.

Logo no início da atividade, foi possível verificar o entusiasmo e o olhar curioso dos estudantes ao observarem os modelos didáticos, especialmente quando as luzes de LED foram acesas e o circuito sanguíneo pode ser percebido com maior clareza. Neste sentido, tornar o ambiente escolar um local mais dinâmico, com atividades participativas e atrativas, é muito importante para a melhoria da aprendizagem. Segundo Tamada e colaboradores (2014), diferente do observado nas aulas tradicionais, a inserção de novas práticas pedagógicas, como a utilização de modelos, estimula a motivação e o interesse dos alunos no assunto abordado, permitindo o estabelecimento de conexões com os conteúdos teóricos, e assim, favorecendo a assimilação de conceitos. Desta forma, foram atendidos os pré-requisitos para que a

aprendizagem possa ser significativa, isto é, o material da aprendizagem tem que ter significado lógico e o aprendiz deve estar predisposto a aprender (MOREIRA, 2012).

Uma vez que os estudantes já tinham conhecimento sobre o sistema circulatório humano, o professor iniciou a aula instigando-os a recordarem pontos importantes deste conteúdo, como o número de câmaras cardíacas e a circulação dupla e completa. Neste momento, a partir do conhecimento prévio dos educandos e da interação destes com o conteúdo, o modelo de coração tetracavitário de aves/mamíferos foi utilizado para explicar a dinâmica circulatória humana, no qual a circulação sanguínea era simulada a partir do fluxo luminoso das fitas LED azul, do lado direito, representando o sangue venoso, com alta densidade de gás carbônico, e vermelho, do lado esquerdo, caracterizando o sangue arterial, rico em oxigênio. Nesta etapa, foi evidenciada a ausência de mistura entre os dois tipos de sangue, bem como a influência da propulsão de cada um dos ventrículos cardíacos na circulação pulmonar e sistêmica, de forma independente.

Após essa explanação, os alunos foram orientados e estimulados a observar os sistemas cardiovasculares das demais classes de vertebrados, começando pelo grupo dos peixes. Após alguns minutos, a primeira consideração feita pelos estudantes foi sobre o tipo único de sangue que percorre o coração destes vertebrados. Neste momento, o professor-pesquisador fez o seguinte questionamento: será que este fato está relacionado com a presença de uma menor quantidade de câmaras neste coração em comparação ao de mamíferos? Após uma breve discussão, seguiu-se uma explicação sobre a dinâmica circulatória simples observada no grupo dos peixes.

Na análise do coração de anfíbios, a anatomia diferenciada do coração contendo três cavidades logo chamou a atenção dos alunos, onde também era possível verificar os dois tipos de sangue passando pelo coração. Assim, após observarem toda a circulação dos anfíbios, os alunos foram questionados: de que forma o advento de um segundo circuito circulatório, com o bombeamento de sangue recolhido dos tecidos para os órgãos respiratórios, e o bombeamento de sangue vindo oxigenado destes órgãos para os demais tecidos do corpo favorece uma melhor eficiência metabólica destes animais quando comparados aos peixes? Além disso, foi dado destaque a mistura dos dois tipos de sangue no ventrículo único presente no coração desses animais e como esse fato influencia na vida desses animais. Neste

contexto, após um breve período de considerações, os alunos foram capazes de compreender a circulação sanguínea dupla e incompleta dos anfíbios.

Para a abordagem sobre o coração dos répteis, a tampa do coração dos anfíbios foi substituída pela tampa do coração dos répteis, utilizando a mesma base do modelo de coração. A primeira diferença observada pelos alunos foi em relação ao surgimento de um septo separando parcialmente o ventrículo em duas subcavidades e, neste momento, eles foram questionados sobre a importância desta diferença morfológica para a circulação dos répteis. Rapidamente os estudantes chegaram a conclusão de que a separação dos ventrículos reduziria a mistura de sangue arterial e venoso no coração e com isso, esses animais teriam vantagem metabólica em relação aos anfíbios. Contudo, a circulação dos répteis ainda é classificada como dupla e incompleta.

Após essa explicação, o professor-pesquisador explicou aos estudantes que esta morfologia cardíaca e este tipo de circulação estaria presente na maioria dos répteis, porém não em todos. Neste sentido, o docente fez uma breve explicação sobre o sistema cardiovascular dos répteis crocodilianos, que apresentam coração tetracavitário e presença do forame de Panizza, que garante ao grupo um controle sobre a mistura de sangue que será enviado ao corpo em condições de apneia. Esta explicação ocorreu totalmente a partir do diálogo do professor com os estudantes, uma vez que, no presente estudo, optou-se pela não elaboração do modelo do sistema cardiovascular dos répteis crocodilianos.

Dando continuidade à aula, retornou-se à circulação de aves e mamíferos, com o questionamento de como a separação completa do coração em quatro cavidades independentes foi importante para a manutenção da temperatura interna, destacando a importância dessa característica na distribuição geográfica destes dois grupos de vertebrados. Além disso, neste momento foi possível abordar a pequena diferença entre o sistema cardiovascular das aves e mamíferos, onde nas primeiras o arco aórtico ao sair do ventrículo esquerdo se curva para a direita, enquanto nos mamíferos essa curvatura ocorre para o lado esquerdo do coração.

A atividade de aplicação dos modelos foi muito positiva, os aprendizes comentaram bastante, ficaram muito motivados e houve maior interação entre estes e o professor quando comparado às aulas regulares. Outrossim, os efeitos benéficos desta atividade foram percebidos inclusive nas aulas posteriores, visto que alguns alunos antes desinteressados, modificaram, mesmo que um pouco, a postura em sala

de aula. Uma das turmas inclusive destacou, durante o conselho de classe, a prática com os modelos como o ponto positivo do trimestre, demonstrando que gostaram da atividade e que esta foi marcante para eles, visto que o ponto positivo poderia versar sobre qualquer aspecto no âmbito escolar.

Toda a atividade dialógica foi conduzida estimulando uma postura investigativa dos estudantes, onde o professor atuou orientando e conduzindo os estudantes a alcançarem suas próprias conclusões a partir da observação detalhada dos modelos didáticos. Neste contexto, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, considerar o conhecimento prévio do aluno é fundamental para que novas informações sejam assimiladas de forma mais duradoura (MOREIRA, 2016) e relaciona-se ao ensino por investigação (GUIMARÃES, 2009; ZOMPERO e LABURÚ, 2010). Assim, os novos conceitos ganham significado e as informações pré-existentes são transformadas em conceitos mais gerais (SANTOS e OLIVEIRA, 2016).

O método investigativo é uma estratégia de aprendizagem que permite aos estudantes direcionarem sua própria aprendizagem, sendo uma importante estratégia no ensino de Ciências (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2013). Assim, enquanto os aprendizes exploram a ciência envolvida em situações realisticamente complexas, eles são instigados a trabalhar de forma colaborativa para identificar problemas e formular perguntas baseados no que já sabem, para posteriormente, identificarem possíveis respostas às suas perguntas (WATERMAN, 1998).

Desta forma, o professor regente deve utilizar recursos didáticos que despertem a atenção e o interesse dos alunos, buscando aproximar o conteúdo didático com a sua realidade cotidiana (SANTOS e OLIVEIRA, 2016). O que se torna possível com o uso de modelos didáticos, onde os alunos possam investigar o material, formular suas próprias ideias, dirimir suas dúvidas ao interagir com seus pares ou com o professor, que assume um papel de investigador junto com o aprendiz, solidificando a aprendizagem destes (LARENTIS; MALACARNE; SEREIA, 2010).

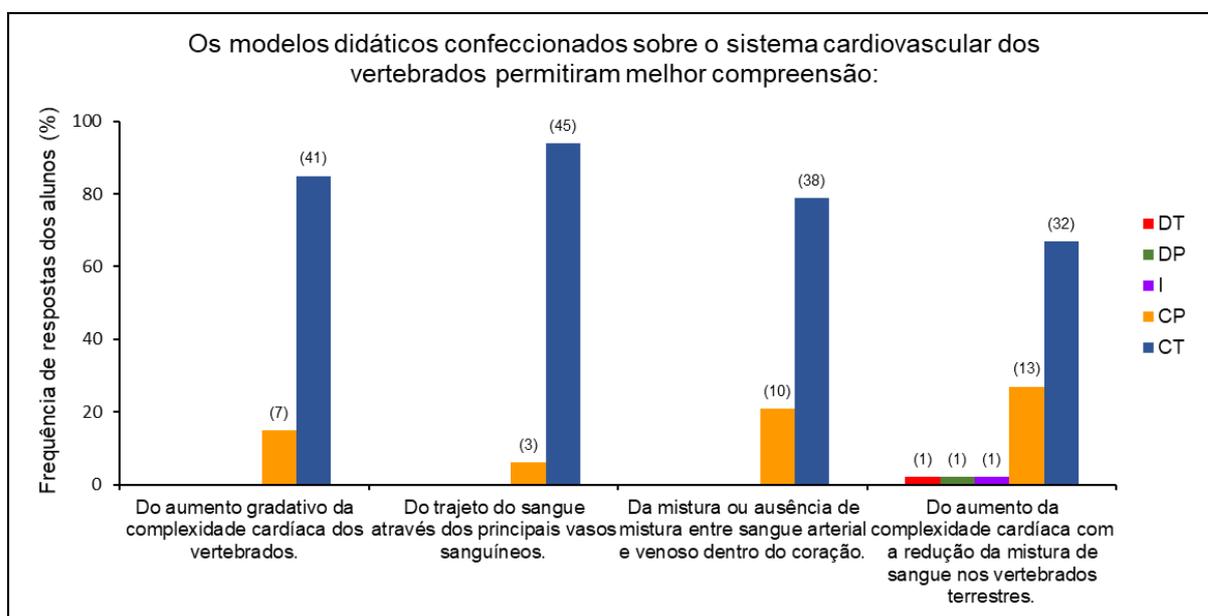
4.4 Avaliação dos modelos didáticos pelos alunos

Após a aplicação dos modelos, ainda durante o mesmo período de aula, os estudantes que trouxeram o TCLE do responsável e o TALE, preenchidos e assinados participaram da avaliação dos modelos didáticos.

