



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO

Construção de um modelo didático tridimensional para o ensino dos sistemas respiratório e cardiovascular em Vertebrados: uma proposta de estudo de anatomia comparada voltada para o ensino médio

Tatiana da Hora Carreiro

2019



Construção de um modelo didático tridimensional para o ensino dos sistemas respiratório e cardiovascular em Vertebrados: uma proposta de estudo de anatomia comparada voltada para o ensino médio

Tatiana da Hora Carreiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - ProfBio, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Fernandes da Silva

Rio de Janeiro

Jul/2019



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ

CAMPUS FUNDÃO

**“Construção de Um Modelo Didático Tridimensional Para o Ensino dos
Sistemas Respiratório e Cardiovascular em Vertebrados: Uma Proposta
de Estudo de Anatomia Comparada Voltada Para o Ensino Médio”**

TATIANA DA HORA CARREIRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO
DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - PROFBIO

Rio de Janeiro, 31 de Julho de 2019.

APROVADO POR:

Daniel F. da Silva

DR.º DANIEL FERNANDES DA SILVA (DOUTOR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO - UFRJ)
ORIENTADOR E EXAMINADOR

Nelson Ferreira Junior

DR.º NELSON FERREIRA JUNIOR (DOUTOR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO - UFRJ)
EXAMINADOR

Dilton Ribeiro Couto Junior

DR.º DILTON RIBEIRO DO COUTO JUNIOR (DOUTOR – UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UERJ)
EXAMINADOR



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

FICHA CATALOGRÁFICA

Carreiro, Tatiana da Hora.

Construção de um modelo didático tridimensional para o ensino do sistema cardiovascular em vertebrados: uma proposta de estudo de anatomia comparada voltada para o ensino médio. / Tatiana da Hora Carreiro. – Rio de Janeiro: UFRJ / Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, 2019.

118 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Daniel Fernandes da Silva.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro / Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional PROFBIO, 2019.

Referências: f. 94-102.

1. Biologia- educação. 2. Sistema Cardiovascular. 3. Vertebrados. 4. Materiais de Ensino. 5. Ensino Fundamental e Médio. 6. Anatomia-educação. 7. Formação Científica para Professores de Biologia - Tese. I. Silva, Daniel Fernandes da. II. UFRJ / Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia, Mestrado Profissional em Ensino De Biologia Em Rede Nacional PROFBIO. IV. Título.



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

RESUMO

Construção de um modelo didático tridimensional para o ensino dos sistemas respiratório e cardiovascular em Vertebrados: uma proposta de estudo de anatomia comparada voltada para o ensino médio

Tatiana da Hora Carreiro

Orientador: Prof. Dr. Daniel Fernandes da Silva

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - ProfBio, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

O ensino de biologia nas escolas brasileiras prioriza práticas baseadas na memorização e carecem de estratégias atrativas. Para o agravamento deste quadro o livro didático é constantemente adotado como único recurso de promoção de aprendizagem, inviabilizando um modelo educacional que atenda às necessidades do educando. Abordagens lúdicas podem promover uma superação para problemas como o desinteresse dos alunos e a defasagem de conteúdos. Dentre elas, os modelos didáticos podem ser uma estratégia potencialmente bem sucedida no estudo comparativo do sistema cardiovascular de Amniotas, visto que abordagens acerca do corpo humano no ensino médio costumam ser reducionistas e fragmentadas. Somando-se a isso, rotineiramente as aulas são descontextualizadas e não associadas a um contexto evolutivo. Nesse cenário, o presente estudo objetivou confeccionar um modelo didático tridimensional destinado ao estudo comparativo dos padrões de fluxo sanguíneo dos Amniotas, visando em última instância, despertar no aluno o reconhecimento da espécie humana como integrante de um processo de evolução biológica juntamente com os demais organismos. O estudo conteve uma entrevista semiestruturada com docentes, permitindo que o modelo prévio apresentado fosse ajustado de forma condizente com as demandas identificadas nas escolas visitadas. O modelo didático e o roteiro foram elaborados dentro de uma metodologia que privilegia o protagonismo do aluno, oportunizando o questionamento e a análise crítica, sempre mediada pelo professor. O modelo didático foi confeccionado com a preocupação de ser possivelmente reproduzido todo ou parcialmente no ambiente escolar, constituindo um recurso potencialmente bem sucedido para a promoção de um ensino mais contextualizado e crítico.

Palavras-chave: Ensino de biologia, anatomia comparada, sistema cardiovascular, evolução, modelo didático tridimensional.

Rio de Janeiro

Jul/ 2019



ABSTRACT

Construction of a three-dimensional didactic model for teaching the respiratory and cardiovascular systems in Vertebrates: a proposal of comparative anatomy study aimed at high school.

Tatiana da Hora Carreiro

Orientador: Prof. Dr. Daniel Fernandes da Silva

Abstract of the dissertation submitted to the Professional Master's degree in Biology Teaching in National Network - ProfBio – of Federal University of Rio de Janeiro, as part of the requirements for the completion of the Master Degree in Biology teaching.

The teaching of biology in Brazilian schools usually applies practices prioritizing memorization and lacking attractive strategies. To reinforce this situation the textbook has been constantly adopted as the only resource for promoting learning, precluding a more diverse educational model that meets the main demands of the students. Ludic approaches may overcome the challenges faced by teachers, such as the lack of interest of students and the lag of educational content. Three-dimensional models may be a potentially successful strategy in the Comparative study of the Cardiovascular System of Amniotes, since approaches on human body in high school are usually reductionist and fragmented. In addition to this, routinely the classes show contents out of context and not linked to biological evolution. Based on these issues, the present study aimed to construct a three-dimensional didactic model to promote a comparative study of blood flow patterns of Amniotes, awakening in the students the recognition of the human species as part of a process of biological evolution together with the other organisms. The study comprised a semi-structured interview with teachers, allowing adjustments of the didactic model according to the demands identified in the visited schools. The didactic model and the script were elaborated within a methodology that privileges the protagonism of the student, enabling questions and critical analysis, always mediated by the teacher. The didactic model was idealized to be partly or completely reproduced in the school environment, constituting a potentially successful resource for the promotion of a more contextualized and critical teaching.

Keywords: Teaching biology, comparative anatomy, cardiovascular system, evolution, three-dimensional didactic model.

Rio de Janeiro

Jul/ 2019

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Relação entre o coração e os principais vasos sanguíneos de Crocodylia.	28
Figura 2 – Esquema do modelo didático proposto mostrando os compartimentos e vasos sanguíneos pertinentes ao estudo de Amniotas.	30
Figura 3 – Os compartimentos que simulam o coração dos Amniotas proposto no referido estudo mostrando suas dimensões obtidas através do software Solid Work 2016. Medidas em milímetros (mm).	31
Figura 4 – Base do modelo didático tridimensional.	32
Figura 5 – Recipientes plásticos utilizados para simular o pulmão e o corpo	33
Figura 6 – Conexões pneumáticas utilizadas para unir os tubos flexíveis	34
Figura 7 – Modelo didático tridimensional que simula o coração e os principais vasos sanguíneos de Amniotas	35
Figura 8 – Fluxograma elaborado na presente pesquisa baseado nos objetivos da unidade didática “ <i>Convites ao Raciocínio</i> ” (KRASILCHIK, 2016 p. 83).....	37
Figura 9 – Fachada do Colégio Estadual Vila Bela	40
Figura 10 - Fachada do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	40
Figura 11 - Gráfico sobre os principais recursos didáticos utilizados pelos oito docentes entrevistados nas duas unidades escolares analisadas.....	45
Figura 12 – Gráfico apontando as principais dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Biologia mencionadas pelos oito docentes entrevistados nas duas unidades escolares analisadas	46

Figura 13 – Quadro com esquemas do modelo didático para a realização de atividade	56
Figura 14 - Meme criado pelo aplicativo Meme Generator destacando a mistura de sangue venoso e sangue arterial em Crocodilianos no repouso	63
Figura 15 - Meme criado através do aplicativo Free Meme generator destacando a maior pressão no ventrículo esquerdo durante o repouso	64
Figura 16 – Coração de uma Ave mostrando Aorta Direita e ausência da Aorta Esquerda ...	66
Figura 17 – Coração de um Mamífero mostrando Aorta Esquerda e ausência da Aorta Direita	67
Figura 18 – Hemoglobina e o transporte de oxigênio.....	70
Figura 19 – Musculatura de Mamíferos mostrando a coloração diferenciada pela presença de mioglobina	70
Figura 20 – Tabuleiro do Amniojogo	73
Figura 21 - Roleta indicativa do grupo zoológico do jogo de tabuleiro Amniojogo.....	74
Figura 22 – Quadro com indicações das casas do jogo Amniojogo e as respectivas instruções de atividades a serem executadas pelos jogadores	77
Figura 23 - Cartas de parada obrigatória de Testudines e Squamata do jogo de tabuleiro Amniojogo. À esquerda frente e à direita verso.....	78
Figura 24 - Cartas de parada obrigatória de Crocodilianos, Aves e Mamíferos do jogo de tabuleiro Amniojogo. À esquerda frente e à direita verso.....	79

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quadro comparativo sobre as diferenças e similaridades anatômicas referentes aos padrões de fluxo sanguíneo	72
Tabela 2 - Formação profissional dos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela	103
Tabela 3 – Áreas de atuação e formação continuada dos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela	103
Tabela 4 – Utilização de recursos diferenciados nas aulas de Biologia pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela	104
Tabela 5 – A utilização da metodologia investigativa pelos professores entrevistados no Colégio Estadual Vila Bela	104
Tabela 6 – Relatos sobre o estímulo ao protagonismo na rotina docente no Colégio Estadual Vila Bela	105
Tabela 7 – A prática docente no ensino de anatomia inserido em uma perspectiva evolutiva relatada pelos docentes do Colégio Estadual Vila Bela	105
Tabela 8 - Recursos utilizados recorrentemente nas aulas de anatomia relatadas pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela	106
Tabela 9 – Dificuldades enfrentadas e superações de problemas durante a prática didática relatada pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela	106
Tabela 10 – Potencialidades do modelo didático apresentado aos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela	107
Tabela 11 - Formação profissional dos professores entrevistados no Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	108
Tabela 12 – Áreas de atuação e formação continuada dos professores entrevistados no Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	108