No primeiro grupo de afirmativas os alunos foram questionados sobre quais perspectivas a utilização dos modelos contribuiu para a compreensão do assunto. Desta forma, 100% dos alunos concordaram que houve melhor compreensão do aumento gradativo da complexidade cardíaca dos vertebrados, tendo 85% de concordância total (41 alunos) e 15% parcial (7 alunos). Com relação à uma melhor compreensão do trajeto do sangue através dos principais vasos sanguíneos, 94% assinalaram que concordam totalmente e 6% parcialmente, representando 45 e 3 alunos, respectivamente. Quanto à uma melhor compreensão da presença ou ausência de mistura entre sangue arterial e venoso dentro do coração, 79% (38 estudantes) concordaram totalmente e 21% (10 estudantes) parcialmente. Sobre correlacionar o aumento da complexidade cardíaca com a redução da mistura de sangue nos vertebrados, verificou-se 94% de concordância, sendo 67% total e 27% parcial, correspondendo a 32 e 13 alunos, respectivamente. Contudo, nesta questão as opções: indiferente, discordo parcialmente e discordo totalmente foram, cada uma, marcadas por um estudante, contabilizando 2% cada (Gráfico 4).

Estes resultados sugerem que a utilização dos modelos como recurso didático para trabalhar o tema, favoreceu a compreensão dos principais pontos do conteúdo. No entanto, chama a atenção a existência, na última afirmativa, de uma marcação em cada uma das respostas discordantes, bem como na que julga ser indiferente que haja melhor compreensão do aumento da complexidade cardíaca com a redução da mistura de sangue. Neste caso, podemos sugerir que estes estudantes não tenham conseguido relacionar o aumento do número de câmaras cardíacas com a redução ou ausência da mistura de sangue arterial e venoso no coração, uma vez que nas afirmativas anteriores os mesmos alunos concordaram totalmente ou parcialmente com essas informações analisadas isoladamente.

Gráfico 4 - Avaliação dos estudantes sobre o uso dos modelos para melhor compreensão do conteúdo.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

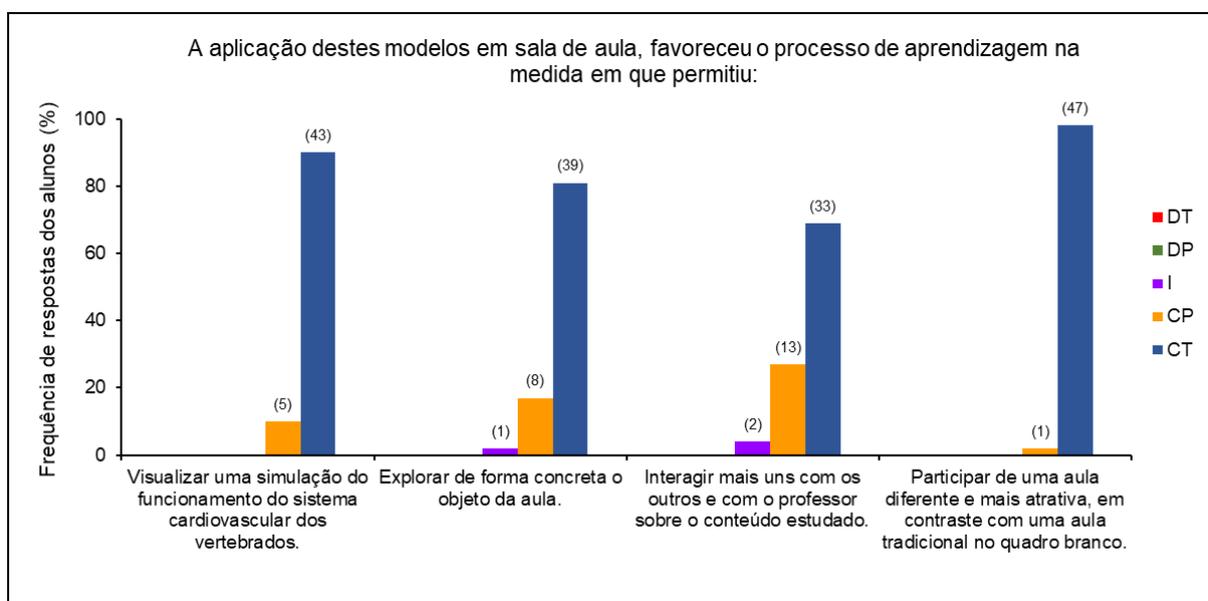
Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de alunos para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

Em outros estudos com modelos didáticos, os estudantes também confirmaram que a utilização deste tipo de material facilita a compreensão do conteúdo na sala de aula, não apenas na disciplina de Biologia como também em outras áreas do saber como geografia, química e física (RODRIGUES e BARNI, 2009; ORLANDO et al. 2009; SOUZA, 2011). Segundo Adami (2017), quando se utilizam estes materiais em sala, os aprendizes se encantam, querem tocar, se animam e, principalmente, perguntar sobre o tema.

O grupo de afirmativas seguinte questionou aos alunos de que forma a utilização dos modelos contribuiu no processo de aprendizagem. A primeira questão afirmava que o aprendizado foi favorecido na medida em que eles puderam visualizar uma simulação do funcionamento do sistema cardiovascular, onde 90% (43 alunos) concordaram totalmente com a afirmação e 10% (5 alunos) parcialmente. A segunda, afirmou que favoreceu a aprendizagem ao permitir aos alunos explorarem de forma concreta o objeto da aula, tendo sido obtido 81% de concordância total, 17% parcial e 2% indiferente, correspondendo a 39, 8 e 1 estudantes, respectivamente (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Avaliação dos estudantes sobre a contribuição dos modelos para a aprendizagem.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de alunos para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

Em seguida, afirmou-se que a aplicação dos modelos permitiu aos alunos interagirem mais uns com os outros e com o professor, onde foram observados 96% de concordância (69% CT e 27% CP) e 4% indiferentes, o que representa 33,13 e 2 alunos, respectivamente. Por último, afirmou-se que participar de uma aula diferente e mais atrativa utilizando modelos didáticos, em contraste com uma aula tradicional no quadro branco favoreceria a aprendizagem. Neste caso, 98% (47 alunos) concordaram totalmente com essa afirmação e apenas 1 aluno (2%) concordou parcialmente (Gráfico 5).

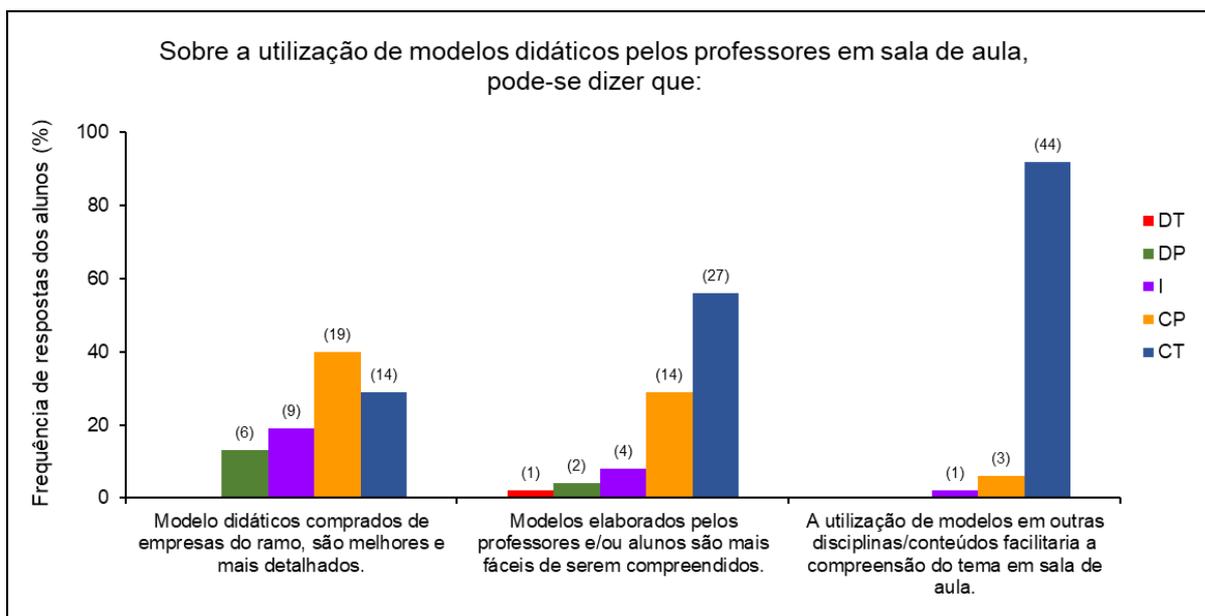
Esses resultados indicam que um dos objetivos dos modelos foi alcançado, na medida em que sua utilização favoreceu a aprendizagem dos alunos de uma forma mais significativa, pois além de melhorar a compreensão sobre o conteúdo, estimulou a interação dos alunos, permitiu a manipulação do objeto estudado, além de contribuir para a motivação dos estudantes, propiciando aos estudantes a participação em uma aula mais atrativa (SILVA; SILVA-FILHA; FREITAS., 2016; SILVA e MORBECK, 2019). De forma similar, nos estudos de Larentis; Malacarne e Sereia (2010), a aplicação do modelo didático promoveu total atenção dos alunos, que ficaram atentos

à explicação, comentaram entre si sobre o modelo, compartilhando dúvidas e curiosidades durante a atividade, contribuindo para a assimilação de novos conceitos.

No entanto, um aluno considerou indiferente a utilização do modelo como forma de explorar concretamente o objeto da aula. Deste modo, é possível sugerir que a visualização das cavidades internas dos diferentes tipos de coração e da dinâmica do fluxo sanguíneo do sistema cardiovascular dos vertebrados, didaticamente representadas, não foi suficiente para que este aluno pudesse analisar efetivamente o assunto abordado. Ainda neste bloco de afirmativas, verificou-se que dois estudantes consideraram que a aplicação do modelo não favoreceu nem prejudicou a interação aluno-aluno ou aluno-professor sobre o conteúdo. Neste caso, este resultado pode ser considerado dentro do esperado, pois além do fato de que nenhuma atividade consegue motivar e alcançar de forma unânime toda a turma, não se pode descartar a existência de fatores externos na realidade destes alunos que interferiram em seus relacionamentos interpessoais.

O último grupo de questões apresentou afirmativas quanto ao uso de modelos didáticos no cotidiano escolar. Na primeira afirmação, a qual apontava que modelos didáticos comprados de empresas são melhores e mais detalhados, apenas 29% concordam totalmente, 40% concordaram parcialmente, 19% foram indiferentes e 13% discordam parcialmente, representando 14, 19, 9 e 6 alunos, respectivamente. A segunda, afirmou que os modelos elaborados por professores e/ou alunos são mais fáceis de serem compreendidos, tendo sido obtidos 56% (27 alunos) de concordância total, 29% (14 alunos) de concordância parcial, 8% (4 alunos) de indiferença, 4% (2 alunos) de discordância parcial e 2% (1 aluno) de discordância total. A última questão afirmava que a utilização de mais modelos em outras disciplinas/conteúdos facilitaria a compreensão dos temas em sala de aula, onde 92% (44 estudantes) concordaram totalmente, 6% (3 estudantes) concordaram parcialmente e 2% (1 estudante) apontou ser indiferente (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Avaliação dos estudantes sobre o uso dos modelos no cotidiano escolar.



Legenda: DT= discordo totalmente; DP= discordo parcialmente; I= indiferente; CP= concordo parcialmente; CT= concordo totalmente.

Nota: Os números acima das colunas representam o número bruto de alunos para cada opção de resposta.

Fonte: O autor, 2019.

Os dados obtidos a partir deste último grupo de afirmativas demonstram um aspecto positivo na utilização de modelos confeccionados pelo próprio professor, podendo, inclusive, ser feito em conjunto com os alunos, não sendo necessário, portanto, que os modelos sejam industrializados ou sofisticados para que estes favoreçam a aprendizagem dos estudantes. Inclusive, a quase totalidade dos alunos acredita que uma utilização mais expressiva de modelos em sala de aula contribuiria positivamente para uma aprendizagem mais edificante. Neste sentido, Canepa e colaboradores (2012), apontam que a confecção de modelos didáticos pelo próprio professor, ou deste com o auxílio dos aprendizes, contribui para romper com a metodologia tradicional enraizada no cotidiano escolar, permitindo ao aluno ser um participante ativo na construção de novos conhecimentos e conceitos.

A análise mais detalhada das duas primeiras afirmativas demonstra que embora possam parecer, estas não são antagônicas, uma vez que a primeira afirma que o modelo comercial é mais detalhado e a segunda que o produzido no ambiente formal de ensino é mais fácil de ser compreendido. Neste estudo, a maior taxa de respostas negativas (DT e DP) e neutras na primeira afirmativa corrobora com a convicção de que não é necessário ser um produto manufaturado, com o uso de materiais

sofisticados para que o modelo cumpra o seu papel de ilustrar estruturas e mecanismos de forma eficiente.

Por outro lado, a taxa, embora pequena, de respostas neutras e negativas no item seguinte demonstra que embora a maioria concorde que os modelos produzidos na escola sejam mais fáceis de serem entendidos, essa afirmação não é consenso, pois, aparentemente, alguns consideram que um modelo industrializado ilustre de forma mais compreensiva um determinado objeto de estudo. Com efeito, para Zompero e Laburú (2010), o uso de materiais de baixo custo é essencial para a confecção de recursos didáticos que buscam auxiliar na prática docente e contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos educandos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordar o conteúdo de anatomofisiologia comparada dos animais vertebrados, sobretudo dando ênfase aos aspectos evolutivos que propiciaram o aumento da complexidade circulatória observada neste grupo, não é tarefa fácil no contexto do ensino básico em rede pública estadual no Rio de Janeiro. Vários são os desafios para alcançar esse objetivo, que vão desde a falta de tempo em sala e o excesso de conteúdo, até as problemáticas da realidade do processo de ensino e aprendizagem, onde o ensino predominantemente tradicional choca-se com alunos inseridos no imediatismo da era digital e mídias sociais, dificultando a tarefa de capturar o interesse destes estudantes para permitir que a aprendizagem ocorra de forma satisfatória.

Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de modelos didáticos como uma metodologia alternativa que tornasse possível abordar o conteúdo desejado, aliado à um maior interesse e participação ativa dos aprendizes, buscando aproximar o conteúdo didático com a realidade cotidiana vivenciada na escola técnica.

Desta forma, foram elaborados modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados utilizando materiais simples para a sua construção, que pudessem demonstrar a complexidade cardíaca e simular a dinâmica circulatória nestes animais, buscando com isso, promover uma aprendizagem significativa. A proposta era conseguir, através da utilização dos modelos, mostrar a Biologia de uma forma mais atraente, despertando o interesse do aluno e o motivando para as aulas, permitindo maior interação entre os atores do processo de ensino e aprendizagem, tornando-os indivíduos críticos e capazes de construir o seu próprio conhecimento.

A avaliação dos modelos confeccionados com os professores de Biologia da educação básica nos deu convicção de que os modelos podem ser utilizados como um recurso pedagógico em aulas de anatomofisiologia comparada, contribuindo de forma substancial para uma melhor aprendizagem dos tópicos abordados no ambiente formal de ensino.

Este fato foi confirmado durante a aplicação do material com os alunos, numa aula onde as características dos sistemas cardiovasculares de cada grupo de vertebrados foram relacionadas ao aumento gradativo da complexidade em resposta à uma demanda crescente de energia e eficiência metabólica condizente com a vida terrestre e com a endotermia. Desta forma, durante a aplicação dos modelos, ficou

claro que a maioria dos aprendizes manifestou grande interesse na aula, participando de forma ativa e interagindo mais com os demais estudantes e com o professor pesquisador, interpelando questionamentos e buscando compreender a estrutura e o funcionamento do que estava sendo representado pelos modelos.

A avaliação do material pelos estudantes mostrou que a aprendizagem do conteúdo foi facilitada pela utilização dos modelos, na medida em que puderam explorar de forma concreta e lúdica o objeto de estudo, tornando-se protagonistas no processo de aquisição de novos conhecimentos.

Neste contexto, os modelos desenvolvidos neste trabalho se mostraram uma ferramenta extremamente eficaz e positiva para o ensino da anatomofisiologia comparada do sistema cardiovascular dos vertebrados, na medida em que permitiu aliar conteúdo e prática, despertando o interesse dos alunos, que, desta forma, se mostraram mais participativos e curiosos. Considerando que os modelos foram aplicados em uma escola técnica, onde a maioria dos cursos possui um enfoque eletrônico/tecnológico, foi possível observar a identificação dos estudantes com o material, uma vez que este possui elementos visuais eletrônicos que simulam, de forma dinâmica, o fluxo de sangue que circula no coração e nos grandes vasos através de um fluxo luminoso colorido.

Por fim, foi possível verificar que quando o educador alia à sua prática pedagógica a utilização de uma metodologia alternativa deste tipo, ele rompe com a aprendizagem mecânica da simples memorização de conteúdo e contribui para a construção de conhecimentos de forma significativa, propiciando a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ADAMI, M. J. Elaboração de um modelo do sistema circulatório humano como recurso didático: modismo ou eficácia no processo ensino aprendizagem? **Latin American Journal of Science Education**, v. 4, n. 2, artigo 22076, 2017.

ALMEIDA, C. M. M.; LOPES, L. A.; LOPES, P. T. C. Sequências didáticas eletrônicas no ensino do corpo humano: comparando o rendimento do ensino tradicional com o ensino utilizando ferramentas tecnológicas. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, p. 466-482, 2015.

ALMEIDA, I. G. F. **Utilização de modelo didático no processo de ensino-aprendizagem de divisão celular em uma escola pública de Campina Grande-PB**. 2017. 38 f. Monografia – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

ALVES, E. M.; MESSEDER, J. C. Elaboração de um vídeo com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) como instrumento facilitador do ensino experimental de ciências. In: **Atas VII Encontro nacional de Pesquisa de Educação em Ciências**, Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienp ec/pdfs/185.pdf>> Acesso em: 09 out. 2017.

ALVES, F. M. Enriquecendo o ensino de ciências através do uso de modelos didáticos: uma abordagem com o sistema circulatório humano. In: **II Encontro de Pesquisa em Ensino das Ciências e Matemática: questões atuais**, v. 1, n.1, 2014. p. 32-34

ALVES, N.; MENEZES, J.; BARROS, W.; BORGES, S.; MELLO-CARPES, P. B. Práticas inovadoras no processo ensino-aprendizagem de fisiologia humana. **Revista Contexto e Saúde**, v. 10, n. 20, p. 1227-1232, 2011.

ALVES, T. de A.; FALCÃO, L. de S.; SOUZA, A. T.; AMARAL, T. S. do; LIMA, S. P. de; CARVALHO, T. B. Físio Card Game: um jogo didático para o ensino da fisiologia na educação básica. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 14, n. 1, p. 99-120, 2016.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **A Diversidade dos Seres Vivos**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2013. (Biologia em Contexto, v. 3).

AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. **Metodologias de Investigação em Educação: A arte de fazer questionários**. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2005. 10 p. Relatório. Disponível em <<http://www.jcpaiva.net/getfile.php?cwd=ensino/cadeiras/metodol/20042005/894dc/f94c1&f=a930>>. Acesso em 10 fev. 2019.

ANDRADE, M. L.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

ARRUDA, S. M. **Entre a inércia e a busca**: Reflexões sobre a formação em serviço de professores de Física do Ensino Médio. 2001. 230 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: A. M. Pessoa de Carvalho. (Org.), **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática (pp.19-33). São Paulo: Cengage Learning, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARGANHA, D. E.; GARCIA, N. M. D. Estudos sobre o uso e o papel do Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental. In: **Anais VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/1608.pdf>>. Acesso em: 25 Abr. 2019.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BERNARDO, J. M. P.; TAVARES, R. O. Desenvolvimento de modelos didáticos auxiliares no processo de ensino-aprendizagem em embriologia humana. **Educação em Debate**, ano 39, n. 74, p. 87-105, 2017.

BORGES, G. L. A. **Formação de professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar**. 2000. 436 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**: Ciências da natureza e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BUENO, A. de P. La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. In: ALEIXANDRE, M. P. J. (Coord.) **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editorial GRAÓ, p. 33-54, 2003.

CANEPPA, A. R. G.; SALZBRON, C. A.; MORAES, D. B.; DELMONÍCO, K. R.; CRUZ, M. A. T.; LIMA, M. Q.; LOPES, N. P.; MESQUITA, R. O. C.; ROCHA, R. S.; RIBEIRO, S. J. P.; BORGES, B. E.; HEIMBECHER, C. Utilização de modelos didáticos no aprendizado de anatomia e fisiologia cardiovascular. **Revista do Curso de Enfermagem**, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/23086818-Utilizacao-de-modelos-didaticos-no-aprendizado-de-anatomia-e-fisiologia-cardiovascular.html>> Acesso em: 10 Maio 2019

CAON, C. M. **Concepções de professores sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências e de Biologia**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: A. M. Pessoa de Carvalho (Org.), **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: **Anais I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

CAVALCANTE, D. D.; SILVA, A. de F. A. de. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>> Acesso em: 09 out. 2018

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.