Tabela 13 – Utilização de recursos diferenciados nas aulas de Biologia pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	109
Tabela 14 – A utilização da metodologia investigativa pelos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	109
Tabela 15 – Relatos sobre o estímulo ao protagonismo na rotina docente dos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	110
Tabela 16 – A prática docente no ensino de anatomia inserido em uma perspectiva evolutiva relatada pelos docentes do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	111
Tabela 17 - Recursos utilizados recorrentemente nas aulas de anatomia relatadas pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	111
Tabela 18 – Dificuldades enfrentadas e superações de problemas durante a prática didática relatada pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	112
Tabela 19 – Potencialidades do modelo didático apresentado aos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa	113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 O ENSINO DE BIOLOGIA	16
2 MODELOS DIDÁTICOS	21
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 CONFECCÃO DO MODELO DIDÁTICO	28
4.2 O ROTEIRO DIDÁTICO	36
4.3 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	38
5 RESULTADOS	44
5.1 DESTAQUE DAS PECULIARIDADES DE CADA UNIDADE ESCOLAR VISITADA	44
5.2 DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS	45
5.3 O ROTEIRO DIDÁTICO	49
6 DISCUSSÃO	80
7 CONCLUSÃO	92
8 PERPECTIVAS FUTURAS	93
9 REFERÊNCIAS	94
10 APÊNDICES	103
10.1 APÊNDICE A – TABELAS ELABORADAS A PARTIR DA FALA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS EM CADA UMA DAS CATEGORIAS DAS RESPOSTAS PRÉ-ESTABELECIDAS	103
10.2 APÊNDICE B – QUESTÕES NORTEADORAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	114

10.3 APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	116
--	-----

AGRADECIMENTOS

Ser grato é reconhecer que em meio a algum momento da vida, diante de algum desafio ou empecilho alguém foi solícito em promover algo que nos era difícil ou pode nos conceder algum sentimento afável em meio a tantas preocupações e tarefas.

Admitindo que ninguém é autossuficiente e que nada se opera sozinho é que torna-se imprescindível tornar público o quanto cada um contribuiu e está presente nesse trabalho.

Primeiramente honro a Deus por crer que nada acontece sem sua permissão e misericórdia.

À minha família, sem eles eu não teria sequer prestado o concurso para o mestrado. Sem a ajuda cotidiana não seriam possíveis a elaboração de trabalhos, as leituras e tudo mais. Sem o suporte emocional pouco teria desfrutado diante de tantas fontes de conhecimento. Em especial, a minha princesinha Emanuelle Carreiro, minha fonte inspiradora, um catalisador o qual sempre encontrei motivos para não desistir.

Ao meu companheiro Leandro Abreu por entender que ao longo desses dois anos eu precisaria me isolar e envolver-me completamente com os estudos e, principalmente por me apoiar em meus projetos de vida.

À minha querida diretora e amiga Ana Glória Figueiredo sem qual eu não teria embarcado nessa aventura. Sua sensibilidade e bondade permitiram-me ter a certeza de que não estava só ao ser atendida em meio a tantos pedidos. Isso se estende a diretora adjunta Ana Maria e a amiga Cláudia Badaró e a todos os membros da equipe e colegas do Colégio Estadual Vila Bela.

Aos meus queridos poucos e seletos amigos que muito gentilmente compreenderam as minhas ausências em alguns eventos. Mas, suas palavras de apoio foram de extrema importância. Mas, o que são os amigos? Na verdade, a família que escolhemos.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio) que com tamanha humildade e entusiasmo proporcionaram-me aulas que literalmente me tiraram a venda dos olhos e permitiram que eu pudesse olhar a minha profissão com mais esperança, extraíndo de mim atitudes, pensamentos e métodos novos.

À coordenadora Cássia por ser tão motivadora e preocupada com o sucesso de cada aluno.

Ao meu orientador Daniel Fernandes por ser tão atencioso, paciente e, por abraçar literalmente a minha causa. É extremamente importante deixar registrado aqui o quanto foi importante o seu envolvimento nesse projeto sem falar do aprendizado proporcionado mediante a sua experiência profissional.

Aos professores que tão gentilmente aceitaram contribuir com sua experiência, permitindo o aprimoramento deste trabalho.

Aos professores entrevistados que me proporcionaram um olhar crítico e diferenciado a minha proposta inicial do projeto.

Ao meu tio Wanderley Manoel Carreiro que com sua experiência de engenheiro mecânico, forneceu-me valiosas contribuições para a elaboração do modelo didático apresentado neste trabalho. Acrescento aqui, Bianca Carreiro e Dayane Carreiro que juntamente com Wanderley contribuíram para que o meu trabalho saísse do papel.

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

A todos o meu muito obrigada!

RELATO DE EXPERIÊNCIA COMO ALUNA DO CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA PROFBIO – UFRJ (FUNDÃO)

Primeiramente, ser aluna de mestrado doze anos após a graduação foi um grande desafio. O retorno ao meio acadêmico sempre fora um desejo distante de ser realizado em virtude da pouca oferta de cursos voltados para atuação profissional de um professor. O Profbio me despertou o interesse de imediato, pois percebi neste curso a possibilidade de qualificação para as novas demandas da educação básica como o Novo Ensino Médio, além da atualização de conteúdos com os quais eu pouco teria contato em minha atuação com o nível médio. De fato, o curso exigiu muita leitura o que possibilitou a revisão de conteúdos, a reformulação destes e a aquisição de novos conceitos. As atividades voltadas para aplicação em sala de aula permitiram que eu repensasse a minha prática constantemente, percebi o quanto estava “presa” em uma metodologia conteudista que exigia dos meus alunos apenas a memorização dos termos repetidos demasiadamente durante as minhas aulas. Sair do protagonismo não foi e nem continua não sendo uma tarefa fácil, muitas das vezes é preciso fazer o aluno compreender que ele precisa ser atuante e que aprender não é copiar. Nessa tarefa diária, me recordo de algumas sugestões de práticas apresentadas durante o curso, algumas um pouco complexas para o meu alunado mas com amplas possibilidades de recortes e adaptações para a minha realidade. Algo muito marcante para mim neste curso foi a percepção de que é possível utilizar o espaço escolar com criatividade e recursos simples, não cabendo mais a velha desculpa da falta de material. Outro ponto a ser destacado foi a disposição e o interesse por parte dos docentes e coordenadores em nos ouvir e buscar pela melhor forma de nos proporcionar soluções para as demandas que envolvem a nossa atuação profissional.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

1 INTRODUÇÃO

1.1 O ENSINO DE BIOLOGIA

O fenômeno da vida é o objeto de estudo da Biologia. Tal fenômeno compreende processos integrados e organizados em nível celular, individual, ou deste em seu meio. Um sistema vivo é resultado da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. As diversas formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente (BRASIL, 1998, p.14).

Moreira (2003, p.1) destaca que o ensino de ciências tem a preocupação em desenvolver uma visão de mundo baseada nas ciências, tornando o aluno capaz de compreender conceitos e teorias científicas de tal modo a promover um raciocínio científico, reconhecendo problemas e identificando aspectos históricos e sociais. Entretanto o cotidiano escolar difere de um processo gerador de criticidade pertinente ao ensino de biologia.

Araujo (2015, p.13) discorre que processo de ensino e aprendizagem nas escolas é essencialmente teórico e dotado de papéis definidos onde o professor é o expositor oral e o aluno atua como ouvinte e assimilador de informações que deverão ser “decoradas” sem qualquer preocupação com a realidade, com intuito apenas de uma preceder uma avaliação quantitativa. Segundo Castanha e Castro (2010, p. 29) essa dependência à sabedoria docente seria absoluta, o conhecimento seria propriedade do professor e a única forma de acessá-lo seria ouvindo-o.

A prática docente ancorada no conteudismo promove um ensino desarticulado entre as disciplinas e distante de um contexto social (TEIXEIRA, 2003, p. 178). Silva Junior e Barbosa (2009, p.1) salientam que essa didática tradicional, em particular a área biológica, torna o ensino entediante e que culmina na formação de conhecimentos errôneos sobre diversos tópicos das ciências biológicas, o que se traduz em um ensino ineficiente e confuso. Assim, nos espaços escolares o docente expõe o conteúdo e o explica utilizando-se de gravuras e escrevendo na lousa ou ditando. Se há demonstração de leis científicas, ele o faz de maneira improvisada. Os alunos ouvem, copiam, leem e, raramente, são feitas atividades simples como acompanhar e registrar a germinação de sementes (FRACALANZA, 1987, p.43). Isso se deve a uma estrutura curricular que se mantém desatualizada frente a alunos que estão conectados ao mundo e independente do currículo a ser utilizado anseiam sempre

por encontrar o sentido desse conhecimento para as suas vidas (CASTANHA; CASTRO, 2010, p. 31). Ribeiro (2004, p. 6) relembra que exercer o magistério em uma unidade pública no Brasil é um desafio constante em virtude de diversos problemas que surgem na sala de aula e que diante de um sistema que carece de recursos para solução, resta ao docente a solidariedade, a criatividade e a coragem para gerar inovações.

Dentro desse contexto há ainda um agravante na organização do trabalho docente que é a seleção de conteúdo extraído quase que exclusivamente do livro didático. Segundo Selles e Ferreira (2004, p.103) os livros didáticos são marcantes em nossa tradição cultural, pois desde as primeiras tentativas de organização de um sistema escolar brasileiro, este esteve presente na seleção e organização dos conteúdos e métodos de ensino.

Magalhães Junior e Oliveira (2011, p. 185) em um estudo com professores formados em licenciatura plena em Ciências constataram que a dependência do livro didático ainda é muito presente nos planejamentos de conteúdo e indicam que o motivo para tal prática seja decorrente da formação acadêmica que não estimula a independência do livro didático, além da facilidade proporcionada por este recurso que já contém uma certa organização de conteúdos.

Uma tendência da didática moderna das ciências da natureza é promover uma aprendizagem significativa, e não baseada puramente na memorização do conteúdo, atendendo a alguns princípios do construtivismo em que o aprendiz constrói ativamente seus significados sendo responsável pela própria aprendizagem (CAMPOS; NIGRO, 2009, p.11).

Nesse sentido o docente pode ser o agente de transformação, inovando sua prática através de metodologias diferenciadas que se comprometam com a construção do conhecimento pelo educando e permitindo a formação de indivíduos questionadores e engajados nas melhorias individuais e coletivas (ANTUNES; SABÓIA-MORAIS, 2010, p.56).

Dentre algumas estratégias que objetivam a superação de dificuldades no processo de ensino-aprendizagem destaca-se a necessidade de reconhecer a importância da ludicidade no planejamento das atividades escolares. Cabrera (2007, p.136) ressalva que a estratégia lúdica, ainda que seja trabalhosa ao docente, promove oportunidades construtivas no nível Médio, visto que a ludicidade favorece processos fisiológicos e experiências sociais que acabam por relaxar os terminais nervosos, propiciam experiências e trocas de informação, além de criar

um campo de relacionamento corporal positivo, favorecendo o autoconhecimento e a apropriação de uma forma de aprendizagem particular e mais significativa para o aluno.

Dessa maneira, trabalhar de forma lúdica poderia tornar enriquecedor o ensino de biologia de forma a levar o interesse dos conhecimentos do corpo humano para os alunos. Martins e outros (2012, p.8) afirmam que estabelecemos interações com outros seres vivos e com elementos do meio através de relações de troca de energia, relações sociais, econômicas, culturais... E nesse contexto, é fundamental que o aluno aprenda a conhecer e a cuidar do próprio corpo, identificando os seus constituintes e as interações entre eles, como também a valorizar e adotar hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida, além de agir com responsabilidade em relação a esse espaço que habita, à sua saúde e à saúde coletiva. Entretanto, muitos espaços escolares abrigam práticas de ensino que pouco contemplam uma abordagem mais integradora do corpo humano no que tange às interações ambientais e fisiológicas. Os conteúdos inerentes a este estudo encontram-se dispersos e fragmentados nos livros didáticos e planejamentos de curso. Segundo Vilela e Selles (2014, p.114), essa fragmentação está fortemente associada a abordagens mecanicistas e simplificadas dos processos fisiológicos que empregam analogias reducionistas, resultando em um corpo idealizado e distante de um “corpo real”. Tais metodologias não são condizentes com as expectativas dos educandos, fato observado por Bertolli Filho e Obregon (2000, p.56) que diante de relatos de adolescentes evidenciaram que os docentes, independente do domínio de conteúdo e mesmo se valendo de estratégias dinâmicas, não promoviam um conteúdo que os interessavam e a mesma tendência ao tédio era referida aos conteúdos dos livros didáticos.

Ainda nessa problemática Almeida (1985, p.1) reitera:

... numa sala de aula, usando uma dessas reproduções do corpo humano onde se veem artérias, veias, vasos, etc., o professor explica a algumas pessoas que às vezes conversam, prestam atenção, comem chocolate, viram para trás, falam alto, pedem para sair, chutam a da frente... o professor explica... a circulação do sangue. No esquema a visão é fria, científica. Num corpo estático, o sangue é uma linha de tinta fixa. O professor diz que ele circula e, no entanto, está tão parado... e os alunos tão agitados... na lousa a vida é um homem-circulação parado... na sala os alunos são homens... sangue e corpo fluem... agitam seus desejos, ódios, vontades, políticas. O professor quer que os alunos prestem atenção ao corpo parado, o professor exige para o entendimento do corpo no desenho exposto que as pessoas tenham a mesma atitude do desenho, paralisem-se numa pose gráfica, escutem palavras lineares.

Esse tratamento dado ao estudo do corpo humano inviabiliza uma compreensão adequada de um corpo composto por sistemas integrados. Beber, Araujo e Bianchi (2016, p.8) destacam em seu estudo que o resumo excessivo das informações apresentadas por livros didáticos culminam na dinamização de um vasto número de conceitos em um curto período de

tempo, o que compromete a compreensão dos alunos, pois muitos dos aspectos importantes na anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular são trabalhados de forma superficial e/ou equivocada.

Somando-se a isso, a estruturação das aulas dificilmente contempla uma visão comparativa entre as espécies. O estudo da evolução fica aprisionado ao conteúdo referente às teorias evolutivas o que impossibilita uma aprendizagem mais associativa entre tais conteúdos. Assim, estuda-se um corpo humano compartimentalizado e totalmente desassociado de um contexto evolutivo.

A Teoria da Evolução encontra-se presente nas propostas curriculares e nos livros didáticos. No entanto, este tema é pouco trabalhado nas escolas do ensino médio, sendo abordado de maneira superficial e, portanto, não explorando aspectos imprescindíveis para a Biologia – seja enquanto ciência seja enquanto ensino dessa área de conhecimento (CICILLINI, 1997, p. 19).

A Evolução relaciona e fundamenta os campos de conhecimento biológico, sendo que o não entendimento dos princípios básicos desse conteúdo promove a construção de uma Ciência Biologia como um emaranhado de fatos, fenômenos e estruturas orgânicas sem uma relação direta entre si (LICATTI, 2005, p 147).

Diante dessa defasagem de conteúdo tão recorrente em nossas unidades escolares faz-se necessária a adoção de práticas corretivas para a promoção de um ensino mais completo e condizente com as necessidades particulares dos educandos. Souza (2014, p. 136) acrescenta que nas últimas décadas presenciamos um grande avanço tecnológico e o professor deve estar atento a estas transformações a fim de deixar as aulas mais atrativas, além de diminuir a abstração de muitos dos conceitos biológicos. Algumas das sugestões são a utilização em sala de aula de *softwares* educacionais, apresentações em formato *PowerPoint*, ou ainda filmes ou recortes de filmes, produções de áudio, músicas, além da utilização de diferentes conteúdos disponíveis na rede (*internet*). No entanto, a escolha de um ou mais recursos didáticos depende de algumas particularidades que envolvem desde a aplicabilidade na sala de aula, do público-alvo, bem como dos recursos disponíveis.

Inserido nesse contexto o estudo feito por Lins (2014, p.12) demonstrou que professores da graduação e da educação básica costumam ser simpatizantes e adeptos de

metodologias lúdicas como modelos didáticos e outros recursos como instrumento valioso para o estudo dos sistemas digestório, circulatório e respiratório.

Nos últimos anos a modelização vem sendo apontada como uma alternativa educacional promissora para o ensino de ciências. Com ela pretende-se ampliar a reflexão, o debate e a participação ativa dos estudantes no seu processo de aprendizagem (DUSO et al., 2013, p. 31). Este envolvimento decorre da facilitação a qual recursos comumente utilizados em ambientes educacionais como maquetes, esquemas e imagens promovem ao permitir a manipulação e a compreensão de conceitos (PIETROCOLA, 2005, p. 38).

Os modelos didáticos graças a sua praticidade e, aliados à possibilidade de promover um maior envolvimento do educando nas aulas, podem ser úteis como recursos que se destinem a minimizar as dificuldades encontradas por docentes na contextualização dos conteúdos referentes ao estudo do corpo humano. Assim, tal estudo pode tornar-se a base para uma análise comparativa do homem em relação a outros Vertebrados no que se refere aos sistemas respiratório e cardiovascular, possibilitando uma compreensão mais adequada e coerente da espécie humana (*Homo sapiens*) devidamente inserida em um contexto evolutivo que implica sua relação e interdependência com os demais seres vivos em diferentes níveis, o que não vem ocorrendo nas unidades escolares.

Inserido no grupo dos Vertebrados estão os Amniotas, grupo que inclui os Répteis, as Aves e os Mamíferos que se caracterizam pela presença de ovo amniótico e tegumento impermeável. Tal grupo, ao ser analisado comparativamente pode perfeitamente revelar equidades entre peças anatômicas e circuitos sanguíneos os quais funcionalmente tendem a não gerar a mistura de sangue dentro da cavidade cardíaca. Assim, mediante as semelhanças desses Vertebrados é possível estimular um estudo que objetiva um conhecimento que ultrapassa o reconhecimento de estruturas morfológicas e que se enriquece com elucidações acerca do parentesco evolutivo.

2 MODELOS DIDÁTICOS

Embora o Brasil exiba uma produção satisfatória de conhecimento, ainda não há uma democratização deste. É preciso que, além da expansão do conhecimento, seja estimulada no país uma cultura científica que possa ser integrante da vida da população e promova soluções para questões cotidianas (RIBEIRO, 2004 p. 4).

Como consequência o resultado da produção científica não chega às escolas e tal fato se reflete no ensino de Biologia. Dantas e outros (2016, p.2) relatam que unidades públicas de ensino, quase que em sua totalidade, carecem de microscópios e demais equipamentos que poderiam ajudar na atuação docente no processo de ensino e aprendizagem. Assim, cabe ao educador e à escola adequar sua atuação pedagógica para que o educando compreenda o tópico ensinado e possa construir, mediado pelo professor um conhecimento duradouro (TEMP, 2011 p. 48).