DONOGHUE, P. C. J.; FOREY, P. L.; ALDRIDGE, R. J. Conodont affinity and chordate phylogeny. **Biological Reviews**, v. 75, n. 2, p. 191-251, 2000.

DUSO, L.; CLEMENT, L.; PEREIRA, P. B; ALVES FILHO, J. P. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 29-44, 2013.

FARIAS, E. M.; SILVA, A. X.; AGUIAR, G. M.; CAVALCANTI, D. R. Elaboração e construção de modelo didático para elucidar o sistema ABO no ensino de Biologia. In: **Anais XIII Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, Recife: Senac, 2015. p. 1-13.

FARIAS, P. A. M.; MARTIN, A. L. A. R.; CRISTO, C. S. Aprendizagem ativa na educação em saúde: percurso histórico e aplicações. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 39, n. 1, p. 143-158, 2015.

FERREIRA, P. M. P.; MOURA, M. R.; COSTA, N. D. J.; SILVA, J. N.; PERON, A. P.; ABREU, M. C.; PACHECO, A. C. L. Avaliação da importância de modelos no ensino de Biologia através da aplicação de um modelo demonstrativo da junção intercelular desmossomo. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 4, p. 388-394, 2013.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/equip_mat_dit.pdf>. Acesso em: 09 out. 2017.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1999.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Mudi**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KRASILCHIK, M. Reforma e Realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

LARENTIS, C.; MALACARNE, T. J.; SEREIA, D. A. A importância dos modelos didáticos no ensino de ciências nas séries do Ensino Fundamental. In: **Atas II Os Estágios Supervisionados de Ciências e Biologia em Debate**, Cascavel: PR, 2010.

LEMOS, E. S. (Re)Situando a teoria da aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 38-51, 2005.

LÉON, H. R. E.; GÓMES, A. B. S. El origen de la endotermia. **Ciências**, v. 102, p. 28-36, 2011.

LEPIENSKI, L. M.; PINHO, K. E. P. **Recursos Didáticos no Ensino de Biologia e Ciências**, 2009. Disponível em: <<http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/400-2.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, n. 140, p. 1-55, 1932.

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

LIMA, J. M. M.; AYUB, C. L. S. C.; MORALES, A. G.; JÚNIOR, A. L. Aproximação entre a teoria histórico-crítica e a Aprendizagem Significativa: uma prática pedagógica para o Ensino de Biologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 2, n. 2, p. 54-64, 2012.

LIMA, R. M. **Utilização de modelos didáticos de artrópodes como ferramenta de aprendizagem no ensino de ciências e Biologia**. 2017. 51 f. TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, 2017.

MATHIAS, G. N.; AMARAL, C. L. C. Utilização de um jogo pedagógico para discussão das relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 107-120, 2010.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M. P. F.; FERRAZ, C. S. Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MERCADO, L. P. L.; FREITAS, M. A. S. Avaliação de materiais didáticos para educação online dos cursos da UAB: perspectiva analítica e reconstrutiva. **Revista e-Curriculum**, v. 2, n.11, p. 537-553, 2013.

MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

_____. **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. 80p.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

_____. **Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo: Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. 2. ed. rev. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2016.

_____. **O que é afinal aprendizagem significativa?** [S.l., s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

_____; ROSA, P. R. S. **Uma Introdução à Pesquisa Quantitativa em Ensino**, 2007. Disponível em: <http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/52798222/pesquisa_quantitativa_em_ensino.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e Biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

NASCIMENTO, J. V. do; MANSO, M. H. S. A aprendizagem significativa em artigos sobre ensino de Biologia: Uma revisão bibliográfica. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 4, n. 3, p. 53-60, 2014.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Biologia: A InFor, Inovação e Formação. **Revista do núcleo de educação a distância da Unesp**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016

OLIVEIRA, E. B. P. M. de; NORONHA, D. P. A comunicação científica e o meio digital. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 15, n. 1, p. 5-92, 2005.

OLMO, F. J. V.; MARINATO, C. S.; GADIOLI, A. O.; SILVA, R. V. Construção de modelo didático para o ensino de Biologia: meiose e variabilidade genética. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 35-69, 2014.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M. da; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A. de; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TRÉZ, T. de A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M. de L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PIMENTEL, P. M. S.; OLIVEIRA, M. V. P.; MACIEL, E. M. Teoria e prática no âmbito do Ensino Médio: análise de casos no Piauí e Ceará para o ensino de Biologia. **REnCiMa**, v. 8, n. 3, p.158-173, 2017.

POGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu. 2008. 684p.

QUEIROZ, J. G.; SOUZA, T. T.; SILVA, L. A. S.; MALAFAIA, G. Utilização de modelo didático como ferramenta facilitadora na disciplina de Biologia para alunos de Ensino Médio em uma escola pública de Pires do Rio/GO. **Multi-science Journal**, v. 1, n. 11, 2018. Disponível em: <<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/551/415>>. Acesso em: 14 Jun. 2018.

ROCHA, L. R. M., MORETTI, A. R., COSTA, P. C. F.; COSTA, F. G. Educação de surdos: relato de uma experiência inclusiva para o ensino de Ciências e Biologia. **Revista Educação Especial**, v. 28 n. 52, p. 377-392, 2015.

RODRIGUES, K. G.; BARNI, E. M. Mapas conceituais: potencializador da aprendizagem na modalidade de ensino a distância do curso superior de pedagogia de uma instituição de Curitiba. In: **Anais IX Congresso Nacional de Educação**, Curitiba: PR, 2009. p. 722-732.

RODRIGUES, P. G. **Endotermia em cinodontes não-mamalianos**: a busca por evidências osteológicas. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1985.

ROTBAIN, Y.; MARBACH-AD, G.; STAVY, R. Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 5, p. 500-529, 2006.

SÁ, R. G. B., JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; LOPES, F. M. B.: Conceitos abstratos: um estudo no ensino da Biologia. **Revista da SBEnBio**, n. 3, 2010.

SANTOS, J. C. F. O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa, [S.l., s.n.], 2006. Disponível em: <<http://juliofurtado.com.br/papeldoprof.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SANTOS, M. A. P.; OLIVEIRA, M. F. A. Uma metodologia investigativa para o ensino do distúrbio alimentar anorexia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 215-239, 2016.

SANTOS, S. S.; NERI, H. C.; SILVA, J. F.; SILVA, A. B.; TEIXEIRA, L. M.; SANTOS, C. A.; LOPES, F. P.; TRINDADE, R. Confecção e utilização de modelos didáticos, a partir de massa de modelar, no ensino de células-tronco. In: **Atas X Jornada De Ensino, Pesquisa e Extensão**, Recife: UFRPE, 2010.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. In: **Atas VII Enpec**, Florianópolis: SC, 2009.

SILVA, A. A.; SILVA-FILHA, R. T.; FREITAS, S. R. S. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016.

SILVA, F. S. S. da; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos Professores de Biologia em Ministrarem Aulas Práticas em Escolas Públicas e Privadas do Município de Imperatriz (MA). **Revista UNI**, v. 1, n. 1, p. 135-149, 2011.

SILVA, M. Educar na cibercultura: desafios à formação de professores para docência em cursos online. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 3, p. 36-51, 2010.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. [S.l., s.n.], 2014. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/viewFile/22694/PDF>>. Acesso em: 26 out. 2017.

SILVA, T. G.; MORBECK, L. L. B. Utilização de Modelos Didáticos como Instrumento Pedagógico de Aprendizagem em Citologia. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45. p. 594-608, 2019.

SILVA, T. R.; SILVA, B. R.; SILVA, B. M. P. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema**, v. 15, n. 4, p. 1376-1386, 2018.

SILVA-FILHA, R. T.; SILVA, A. A.; FREITAS, S. R. S. Uma alternativa didática às aulas tradicionais de ciências: aprendizagem colaborativa e modelização aplicadas ao ensino do sistema urinário. **Cadernos de Educação**, v. 15, n. 31, p. 87-105, 2016.

SOUZA, P. F. de; FARIA, J. C. N. de M. A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de Ciências Morfológicas - uma proposta inclusiva e interativa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1550-1561, 2011.

SOUZA, R. A. **Teoria de Aprendizagem Significativa e Experimentação em sala de aula**: Integração teoria e prática. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA/UEFS, Salvador, 2011.

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

TAMADA, M. H.; MEIRA, O. M.; SCHADECK. R. J. G.; MENDONÇA, M. H. A utilização de modelos didáticos em aulas práticas sobre o sistema cardiovascular no ensino fundamental. In: **Anais II Seminário Estadual do PIBID/PR**, Paraná: Unioeste, 2014.

TAVANO, P. T. Anatomia comparada do coração dos vertebrados: aspectos filogenéticos dos vertebrados e ontogenéticos da espécie humana. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v. 1, n. 1, p. 54-61, 2007

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, p. 55-60, jul. 2003/ jun. 2004.

TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de genética**: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011. 85f.

THEODORO, F. C. M.; COSTA, J. B. S. ALMEIDA, L. M. Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 5, n. 1, p. 127-139, 2015.

TURA, M. L. R.; MARCONDES, M. I. O mito do fracasso escolar e o fracasso da aprovação automática. **Cadernos de Educação**, v. 38, p. 95-118, 2011.

VIEIRA, K. M.; DALMORO, M. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? **Revista Gestão organizacional**, v. 6, n. 3, p. 161-174, 2013.

WATERMAN, M. A. Caso investigativo como estratégia de estudo para aprendizagem de Biologia. **Bioscene - the Journal of College Biology Teaching**, v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.

ZOMPERO, A. D. F.; LABURÚ, C. E. Las actividades de investigación en la enseñanza de ciencias en la perspectiva de la teoría del Aprendizaje Significativo. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

APÊNDICE A - Solicitação de autorização para pesquisa na Unidade escolar.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Rio de Janeiro, 09 de outubro de 2017.