Para promover a construção de um conhecimento prolongado e concreto, o ensino de biologia requer recursos que dispunham de grande estímulo visual e que facilitem o aprendizado de fenômenos abstratos e de difícil entendimento (AMORIM, (2013 p. 24); DANTAS et al., (2016 p.2); GONÇALVES et al., (2017 p.11). Silva, Silva e Castro (2015, p.7) sinalizam que estratégias didáticas com a utilização de modelos didáticos, além de auxiliarem no aprendizado de alunos aprimoram o fazer docente, visto que o emprego deste artifício possibilita transpor conteúdos científicos complexos em um conhecimento mais acessível ao âmbito escolar.

Os primeiros registros da utilização de modelizações na Ciência datam da década de 1950, onde James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin apresentaram à comunidade científica um modelo tridimensional da estrutura da dupla hélice da molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) (JUSTINA, FERLA, 2006).

Os modelos representam a natureza das teorias e classificam-se em: modelo representacional, quando se constitui numa representação física tridimensional, popularmente conhecido como maquete; modelo imaginário, usado para descrever a estrutura de um objeto ou sistema, e o modelo teórico, baseado no conjunto de conjecturas acerca de um objeto ou sistema (PAZ et al., 2006, p.54).

Duso (2012 p.9) destaca:

a tradição da modelização no ensino de ciências está fortemente pautada na construção de modelos teóricos (matematizáveis e sintetizados em expressões matemáticas), no entanto, a construção de modelos representacionais assume uma importância significativa para o desenvolvimento da aprendizagem em disciplinas como a Biologia. Desta maneira, acreditamos que os modelos representacionais são tão significativos para o ensino da Biologia e Química, como os modelos teóricos são para as disciplinas de Física e Matemática.

Orlando e outros (2009, p. 2) ressaltam a versatilidade das estruturas tridimensionais ou semiplanas em virtude da possibilidade de manipulação e visualização em vários ângulos o que resulta em uma compreensão mais abrangente de tópicos outrora representados de forma mais teórica, com figuras planas e por vezes descoloridas dos livros. Além disso, promove no aluno modelador a aquisição de habilidades artísticas. Amorim (2013, p. 24), ainda sobre essa temática, afirma que alguns conteúdos referentes ao ensino médio requerem do aluno habilidades imaginativas, inviabilizando o aprendizado de alguns estudantes, o que pode ser superado com a utilização de recursos manuseáveis. Tal fato também foi evidenciado por Vinholi Júnior e Princival (2014, p. 116) que em seus estudos constataram a importância da interação entre o sujeito aprendente e o objeto a ser apreendido para a eficiência na construção do conhecimento por meios bidimensionais e tridimensionais no estudo da biologia celular.

Além de sua aplicabilidade como um recurso facilitador do processo de ensino-aprendizagem, os modelos didáticos vêm sendo amplamente utilizados como ferramenta de inclusão social. Dentro dessa temática, alguns trabalhos ganham destaque no cenário educacional. O trabalho de Ribeiro (2004, p.6) culminou na criação de um Museu de Ciências Morfológicas que tem desempenhado projetos que atendem não somente escolas especializadas no trabalho com estudantes portadores de deficiência visual como também escolas regulares e o público em geral.

Ainda no que tange o estudo das ciências morfológicas, pode-se inferir que instrumentos didáticos táteis-visuais são facilitadores da aprendizagem seja em salas de aula regulares, seja em salas inclusivas para alunos com deficiência visual parcial ou total e, além disso, podem ser aplicados em todos os níveis de ensino, constituindo-se como um recurso gerador de um ensino igualitário e homogêneo em condições de ensino (SOUZA; FARIA, 2011 p.1558). Em razão disso, faz-se necessária a busca pela construção de recursos didáticos que possam contemplar toda a diversidade de estudantes para que se alcance um ambiente escolar não excludente e capaz de atender as especificidades tanto de alunos com NEE (Necessidades Educacionais Especiais) quanto sem NEE, tornando o ambiente escolar

democrático e gerador de cidadãos conscientes e atuantes na sociedade (VAZ et al., 2012 p. 101).

Em decorrência das vantagens agregadas ao uso dos modelos representativos há um vasto número de trabalhos divulgados na literatura envolvendo a prática de modelização no ensino de Biologia e áreas afins tanto na educação básica quanto na educação superior. Justina e Ferla (2005, p. 39), por exemplo, obtiveram aceitação por parte de alunos na aplicação de um modelo representativo no campo da genética, favorecendo o entendimento sobre a compactação do DNA eucarioto, sua localização e o processo de transmissão das informações hereditárias.

Paz e outros (2006, p.p. 161-162) abordaram o tema cadeia alimentar no ensino fundamental utilizando modelos e representações oriundas de livros didáticos de diferentes anos da formação básica e superior e diante dessa análise sugeriram que os modelos devem ser empregados como recursos auxiliares e aproximadores do processo educativo, e não como representativos da realidade.

Já Freitas e outros (2008, p. 92) trabalharam com modelos embriológicos destinados a alunos com dificuldades de assimilação de tais conteúdos, com a preocupação de confeccionar um modelo com material reciclável ou de baixo custo.

No campo da anatomia seccional sua relevância foi testada por OH, KIM, CHOE, (2009, p.p. 158-159), que trabalharam com modelizações elaboradas com argila para o estudo de neuroanatomia em virtude da dificuldade enfrentada por discentes na compreensão desta área de conhecimento bem como impossibilidade de manuseio de peças humanas e do alto custo de material sintético. Este estudo possibilitou uma aprendizagem mais ativa dos alunos e permitiu um melhor entendimento das estruturas e cortes tridimensionais e promoveu um estudo comparativo de imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética.

O emprego bem sucedido da modelização foi observado também por Matos e outros (2009, p. 21). No referido estudo a criação de modelos destinados ao estudo de Entomologia possibilitou aos aprendizes uma melhor assimilação de vários aspectos do modo de vida dos insetos como habitat, comportamento e classificação.

Contribuição igualmente bem sucedida na área de Zoologia empregou modelos para o estudo da importância dos artrópodes para o ecossistema, o que dinamizou a abordagem,

promoveu interação entre os estudantes e permitiu uma sensibilização acerca do sacrifício de animais (PUCCI et al., 2013 p. 7).

Em relação ao corpo humano, Duso (2012, p. 1) aplicou uma atividade didático-pedagógica de modelagem com materiais de baixo custo para a criação de biótopo de tamanho real, permitindo aos educandos analisar as diferenças anatômicas concernentes ao gênero. Já Ferreira e Silva (2017 p.8-9) em estudo englobando anatomia e fisiologia humana mediado pela confecção de modelos tridimensionais dos sistemas nervoso, circulatório, respiratório, digestório, urinário e reprodutor constataram o entendimento anatômico bem como de processos fisiológicos, além da percepção de um maior interesse discente. Os autores aventaram também a possibilidade de utilização da confecção de modelos didáticos como uma atividade avaliativa, evitando-se o modelo avaliativo tradicional.

No que se refere a modelos representativos para o estudo de citologia, há contribuições consideráveis como trabalhos de Ferreira e outros (2013, p 390) em que se testou um modelo demonstrativo da junção intercelular de desmossomo e o de Dantas e outros (2016, p. 2), que utilizaram maquetes celulares permitindo a compreensão mais eficiente da citologia para estudantes do ensino fundamental.

Há destaque também na literatura de trabalhos envolvendo o estudo da botânica, em que fica evidente a preocupação com a utilização de material de baixo custo, impedindo a oneração discente (PELLEGRINI et al., 2010). Algo que é amplamente observável nos diversos trabalhos descritos na literatura em que se empregam modelos representativos é a preocupação em se desenvolver a sustentabilidade no ambiente escolar. Assim, dentre os materiais mais utilizados na confecção de modelos tridimensionais destacam-se: garrafa PET, papelão, alumínio, vidro, massa de modelar, cartolina, isopor, madeira, massa de biscuit, tinta de tecido, pincel, estilete, tesoura, régua, cartolina, EVA, pistola e refil de cola quente, cola branca, cola de isopor, folha branca A4, caneta e lapiseira, arame, alfinetes de costura, tinta plástica de diferentes cores, entre outros (JUSTI; GILBERT (2002, p. 55); MATOS et al. (2009, p.21); SILVA et al. (2018, p.1388)).

Diante do exposto Freitas e outros (2008 p. 95) reforçam:

o uso de modelos construídos com material reciclado nas instituições, principalmente as públicas, leva à adoção de uma boa postura perante a luta contra a degradação ambiental devido à utilização de material reciclado. Também permite ao discente formar imagens mentais mais próximas das estruturas dinâmicas reais, além de propiciar que estudantes deficientes visuais possam ter acesso ao aprendizado, tornando-os inclusos no processo de aprendizado dinâmico.

Embora os estudos revelem que os modelos sejam um recurso didático recorrentemente utilizado em diversas modalidades de ensino para a representação de fenômenos e de estruturas biológicas, há ainda a necessidade de divulgação de tais estudos, bem como da promoção ao estímulo criador de novos modelos. Ferreira e outros (2013, p. 391) relatam em sua pesquisa que um número significativo de estudantes de graduação (iniciantes e veteranos) dos cursos de Nutrição e Ciências Biológicas nunca tiveram contato com modelos demonstrativos. Constatações semelhantes foram divulgadas por Silva, Silva e Castro (2015 p. 7) que evidenciaram em sua investigação com alunos do primeiro ano do Ensino Médio a pouca ocorrência de aulas que utilizassem modelos didáticos representativos e, além disso, um grande número de estudantes que não tiveram acesso a uma única abordagem diferenciada nesse sentido.

A carência de práticas envolvendo a criação ou a manipulação de modelos representativos pode culminar na não observação pelos estudantes das contribuições às quais esses modelos se propõem concebendo-os meramente um objeto de demonstração de fenômenos. Assim, Schwartz e Skjold (2012 p.456) salientam que estudantes de biologia são capazes de modificar suas concepções de modelos como representações de objetos e compreender que são instrumentos disponíveis à ciência para elucidação de fenômenos.