À Direção da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana

Prezada Diretora,

Venho por meio desta, solicitar autorização para realização da pesquisa “Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados”, na Unidade Escolar sob sua direção. A pesquisa está sendo desenvolvida por Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Débora de Aguiar Lage, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é produzir modelos didáticos capazes de auxiliar os estudantes do Ensino Médio na compreensão sobre a anatofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados, uma vez que este conteúdo é muitas vezes negligenciado na educação básica, porém sendo de fundamental importância para a compreensão da distribuição dos vertebrados nos diferentes ambientes.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos metodológicos: produção dos diferentes modelos didáticos; avaliação dos modelos didáticos por professores da educação básica; aplicação dos modelos didáticos aos estudantes do Ensino Médio, e avaliação da utilização dos modelos em sala de aula pelos estudantes. Declaramos que a participação na pesquisa é voluntária e anônima, e todos os participantes serão devidamente informados sobre a natureza do trabalho através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No caso da participação dos alunos, menores de idade, os responsáveis que concordarem com a participação do menor, sob sua responsabilidade, assinarão um TCLE, enquanto os

alunos autorizados pelos seus responsáveis, assinarão um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, à Direção desta Unidade escolar poderá solicitar do pesquisador informações sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação aqui explicitados. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, à Direção poderá entrar em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

Em anexo, segue a proposta da pesquisa e os referidos documentos.

Atenciosamente,

Mestrando Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes

Orientadora Dra. Débora de Aguiar Lage

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados”, desenvolvida por Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Débora de Aguiar Lage, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é produzir modelos didáticos capazes de auxiliar os estudantes do Ensino Médio na compreensão sobre a anatomofisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados, uma vez que este conteúdo é muitas vezes negligenciado na educação básica, porém sendo de fundamental importância para a compreensão da distribuição dos vertebrados nos diferentes ambientes.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos metodológicos: produção dos diferentes modelos didáticos; avaliação dos modelos didáticos por professores da educação básica; aplicação dos modelos didáticos aos estudantes do Ensino Médio, e avaliação da utilização dos modelos em sala de aula pelos estudantes. Sua participação é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a relevância do material confeccionado para o processo de ensino e aprendizagem. Como risco inerente a questionários, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e sua orientadora.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. Você não será penalizado de nenhuma maneira, caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Sua participação não acarretará em qualquer incentivo financeiro ou qualquer ônus, tendo a finalidade exclusiva de colaborar com a pesquisa. O benefício (indireto) relacionado à sua participação nesta pesquisa é colaborar para a aplicação de um material didático capaz de contribuir para a prática docente e favorecer a

aprendizagem significativa sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados. Sua participação é muito importante para a execução desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação explicitados neste Termo, o qual será confeccionado em duas vias de igual teor, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue ao voluntário. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Thiago Henrique S. S. Gomes (thiagohssgomes@yahoo.com.br) - Cel. (21) 99273-0827
 Orientadora: Débora de Aguiar Lage (deboralage.uerj@gmail.com)
 Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)
 Rua Santa Alexandrina, 288 - Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Cep: 20261-232

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ
 Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil -
 Cep: 20550-900
 Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____,
 portador do RG nº _____ declaro ter disso informado(a) e concordo
 em participar de forma voluntária do projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

 Assinatura do participante

 Assinatura do pesquisador

APÊNDICE C - Questionário de avaliação dos modelos didáticos.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Prezado professor,

Este questionário dedica-se à avaliação dos modelos didáticos sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados, produzidos por Thiago Henrique Gomes em sua dissertação de mestrado. Os dados obtidos a partir deste questionário serão expostos de forma anônima e contribuirão para os resultados e para a discussão do trabalho. Agradecemos sua atenção e colaboração.

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

As questões fechadas deverão ser respondidas a partir de uma escala de Likert com cinco categorias, a saber:

DT = discordo totalmente; DP = discordo parcialmente; I = indiferente; CP = concordo parcialmente; CT = concordo totalmente.

1. Em relação aos modelos didáticos confeccionados sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados, pode-se dizer que:

	DT	DP	I	CP	CT
a) A proposta do material didático foi atendida.					
b) O tema é relevante para a educação básica.					
c) Os modelos produzidos favorecem a prática docente.					
d) O material pode ser reproduzido por outros docentes.					
e) O uso deste material seria de interesse de grande parte dos docentes da educação básica.					

2. Os modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados permitem aos estudantes a melhor compreensão:

	DT	DP	I	CP	CT
a) Do trajeto do sangue através dos principais vasos sanguíneos.					
b) Da hematose nos diferentes órgãos respiratórios dos vertebrados.					
c) Do aumento gradativo da complexidade cardíaca dos vertebrados.					
d) Da mistura ou não de sangue arterial e venoso.					
e) Do aumento da complexidade cardíaca com a redução da mistura de sangue nos vertebrados terrestres.					

3. Ao serem aplicados em sala de aula, os modelos de sistema cardiovascular dos vertebrados poderão favorecer a aprendizagem significativa do conteúdo ao permitir que os estudantes:

	DT	DP	I	CP	CT
a) Visualizem uma simulação do funcionamento do sistema cardiovascular dos vertebrados.					
b) Explore concretamente o objeto da aula.					
c) Interajam mais com o professor e entre si sobre o conteúdo estudado.					

4. Aponte críticas, sugestões e/ou comentários que possam contribuir para aprimorar os modelos didáticos confeccionados e que não tenham sido contemplados nas questões anteriores.

APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para os responsáveis.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado a participar da pesquisa “Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados”, desenvolvida por Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Débora de Aguiar Lage, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é produzir modelos didáticos capazes de auxiliar na compreensão sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados, uma vez que este conteúdo muitas vezes não é aplicado no Ensino Médio, porém é fundamental para a compreensão da distribuição dos vertebrados nos ambientes.

Para esta pesquisa adotaremos a seguinte metodologia: produção dos diferentes modelos didáticos; avaliação dos modelos didáticos por professores da educação básica; aplicação dos modelos didáticos aos estudantes do Ensino Médio, e avaliação da utilização dos modelos em sala de aula pelos estudantes. A participação dele(a) é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a importância dos modelos didáticos na compreensão do conteúdo abordado durante a aula.

Para participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele(a) será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O(A) Sr.(a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele(a) é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a). O pesquisador irá tratar a identidade dele(a) com padrões profissionais de sigilo. O(A) menor não será identificado em nenhuma publicação.

Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, privacidade dele(a) será respeitada. O nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Os benefícios (diretos) relacionados à participação do(a) menor nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão

do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos modelos didáticos produzidos. A participação do(a) menor é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, o(a) Sr.(a), como responsável pelo menor, poderá solicitar do pesquisador informações sobre participação do(a) menor e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação contidos neste Termo. Este Termo será impresso em duas vias, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue a você. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é um órgão que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e acompanhar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Thiago Henrique S. S. Gomes (thiagohssgomes@yahoo.com.br) - Cel. (21) 99273-0827
 Orientadora: Débora de Aguiar Lage (deboralage.uerj@gmail.com)
 Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)
 Rua Santa Alexandrina, 288 - Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Cep: 20261-232

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ
 Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Cep: 20550-900
 Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade nº _____, responsável pelo(a) menor _____ fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar a decisão do(a) menor sob minha responsabilidade de participar, se assim o desejar. Recebi uma via original deste Termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

 Assinatura do(a) responsável

 Assinatura do pesquisador

APÊNDICE E - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE).

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados”, desenvolvida por Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Débora de Aguiar Lage, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é produzir modelos didáticos capazes de auxiliar na compreensão sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados, uma vez que este conteúdo muitas vezes não é aplicado no Ensino Médio, porém é fundamental para a compreensão da distribuição dos vertebrados nos ambientes.

Para esta pesquisa adotaremos a seguinte metodologia: produção dos diferentes modelos didáticos; avaliação dos modelos didáticos por professores da educação básica; aplicação dos modelos didáticos aos estudantes do Ensino Médio, e avaliação da utilização dos modelos em sala de aula pelos estudantes. Sua participação é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a importância dos modelos didáticos na compreensão do conteúdo abordado durante a aula.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será informado(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. A sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Os benefícios (diretos) relacionados à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão

do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos modelos didáticos produzidos. Sua participação é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, você e/ou seu responsável poderão solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação contidos neste Termo. Este Termo será impresso em duas vias, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue a você. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é um órgão que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e acompanhar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não perversidade, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Thiago Henrique S. S. Gomes (thiagohssgomes@yahoo.com.br) - Cel. (21) 99273-0827
 Orientadora: Débora de Aguiar Lage (deboralage.uerj@gmail.com)
 Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)
 Rua Santa Alexandrina, 288 - Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Cep: 20261-232

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ
 Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Cep: 20550-900
 Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade nº _____ **(se já tiver documento)**, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável poderá modificar a decisão sobre a minha participação, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o Termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

 Assinatura do(a) menor

 Assinatura do pesquisador

APÊNDICE F - Questionário de avaliação dos modelos didáticos.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Prezado aluno,

Este questionário dedica-se à avaliação dos modelos didáticos sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados, produzidos por Thiago Henrique Gomes em sua dissertação de mestrado. Os dados obtidos a partir deste questionário serão expostos de forma anônima e contribuirão para os resultados e para a discussão do trabalho. Agradecemos sua atenção e colaboração.

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

As questões deverão ser respondidas utilizando cinco categorias, a saber:

DT = discordo totalmente; DP = discordo parcialmente; I = indiferente; CP = concordo parcialmente; CT = concordo totalmente.

1. Os modelos didáticos confeccionados sobre o sistema cardiovascular dos vertebrados permitiram a melhor compreensão:

	DT	DP	I	CP	CT
a) Do aumento gradativo da complexidade cardíaca dos vertebrados.					
b) Do trajeto do sangue através dos principais vasos sanguíneos.					
c) Da mistura ou ausência de mistura entre sangue arterial e venoso dentro do coração.					
d) Do aumento da complexidade cardíaca com a redução da mistura de sangue nos vertebrados terrestres.					

2. A aplicação destes modelos em sala de aula, favoreceu o processo de aprendizagem na medida em que permitiu:

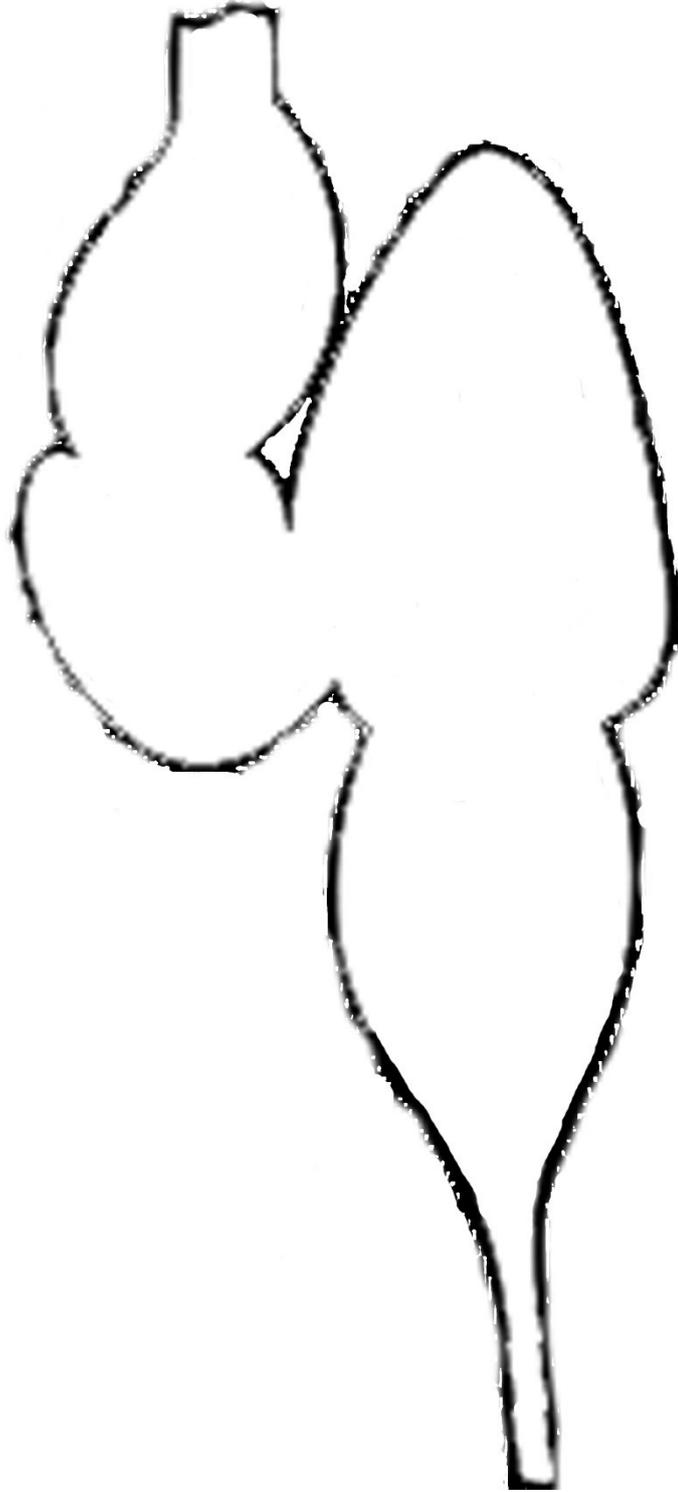
	DT	DP	I	CP	CT
a) Visualizar uma simulação do funcionamento do sistema cardiovascular dos vertebrados.					
b) Explorar de forma concreta o objeto da aula (ao permitir aos alunos tocar e visualizar os modelos sobre diferentes aspectos).					
c) Interagir mais uns com os outros e com o professor sobre o conteúdo estudado.					
d) Participar de uma aula diferente e mais atrativa, em contraste com uma aula tradicional no quadro branco.					

3. Sobre a utilização de modelos didáticos pelos professores em sala de aula, pode-se dizer que:

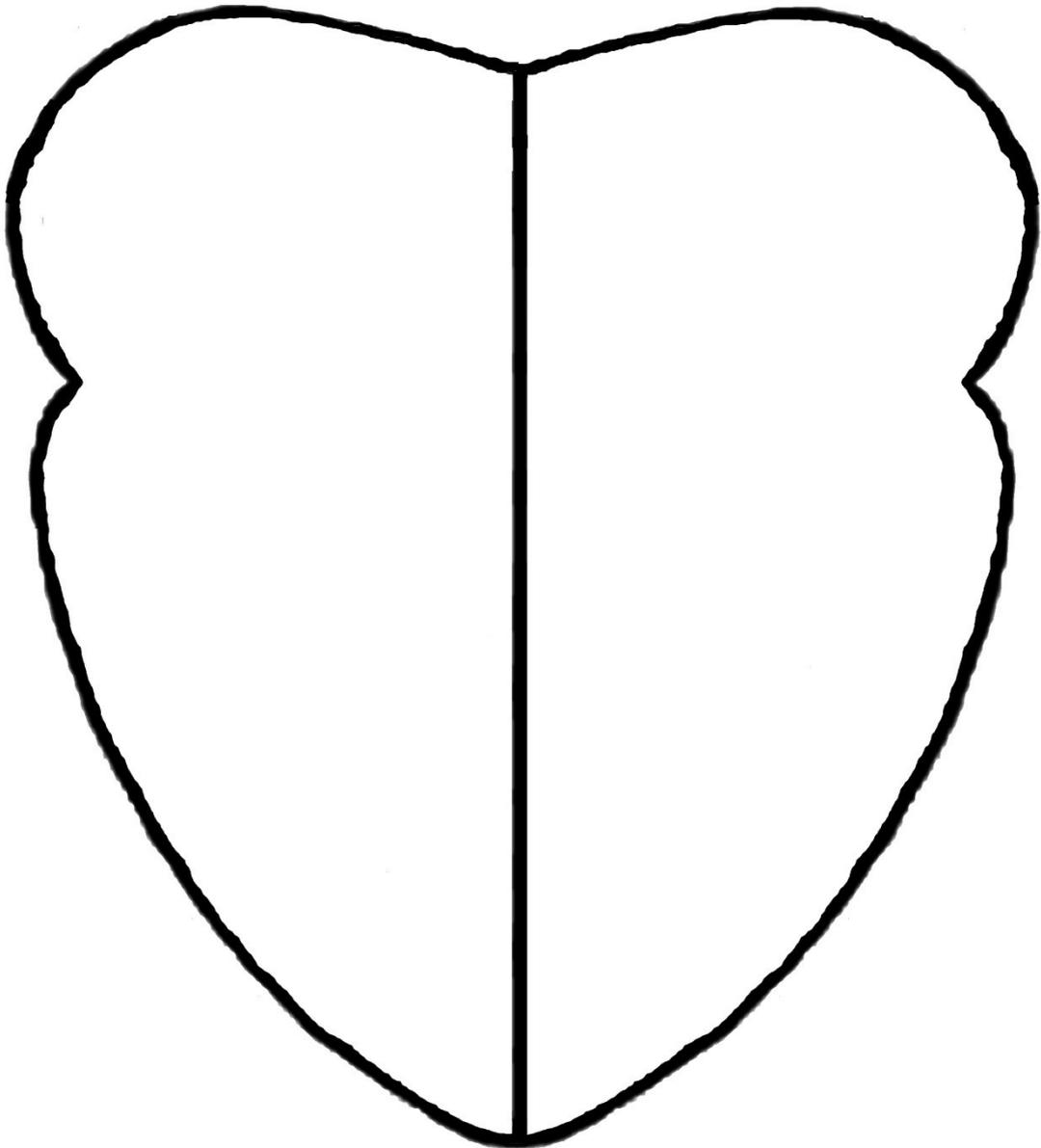
	DT	DP	I	CP	CT
a) Modelos didáticos comprados de empresas do ramo, são sempre melhores e mais detalhados.					
b) Modelos elaborados pelos professores e/ou alunos são mais fáceis de serem compreendidos.					
c) A utilização de mais modelos em outras disciplinas/conteúdos facilitaria a compreensão do tema em sala de aula.					

Obrigado pela sua colaboração!

APÊNDICE G - Molde da base do coração bicavitário.



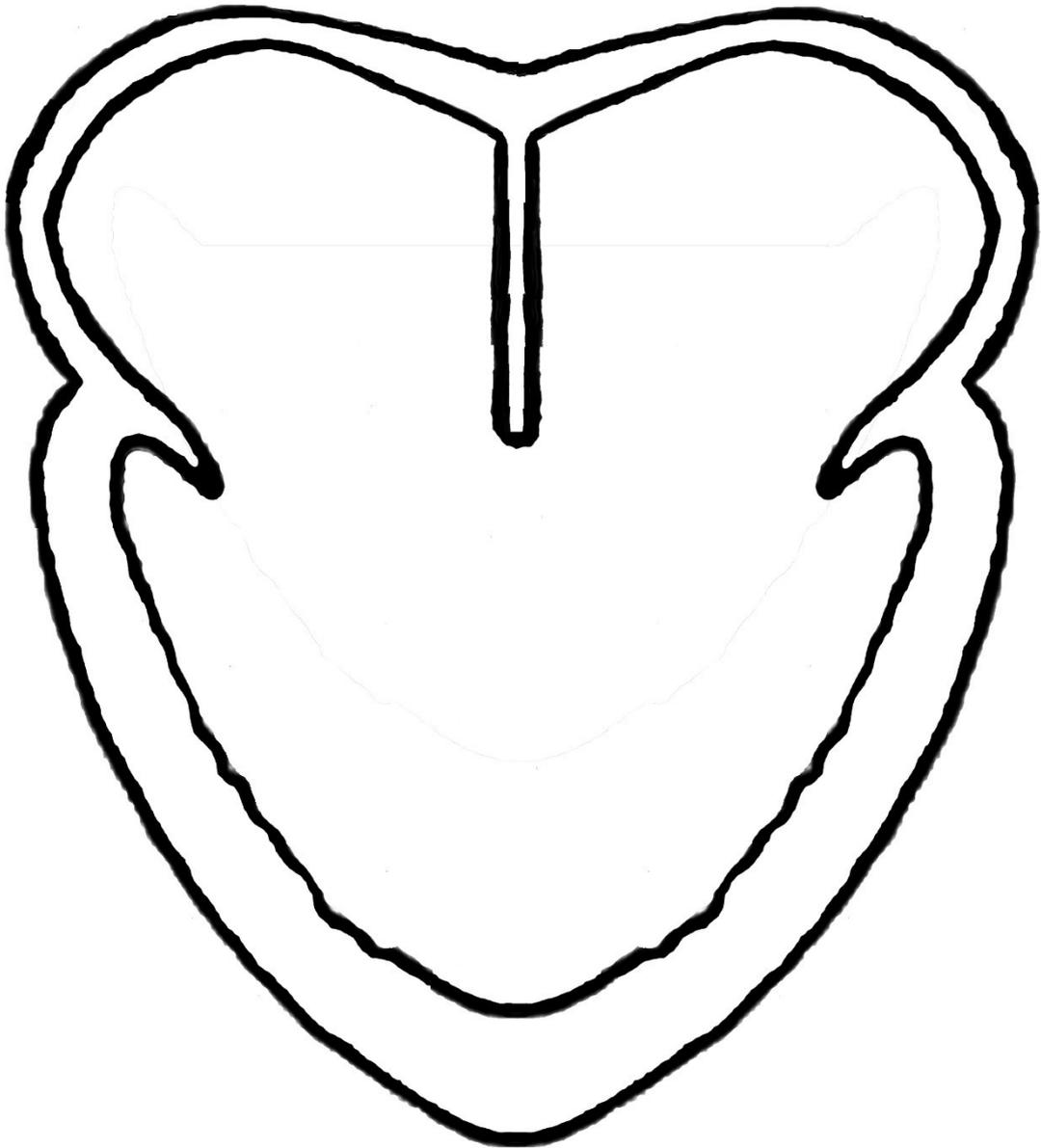
APÊNDICE H - Molde da base dos corações tricavitário e tetracavitário.