Ainda segundo os mesmos autores, é importante averiguar se as visões limitadas sobre as funções dos modelos alteram o entendimento e a utilização dos diversos modelos científicos conhecidos, tais como o DNA, estrutura do átomo, ciências da terra, etc. E, somando-se a isso é necessário que os programas de licenciatura incluam o conhecimento da natureza dos modelos científicos (SCHWARTZ, SKJOLD, 2012 p 457).

Em razão disso, as amplas vantagens obtidas pela utilização de modelos didáticos representativos devem respeito aos objetivos que estes sugerem quanto ao fazer ciência evitando-se sua utilização apenas como uma proposta lúdica e atraente ao alunado. Dessa maneira constitui-se numa estratégia metodológica capaz de amenizar a abstração inerente ao estudo analítico e comparativo entre espécies como o que se destina o presente estudo.

3 OBJETIVOS

Diante do exposto, o ensino de biologia não pode prescindir de intervenções diferenciadas. Isso se torna mais contundente no ensino do corpo humano o qual pode mostrar-se muito mais atrativo com a utilização de estruturas imagéticas e a construção de modelos tridimensionais.

Assim, o presente trabalho de conclusão de Mestrado profissional em ensino de Biologia tem por objetivo criar um modelo didático representativo (tridimensional) destinado ao estudo comparativo dos padrões de fluxo sanguíneo dos Amniotas, destacando similaridades e diferenças referentes ao sistema cardiovascular, possibilitando o reconhecimento da espécie humana como parte integrante de um processo evolutivo que inclui todos os seres vivos. Além do modelo didático será elaborado um roteiro de estudo com atividades que evoquem aspectos evolutivos e comparativos sobre o sistema cardiovascular de forma a orientar a atuação docente durante o uso do modelo tridimensional. Esse produto educacional será divulgado como um produto didático destinado ao auxílio de docentes de biologia no manejo de aulas práticas no estudo da anatomia humana, zoologia e evolução. O estudo prevê ainda investigar os principais métodos de ensino adotados por docentes de duas instituições públicas do Estado do Rio de Janeiro para o ensino de anatomia humana para que de posse desses dados o modelo didático e o roteiro de estudo possam ser aprimorados para melhor atender aos anseios dos docentes e tentar minimizar possíveis dificuldades relatadas pelos professores.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um modelo representativo (tridimensional) com materiais de baixo custo destinado ao estudo comparativo dos padrões de fluxo sanguíneo dos Amniotas, destacando similaridades e diferenças referentes ao sistema cardiovascular.
- Elaborar um roteiro de aulas com atividades que evoquem aspectos evolutivos e comparativos sobre o sistema cardiovascular de forma a orientar a atuação docente durante o uso do modelo tridimensional.
- Realizar entrevistas para investigar as estratégias adotadas por docentes de Biologia no ensino do corpo humano.

- Analisar os apontamentos dos docentes entrevistados e fazer possíveis ajustes no modelo didático criado, e principalmente, no roteiro de estudos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONFECÇÃO DO MODELO DIDÁTICO

O trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica sobre esquemas de circuitos sistêmico e pulmonar de Amniotas em literatura especializada. Além disso, houve uma busca por fontes imagéticas diversas tais como esquemas de livros didáticos, fotos e vídeos extraídos de meios eletrônicos. Após tal pesquisa, a figura 13.8 da página 395 do livro “A Vida dos Vertebrados” (POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B., 1999, p. 395), que retrata a relação entre o coração e os principais vasos sanguíneos de um Crocodylia, foi o esquema escolhido como base para confecção do modelo didático (Figura 1).

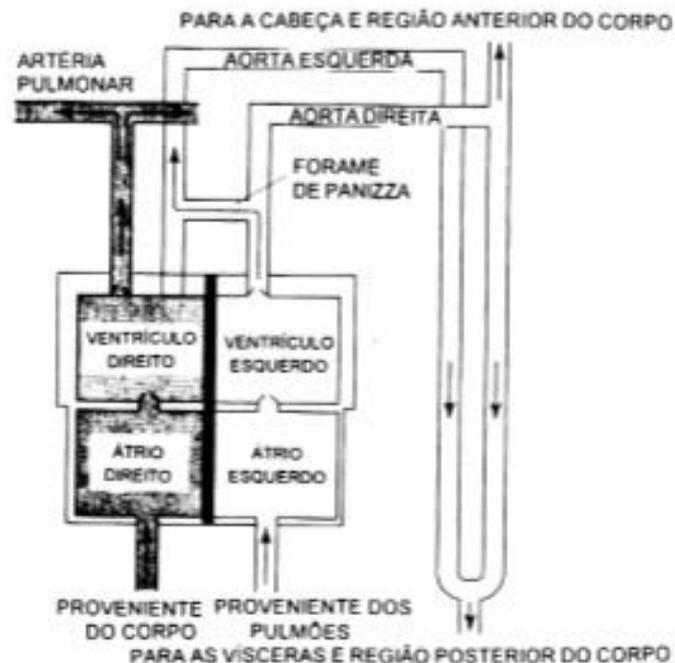


Figura 1- Relação entre o coração e os principais vasos sanguíneos de Crocodylia. Extraído de Pough et al. (1999, p. 395)

A escolha desse esquema deveu-se à possibilidade de adequações que permitem o estudo dos demais grupos de Amniotas a partir da inclusão ou exclusão de determinadas estruturas (e.g. vasos sanguíneos). Dessa forma, novos desenhos foram elaborados até a obtenção de um esquema final (Figura 2) que atendesse da melhor forma possível as especificações de todos os grupos do estudo.

O coração de todos os Amniotas, grupo que inclui os Testudines (tartarugas e cágados), o tuatara (Rhynchocephalia), os Squamata (lagartos, anfisbenas e serpentes), os

jacarés (Crocodylia), além das Aves e Mamíferos, possuem dois átrios, o direito (AD) e o esquerdo (AE). Portanto, tais compartimentos não sofreram modificações a partir do desenho inicial.

Testudines e Squamata possuem um único ventrículo com três subcompartimentos anatômicos: a Cavidade Arterial (CA), a Cavidade Venosa (CV) e a Cavidade Pulmonar (CP). Para representar este grupo foi necessário acrescentar um septo exatamente no meio do ventrículo direito representando a Crista Muscular (CM). Com isso são gerados dois subcompartimentos anatômicos, a Cavidade Pulmonar (CP) e a Cavidade Venosa (CV). Outra adaptação realizada no esquema foi criar uma descontinuidade no meio do septo existente entre os ventrículos direito e esquerdo do coração de Crocodylia. Com essa mudança desconsidera-se o Ventrículo Esquerdo para Testudines e Squamata e este espaço simula a Cavidade Arterial (CA).

No esquema final o Ventrículo direito (VD) é considerado para o estudo de Crocodylia, Aves e Mamíferos. Já para Testudines e Squamata considera-se mais à direita a Cavidade Pulmonar (CP) e mais à esquerda a Cavidade Venosa (CV), ambas separadas pela Crista Muscular (CM). Da mesma forma o Ventrículo esquerdo (VE) é considerado para o estudo de Crocodylia, Aves e Mamíferos., enquanto para Testudines e Squamata a mesma região simula a Cavidade arterial (CA)

Finalmente, para atender as características do coração de cada grupo, foi necessário realizar ajustes nos Arcos aórticos. Ao desconsiderar o Arco aórtico direito (AAD) conectado ao ventrículo esquerdo (VE) obtêm-se o esquema para o estudo de Testudines e Squamata. Para o estudo de Crocodylia desconsidera-se o Arco aórtico direito (AAD) conectado ao ventrículo direito.

Para o estudo de Aves desconsidera-se o Arco Aórtico esquerdo (AAE) e o Arco Aórtico direito (AAD) conectado ao ventrículo direito, sendo que o único arco aórtico sistêmico presente é o direito (AAD) estando conectado ao ventrículo esquerdo. Por fim, para o estudo de Mamíferos também desconsideram-se os Arcos Aórticos direito (AAD) e esquerdo (AAE) do ventrículo direito, sendo que o único arco aórtico sistêmico restante é Arco Aórtico esquerdo (AAE) conectado ao ventrículo esquerdo dos Mamíferos.

O desenho final do esquema (Figura 2) possui um compartimento central que representa o coração generalizado dos Amniotas e os vasos sanguíneos relacionados. Do ventrículo direito (VD) emergem, da esquerda para a direita, a Artéria pulmonar (AP), o Arco aórtico Esquerdo (AAE) e o Arco aórtico direito (AAD). Já do ventrículo esquerdo emerge o outro Arco aórtico direito (AAD).

O compartimento que representa o pulmão recebe a Artéria pulmonar (AP) e dele emerge um tubo representando o conjunto de Veias pulmonares (VP) representado por uma seta em vermelho, indicando o sangue arterial que é rico em oxigênio e que se conecta ao Átrio esquerdo (AE).

O compartimento que representa o corpo recebe os Arcos aórticos e a partir dele emerge um tubo representando o conjunto das Veias cava (VC), indicado por uma seta de coloração azul correspondendo ao sangue venoso que é pobre em oxigênio.