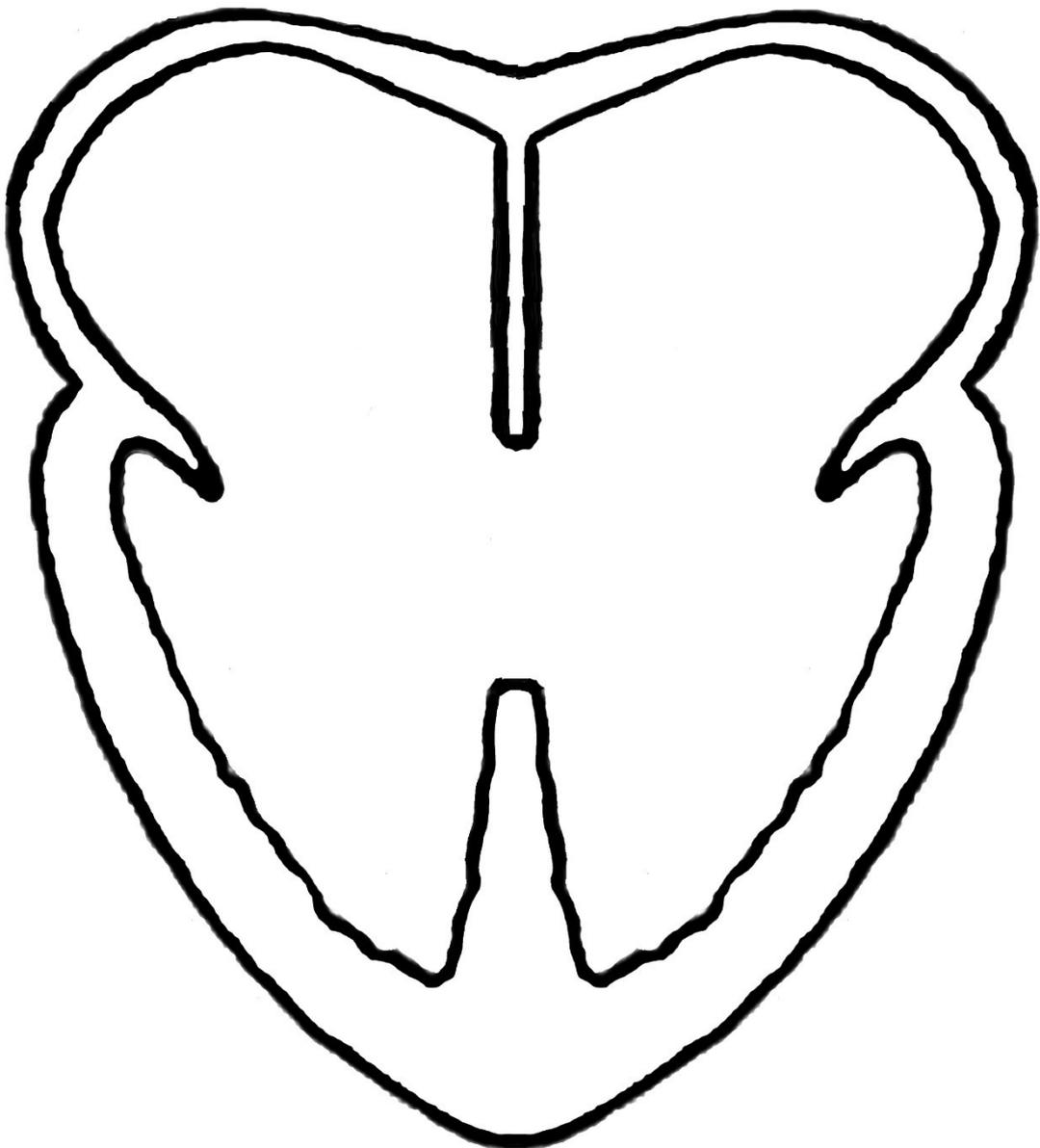
APÊNDICE I - Molde da tampa do coração bicavitário.



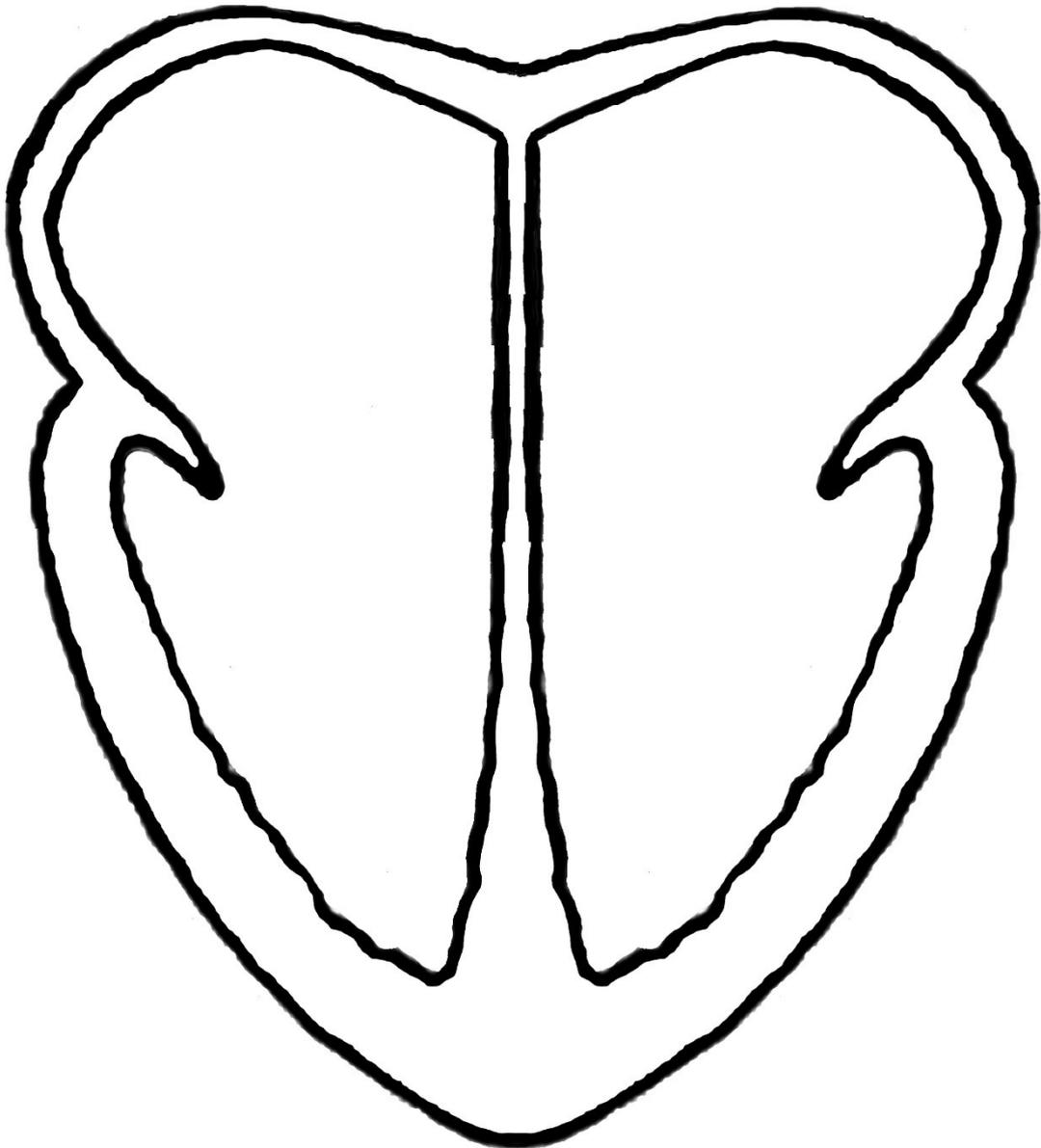
APÊNDICE J - Molde da tampa do coração tricavitário.