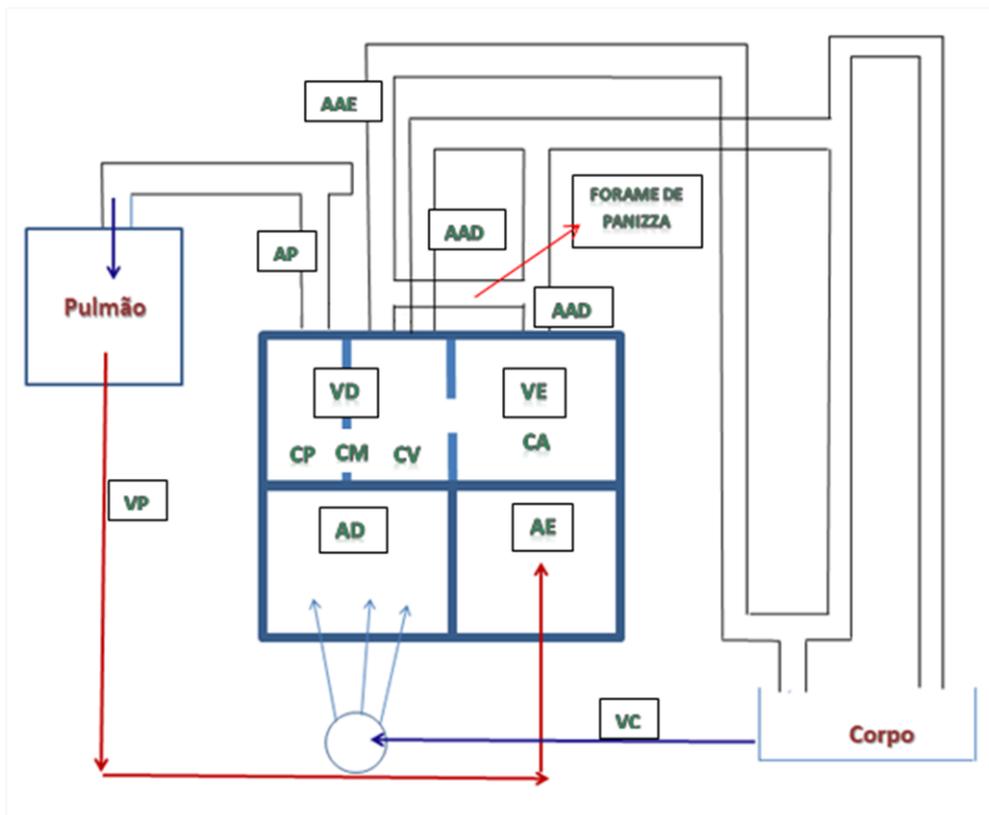


Figura 2 – Esquema do modelo didático proposto mostrando os compartimentos e vasos sanguíneos pertinentes ao estudo de Amniotas. No centro os compartimentos e subcompartimentos do coração, AD (átrio direito), AE (átrio esquerdo), VD (ventrículo direito), VE (ventrículo esquerdo), CP (cavidade pulmonar), CM (Crista Muscular), CV (cavidade venosa), CA (cavidade arterial). Do ventrículo direito (VD) emergem da esquerda para à direita AP (artéria pulmonar), AAE (arco aórtico esquerdo) e AAD (arco aórtico direito). Do ventrículo esquerdo emerge o AAD (arco aórtico direito). Emerge do “pulmão” a VP (Veia pulmonar. As setas vermelhas indicam o sangue arterial) e do “corpo” emerge VC (veia cava. A seta azul indica o sangue venoso). No átrio direito (AD) há três setas indicando diferentes padrões de fluxo.

Primeiramente, as dimensões da base do coração do modelo didático foram obtidas com o auxílio do programa de projetos 3D Solid Work (DASSAULT SYSTEMES S.A, 2016), o que possibilitou a definição e organização do projeto no modelo tridimensional (Figura 3). A escolha desse programa permitiu a otimização durante o processo de criação à medida que promoveu a redução de erros e de tempo gasto no detalhamento.

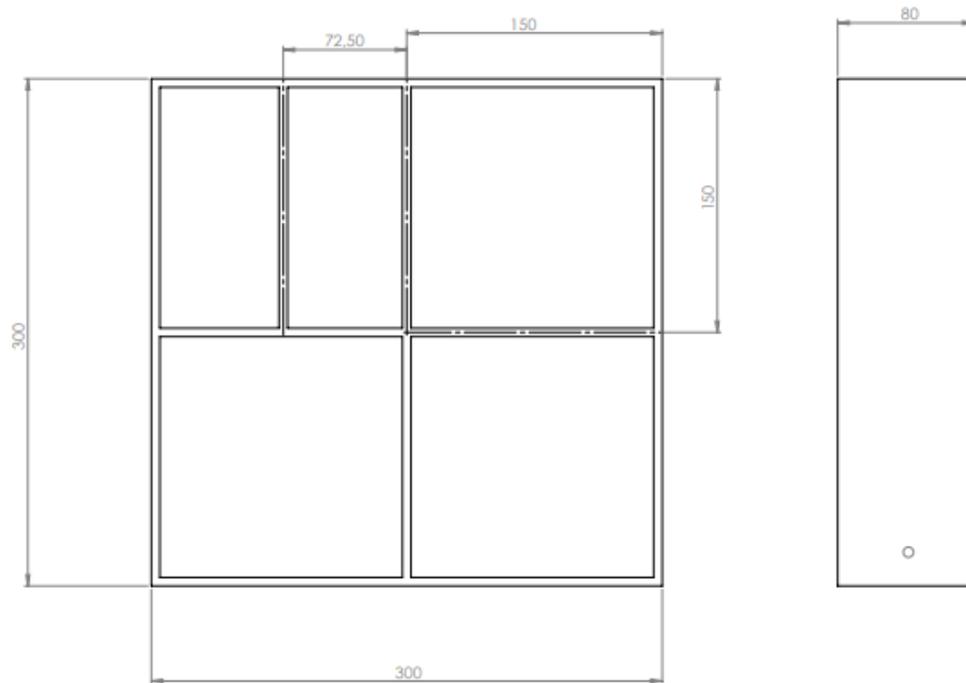


Figura 3 – Os compartimentos que simulam o coração dos Amniotas proposto no referido estudo mostrando suas dimensões obtidas através do software Solid Work 2016. Medidas em milímetros (mm).

Após a definição das dimensões da base do modelo foi estabelecida que esta seria elaborada com material resistente e durável, a madeira. O desenho dos compartimentos do coração generalizado dos Amniotas foi feito sobre esta mesma base (Figura 4) e os tubos simulando os vasos sanguíneos foram fixados. O material utilizado para simular os vasos foram tubos flexíveis de nylon devido a sua durabilidade e resistência. Ainda que a madeira seja um material orgânico não reciclável, sobras desse material podem ser encontradas facilmente em marcenarias e até mesmo em ambientes escolares, possibilitando sua reutilização a partir de materiais advindos de restos de carteiras e outros.

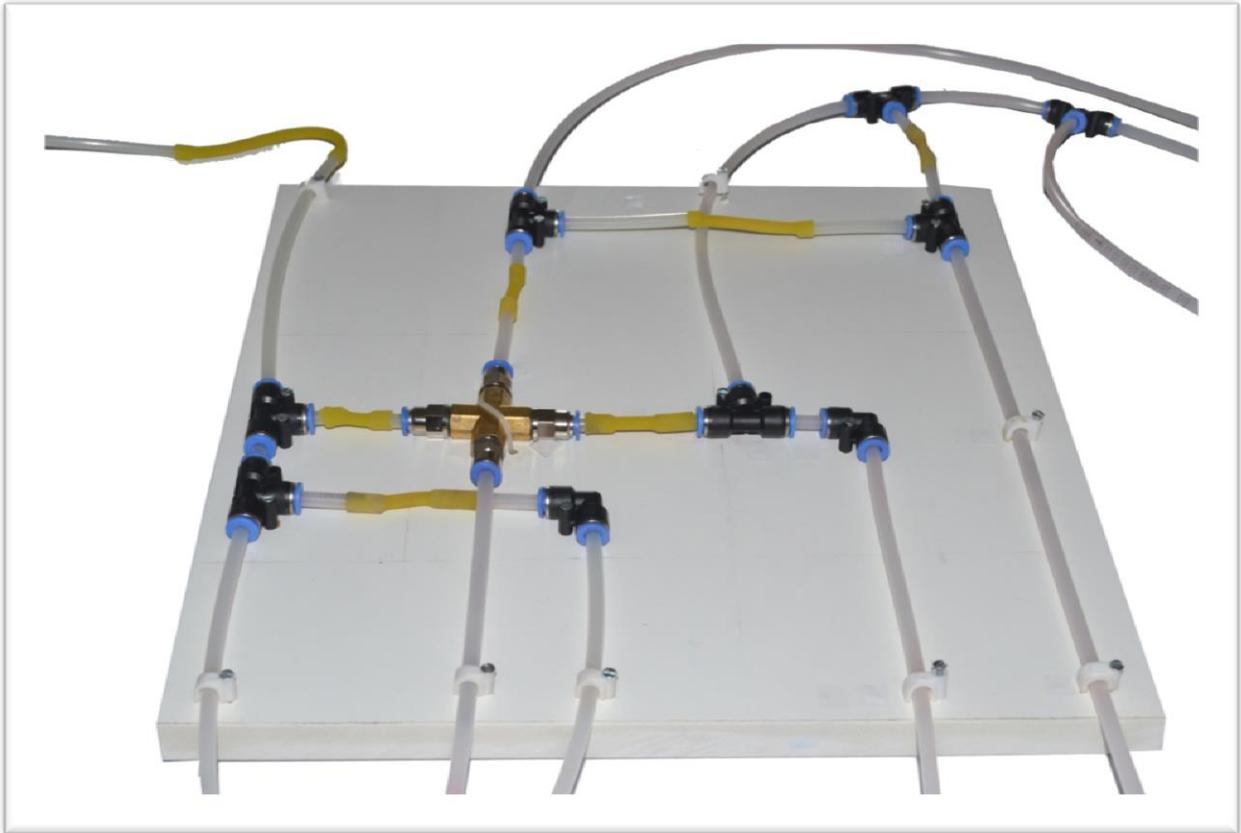


Figura 4 – Base do modelo didático tridimensional.

O modelo também conta com outros dois compartimentos que simulam o pulmão e o corpo. Para simular tais compartimentos foram utilizadas embalagens do tipo recipiente plástico de sorvete (Figura 5), visando atender a proposta inicial de reaproveitamento de materiais ou a utilização de materiais de baixo custo.



Figura 5 – Recipientes plásticos utilizados para simular o pulmão e o corpo.

Da embalagem plástica que simula o pulmão emerge um tubo plástico flexível que simula a veia pulmonar (VP) e desemboca na parte inferior esquerda da base de madeira, a qual simula o átrio esquerdo (AE). Da embalagem plástica que simula o corpo parte um tubo plástico flexível que simula a Veia Cava (VC) e conecta-se a uma união com três saídas que permite que três tubos flexíveis sejam acoplados em direção à porção inferior direita da base, a qual simula o átrio direito (AD).

Em determinados pontos do modelo didático há a necessidade de desvios nos tubos flexíveis de nylon em virtude dos circuitos que compõem os padrões a serem estudados. Para isso, foram utilizadas conexões pneumáticas de união em T, em cruz ou em cotovelo para estabelecer os padrões previstos. Em determinados pontos do circuito tubos flexíveis são substituídos por tubos de borracha do tipo garrote que representam materiais mais flexíveis, permitindo a compressão de vasos sanguíneos que simulam determinadas condições fisiológicas. Os pontos de conexão entre os tubos flexíveis e os recipientes plásticos foram encaixados e vedados com cola pvc para impedir o vazamento de água durante o funcionamento do modelo (Figura 6).

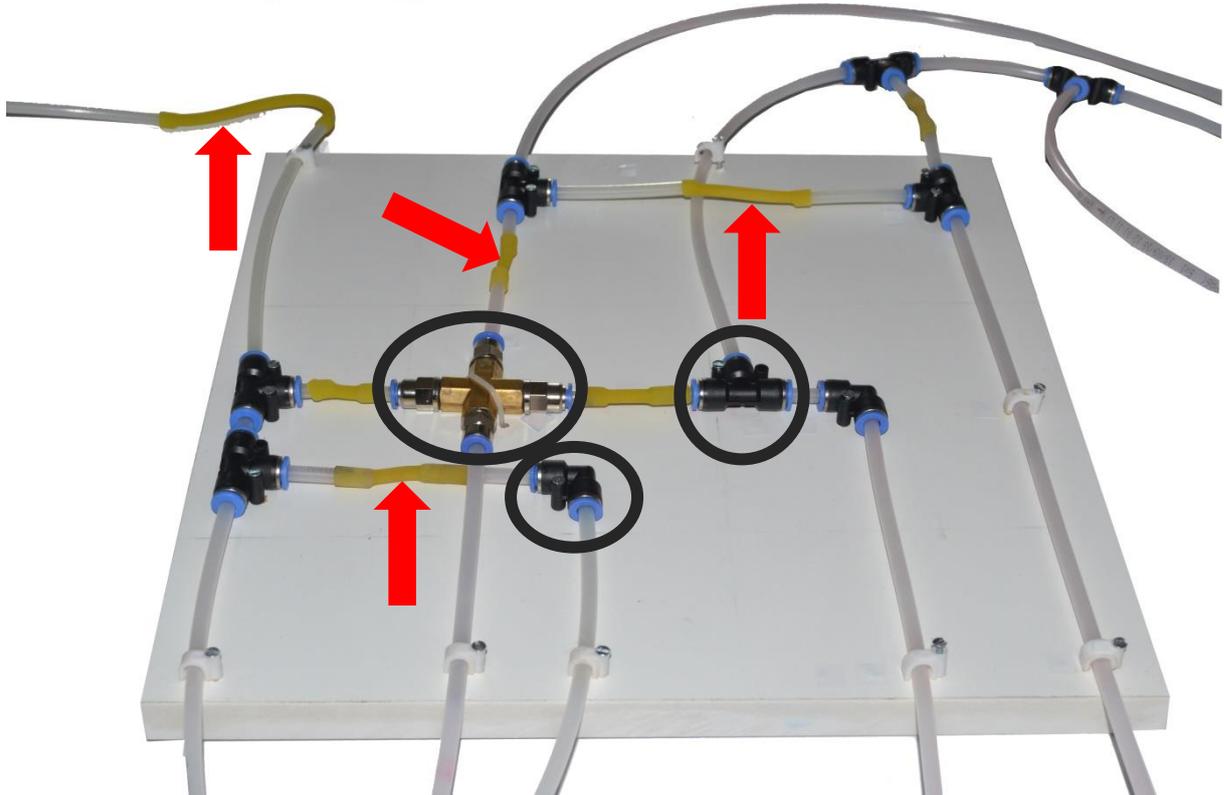


Figura 6 – Conexões pneumáticas utilizadas para unir os tubos flexíveis. Em destaque acima e a esquerda a união em cruz; à direita união em T e abaixo união em cotovelo. Setas vermelhas apontam para algumas regiões onde os tubos flexíveis foram substituídos por garrotes.

O modelo conta com uma bomba submersa modelo Sarlo Better S520 520l/h - 110 V que impulsiona o fluxo de água a partir dos compartimentos plásticos que simulam o pulmão e o corpo. Tal equipamento deve ser acoplada em tais compartimentos.

Uma vez montado, com os tubos flexíveis acoplados junto aos compartimentos pulmão e corpo, o modelo pode ser utilizado (Figura 7). Para tanto, deve-se adicionar água ao compartimento desejado e ligar a bomba submersa. Esta mantém o fluxo de água entre os tubos de nylon flexíveis constante e com direcionamento aleatório. Para que ocorra um direcionamento de fluxo são utilizadas pequenas presilhas do tipo “Garra de Jacaré” ou pinças cirúrgicas que possibilitam o estrangulamento nos pontos do circuito com os tubos de borracha do tipo garrote, permitindo a compressão de vasos sanguíneos que simulam determinadas condições fisiológicas. Além disso, podem ser utilizados pinos para bloquear determinados fluxos de água ou até mesmo o desacoplamento de tubos.

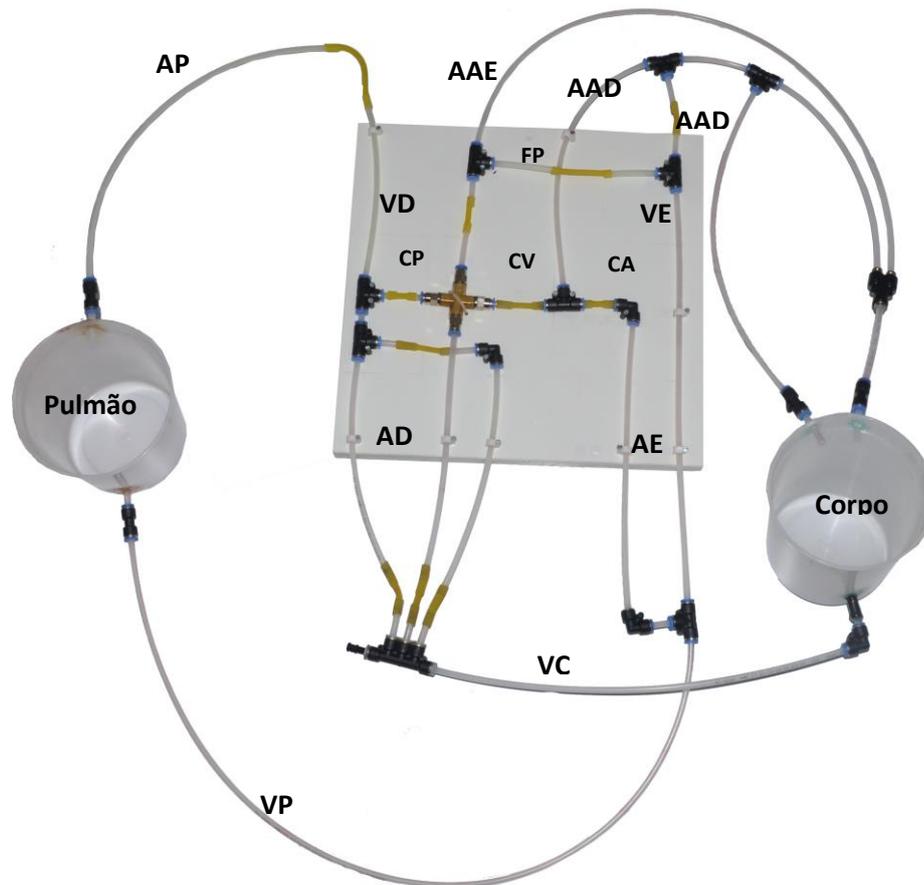


Figura 7 – Modelo didático tridimensional que simula o coração e os principais vasos sanguíneos de Amniotas. Na base do modelo estão representados o Átrio direito (AD), o Átrio esquerdo (AE), Ventrículo direito (VD), Ventrículo esquerdo (VE), Cavidade pulmonar (CP), Cavidade Venosa (CV) e Cavidade arterial (CA). Da esquerda para a direita estão os tubos que representam a artéria pulmonar (AP), o Arco aórtico esquerdo (AAE), o Arco aórtico direito ligado ao ventrículo direito (AAD) e o Arco aórtico direito ligado ao ventrículo esquerdo (AAD). O Forame de Panizza (FP) conecta o Arco aórtico esquerdo ao Arco aórtico direito ligado ao ventrículo esquerdo. Emerge do recipiente “pulmão” a Veia pulmonar (VP) e do recipiente “corpo” emerge a VC (Veia Cava).

A confecção do modelo didático tridimensional com materiais de baixo custo teve como objetivo sua fácil utilização e reprodução para fins didáticos. Entretanto, ao longo do processo de idealização e confecção do modelo alguns materiais que geraram um custo maior ao projeto final foram escolhidos em virtude da possibilidade de elaboração de um material didático que possa ser usufruído por mais tempo em uma unidade escolar. Ainda assim, alguns materiais podem ser facilmente substituídos (e.g. tubos flexíveis podem ser trocados por tubos de borracha e as garras de jacaré e as pinças cirúrgicas podem ser substituídas por prendedores de roupa com maior capacidade de compressão). Por último, a bomba submersa pode ser substituída por uma bomba de sifão.