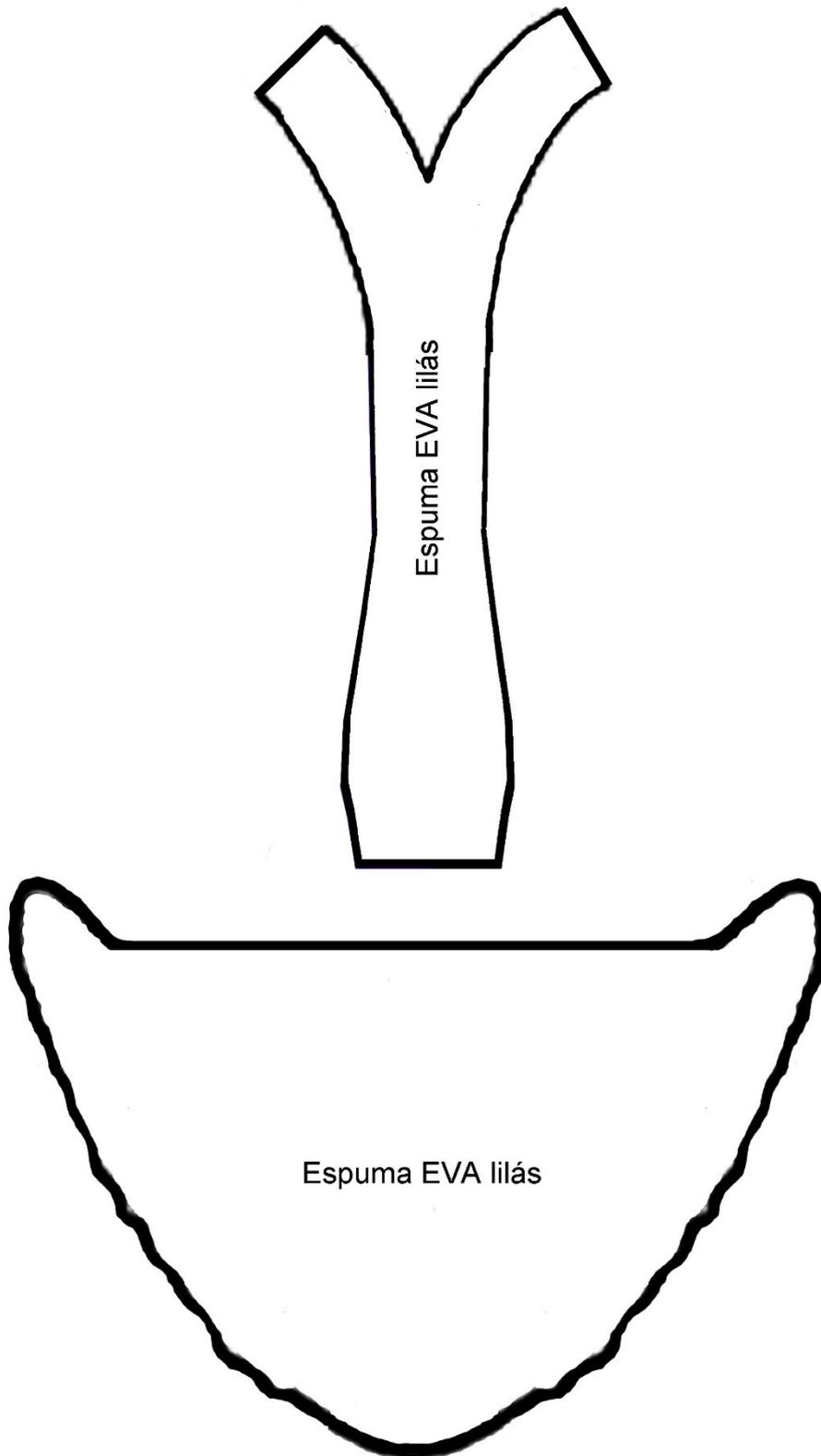
APÊNDICE L - Molde da tampa do coração tetracavitário com septo incompleto.



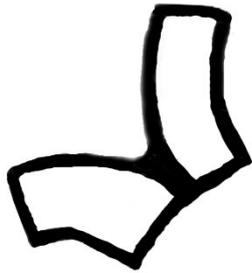
APÊNDICE M - Molde da tampa do coração tetracavitário.



APÊNDICE N - Moldes do tronco arterial e do ventrículo do coração tricavitário.



APÊNDICE O - Moldes das veias dos corações tri e tetracavitário e das artérias do coração tetracavitário.



Espuma EVA azul



Espuma EVA vermelha



ANEXO - Parecer consubstanciado da Comissão de Ética em Pesquisa.

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados

Pesquisador: THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 90938418.4.0000.5282

Instituição Proponente: PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.790.376

Apresentação do Projeto:

Foi apresentado o projeto de Pesquisa intitulado "Modelos didáticos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem do sistema cardiovascular dos vertebrados" apresentado pelo Pesquisador Principal Thiago Henrique Souza dos Santos Gomes, do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia- PROFBIO, tendo também como participante da pesquisa Debora Aguiar Lage. Trata-se de uma pesquisa de análise de dados onde a metodologia a ser utilizada será de natureza quali-quantitativa. Será feita uma análise quantitativa, utilizando os dados referentes às questões fechadas aplicadas aos professores e uma análise qualitativa, a partir dos discursos de professores e de estudantes presentes nas questões abertas dos questionários. Será desenvolvida com os estudantes do segundo ano do ensino médio da Escola Técnica Estadual Ferreira Viana (Faetec), localizada na rua General Canabarro, 291, bairro do Maracanã, Rio de Janeiro - RJ.

Descrição do projeto:

Nos últimos anos, muitos educadores se queixam da falta de interesse, indisciplina e dificuldade de aprendizagem dos estudantes, aliando-se a estes fatores a escassez de recursos didáticos diferenciados. É necessário então que o professor lance mão de novas e diferentes ferramentas e recursos, que de alguma maneira possam contribuir para tornar a aula mais dinâmica, motivadora e capaz de despertar o interesse do seu aluno, favorecendo, assim, a aprendizagem significativa.

Cabe ao professor a formulação de novas estratégias e metodologias de ensino, a fim de motivar seus estudantes à investigação, ao raciocínio e ao pensamento crítico e assim atingir o

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018

Bairro: Maracanã

CEP: 20.559-900

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2334-2180

Fax: (21)2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.790.376

aprendizado significativo. Dentre as diferentes estratégias que podem ser adotadas, o uso de modelos didáticos constitui um dos recursos pedagógicos mais empregados no ensino de Biologia. A observação e manipulação de modelos didáticos coloridos e tridimensionais pode ser uma excelente alternativa para melhorar as aulas de Biologia e aproximar o aluno do conteúdo estudado, favorecendo a construção de conceitos e contribuindo para estreitar a relação entre a teoria e a prática. No ensino médio, o estudo da anatomia e fisiologia comparada dos vertebrados, permite ao estudante não apenas analisar as principais diferenças entre os grupos, mas também contribui para o entendimento das adaptações evolutivas determinantes para distribuição geográfica desses animais. Contudo, embora componente curricular obrigatório da disciplina de Biologia, este conteúdo é muitas vezes negligenciado pelas escolas, que priorizam apenas o estudo do organismo humano. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é favorecer a compreensão de estudantes do ensino médio sobre a anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados, a partir de modelos didáticos confeccionados. Para tal, utilizando uma impressora 3D e material polimérico, será elaborado um modelo de coração para cada uma das quatro classes de vertebrados (peixes, anfíbios, répteis e mamíferos). Aos modelos prontos, serão inseridas fitas digitais de led de coloração azul e vermelha, que irão percorrer as cavidades cardíacas, simulando o fluxo sanguíneo venoso e arterial, respectivamente. Além disso, para os diferentes grupos de vertebrados, o corpo do animal e o seu respectivo órgão respiratório serão representados, a fim de complementar o material didático elaborado. Os modelos produzidos serão avaliados por diferentes professores da educação básica, a partir de um questionário fechado, a fim de estimar o seu emprego como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa.

Após o aperfeiçoamento dos modelos, os mesmos serão aplicados aos alunos nas aulas regulares de Biologia. A eficiência deste recurso didático na compreensão do tema será validada a partir de um questionário aberto anônimo e voluntário aplicado aos estudantes participantes da atividade. Ao final deste estudo, espera-se a produção de modelos didáticos capazes de motivar os estudantes para o aprendizado e promover a construção do conhecimento acerca do sistema cardiovascular dos vertebrados de forma significativa.

Hipótese: O uso de modelos didáticos irá favorecer a compreensão de conceitos e a aprendizagem significativa dos estudantes do ensino médio acerca da anatomo-fisiologia cardiovascular dos vertebrados.

Metodologia Proposta: As diferenças anatômicas e fisiológicas do sistema cardiovascular dos vertebrados serão demonstradas através da produção de modelos didáticos que simulem a fisiologia circulatória das diferentes classes de vertebrados. A metodologia empregada neste

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.790.376

estudo consiste em um tipo de pesquisa quali-quantitativa. Deste modo, enquanto a abordagem quantitativa permite maior precisão dos resultados, a análise qualitativa depende da interação entre o professor e o objeto de estudo, uma vez que esta busca investigar os dados em seus significados.

Desfecho Primário:

Espera-se a produção de modelos didáticos de qualidade, capazes de motivar os estudantes para o aprendizado e promover a construção do conhecimento acerca do sistema cardiovascular dos vertebrados de forma significativa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Favorecer a compreensão da anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular dos vertebrados pelos estudantes do ensino médio, a partir de modelos didáticos confeccionados.

Objetivo Secundário:

Desenvolver modelos didáticos do sistema cardiovascular dos vertebrados que possam ser utilizados na educação básica como um recurso auxiliar na prática pedagógica; Validar a utilização dos modelos didáticos confeccionados por diferentes professores da educação básica; Aplicar os modelos didáticos produzidos e validados durante as aulas do ensino médio, relacionando as características anato-fisiológicas do sistema cardiovascular aos mecanismos de termorregulação e ao sucesso adaptativo deste grupo; Avaliar o emprego dos modelos didáticos como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa acerca do sistema cardiovascular dos vertebrados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Mínimos. Relacionados ao possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, a privacidade do aluno será respeitada. Nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa.

Benefícios:

Os benefícios (diretos) relacionados à participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos modelos didáticos produzidos.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018

Bairro: Maracanã

CEP: 20.559-900

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2334-2180

Fax: (21)2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

Continuação do Parecer: 2.790.376

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está fundamentada, com metodologia compatível com o trabalho proposto, mostrando-se viável para a sua execução. Pesquisa estruturada com relevância na área de estudo, com objetivos bem determinados. Apresentando viabilidade na execução e contribuirá para fornecer informações que contribuam para o aperfeiçoamento, ampliação e qualidade do conteúdo didático em Biologia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Projeto de Pesquisa, Folha de Rosto, Informações Básicas do Projeto, TCLEs, Termo de Assentimento, Carta de anuência, Cronograma e Orçamento foram apresentados de forma satisfatória.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não foram observadas implicações éticas que impeçam a realização do mesmo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para julho de 2019. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1071186.pdf	20/06/2018 07:12:39		Aceito
Outros	Declaracao_Escola.pdf	20/06/2018 07:11:51	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_thiago_deby.docx	10/05/2018 16:38:13	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Resp_thiago_deby.docx	10/05/2018 16:38:03	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TALE_thiago_deby.docx	10/05/2018 16:37:54	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS	Aceito

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.790.376

Justificativa de Ausência	TALE_thiago_deby.docx	10/05/2018 16:37:54	SANTOS GOMES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_ThiagoHenriqueGomes.pdf	10/05/2018 16:37:24	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_PBr_Thiago_Gomes.pdf	10/05/2018 16:27:17	THIAGO HENRIQUE SOUZA DOS SANTOS GOMES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 30 de Julho de 2018

Assinado por:
Patricia Fernandes Campos de Moraes
(Coordenador)

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br