4.2 O ROTEIRO DIDÁTICO

Em seu sentido literal um roteiro significa uma orientação, um caminho a ser seguido. O roteiro didático elaborado neste estudo visa nortear a utilização do modelo didático por discentes e docentes. Desse modo, este instrumento didático apresenta aos agentes do processo de ensino-aprendizagem a estruturação do modelo e o seu funcionamento e, além disso, contém questões instigadoras para que alunos possam construir o conhecimento de forma gradativa a partir de suposições que em algumas situações poderão ser constatadas a partir da operação do modelo didático.

Tal roteiro foi elaborado tendo como base uma modalidade didática reconhecida por Krasilchik (2016, p.82) como “*Convites ao Raciocínio*”. Nessa estratégia didática o aluno é envolvido por uma série de questionamentos dotados de uma lógica sequencial com a intenção de que haja a construção do conhecimento com a sua atuação ativa, sem que lhe sejam dadas respostas prontas. No roteiro aqui elaborado, o aluno é constantemente chamado à reflexão através de questões que envolvem a observação e a manipulação do modelo didático, além da apresentação de informações adicionais àquelas referentes aos padrões circulatorios de cada grupo de Amniota. Ao longo desse processo é possível que surjam análises críticas a partir das evidências, fatos, esquemas e informações dadas que fomentem a elaboração de conclusões pelos próprios alunos.

Visando atender a um público que carece de modalidades de ensino que incitem o interesse do alunado a proposta deste estudo teve a preocupação para que as atividades elaboradas fossem baseadas no método científico para que os estudantes assimilem na prática o fazer científico, o que está intrinsecamente envolvido na modalidade de “*Convites ao Raciocínio*”. Krasilchik (2016, p. 82) salienta que os “*Convites ao Raciocínio*” (Figura 8) envolvem os alunos em uma investigação que desenvolve habilidades como imaginação e o raciocínio. Tais atividades objetivam expor aos alunos os princípios das descobertas científicas, denotando a importância da observação e da interpretação de dados nesse processo, levando-os a compreender que o conhecimento surge do questionamento e da busca por explicações a partir da proposição de hipóteses e de conceitos pré-estabelecidos. Esse processo é dinâmico e gera novas observações e constatações que surgem a partir da revisão do que já fora estabelecido.



Figura 8 - Fluxograma elaborado na presente pesquisa baseado nos objetivos da unidade didática “*Convites ao Raciocínio*” (KRASILCHIK, 2016 p. 83).

Desse modo propusemos aqui estudar a anatomia do sistema circulatório de forma interdisciplinar e voltada para a construção do conhecimento de uma forma similar ao que é previsto no método científico. Isso leva o aluno a crer que o que se reconhece hoje como verdadeiro e que auxilia no modelo de sociedade em que ele vive só foi possível ser consolidado porque esse conhecimento foi construído a partir de observações, avaliações, escrutínio e novas observações.

O roteiro didático destaca os objetivos da proposta de ensino vinculada ao modelo didático e pontua as habilidades e competências pertinentes às orientações destinadas à elaboração da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), oportunizando aos docentes reflexões acerca das novas tendências da educação no país.

Há ainda no roteiro um breve resumo acerca do grupo zoológico a ser destacado no estudo - os Amniotas – bem como o padrão de fluxo sanguíneo de cada grupo. A proposta prevê o estudo dos padrões de fluxo sanguíneo de Amniotas dentro de uma sequência lógica que deve ser respeitada durante o estudo. No entanto, é facultada ao professor mediador a exclusão de trechos ou até mesmo o acréscimo de novas questões.

Para os discentes, no final do estudo é proposto um jogo didático objetivando aplicar os conceitos apreendidos durante o estudo revendo circunstâncias concernentes a cada grupo de Amniota o que implicará na tomada de decisões durante a execução da atividade, salientando a proposta de um ensino comprometido com atividades mais condizentes com as expectativas do alunado.

Para os docentes, há orientações para um melhor aproveitamento do estudo proposto. Tais orientações, não representam um gabarito propriamente dito, mas e possíveis indagações e possíveis conclusões dos discentes com as quais o mediador pode se deparar. Entretanto, caso seja do seu interesse, o mediador pode desconsiderá-las e apropriar-se da construção conjunta com os alunos, tornado o processo de ensino-aprendizagem totalmente voltado para o protagonismo do aluno.

4.3 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

O presente estudo também se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, pois além de confeccionar um modelo didático para o estudo comparado do sistema cardiovascular de Amniotas, incluiu também uma entrevista semiestruturada realizada com professores da rede Estadual de ensino do Rio de Janeiro. Esta entrevista possibilitou o conhecimento e a análise das principais metodologias didáticas empregadas por docentes no ensino do corpo humano, sendo de grande valia para um melhor aproveitamento do modelo didático apresentado neste estudo.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos – CEP HUCFF/FM/UFRJ conforme a orientação prevista na Resolução 466/2012 MS (Ministério da Saúde) a qual dispõe sobre normas aplicáveis a pesquisas que adotem metodologias que busquem obter dados a partir de seres humanos. O referido CEP é órgão de controle de questões éticas das pesquisas desenvolvidas na UFRJ, visando proteger participantes de pesquisas de eventuais problemas. A pesquisa foi aprovada por meio de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE número 02459118.8.00005257.

Segundo Rosa (2013, p. 94) os Instrumentos de Coleta de Registros mais utilizados nas pesquisas de caráter qualitativo em ensino são: questionários, entrevistas, opinários,

caderno de campo, testemunhos de vida, testes e filmagens. Assim, a escolha da entrevista como método de investigação permite a possibilidade de observação do trabalho docente *in loco* e a promoção de um clima amistoso e sem constrangimento a fim de permitir um maior aporte de informações durante a investigação.

A observação reflete o contato direto do pesquisador com o participante da pesquisa. Essa técnica é conhecida como observação assistemática, onde os registros da realidade são feitos sem o emprego de meios técnicos especiais, mas sim de forma espontânea, sendo de grande valia em estudos exploratórios sobre o campo a ser pesquisado (BONI; QUARESMA, 2005, p.71). Entrevistas podem ser potencialmente bem sucedidas no âmbito da pesquisa da realidade educacional. Segundo Duarte (2004, p.215)

entrevistas são fundamentais quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos, mais ou menos bem delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados. Nesse caso, se forem bem realizadas, elas permitirão ao pesquisador fazer uma espécie de mergulho em profundidade, coletando indícios dos modos como cada um daqueles sujeitos percebe e significa sua realidade e levantando informações consistentes que lhe permitam descrever e compreender a lógica que preside as relações que se estabelecem no interior daquele grupo, o que, em geral, é mais difícil obter com outros instrumentos de coleta de dados.

As entrevistas semiestruturadas aliam perguntas abertas e fechadas, onde o entrevistado pode discorrer sobre o tema proposto. Os questionamentos são previamente definidos, mas o procedimento ocorre em um contexto semelhante ao de uma conversa informal. O entrevistador pode adicionar perguntas caso julgue pertinente para elucidar questões que não ficaram claras ou redirecionar o contexto da entrevista em caso de distanciamento do tema ou alguma dificuldade do informante. Esse tipo de entrevista é frequentemente utilizada quando se deseja um direcionamento maior para o tema, intervindo com o propósito de atingir os objetivos estipulados (BONI; QUARESMA, 2005, p.75).

As escolas selecionadas para o estudo foram o Colégio Estadual Vila Bela (Figura 9) situado na Rua Tibiriçá, 285, Banco de Areia, Mesquita – RJ, onde a pesquisadora atua como docente e o Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa (Figura 10) situado na Rua João Rodrigues da Cunha 195, Olinda, Nilópolis – RJ.



Figura 9 – Fachada do Colégio Estadual Vila Bela.



Figura 10 – Fachada do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Conhecer as ideias e os princípios pedagógicos de outros docentes possibilita que a elaboração de qualquer proposta pedagógica respeite ao máximo os agentes do processo educacional, processo este que ocorre de diferentes maneiras dentro de uma mesma unidade escolar e dentro de unidades escolares diferentes. Em virtude disso é que foi estabelecida a escolha de duas unidades escolares.

Foram entrevistados quatro docentes em cada unidade escolar. Os registros foram realizados por meio de anotações do entrevistador em questionários impressos. O contexto da entrevista abordou o ensino de anatomia humana no ensino médio objetivando compreender o trabalho docente no estudo do corpo humano e conhecer quais metodologias são frequentemente empregadas, de que maneira são aplicadas e sua eficácia. Os itens pesquisados foram a formação docente, o planejamento geral da disciplina de biologia e o planejamento das aulas de anatomia humana, zoologia e evolução, como esse ensino é estruturado e se há integração entre os conteúdos. Durante a execução da entrevista, foram feitas intervenções para esclarecer eventuais dúvidas.

Quinze questões norteadoras foram elaboradas para o desenvolvimento da entrevista (Apêndice B), sendo que cinco versam sobre questões gerais sobre a formação docente e as demais sobre o trabalho voltado para o ensino de biologia propriamente dito no que tange aos aspectos investigativos e a menção às questões comparativas nas aulas.

Durante o planejamento da entrevista, os participantes foram contatados e informados sobre os objetivos da pesquisa, do tempo aproximado para sua execução (cerca de 30 minutos) e da sua participação voluntária e não remunerada mediante princípios éticos. Todos os oito participantes contatados concordaram em participar da entrevista e as datas para a sua realização foram marcadas com antecedência.

Após a coleta de informações nas unidades escolares foi realizado um estudo do conteúdo extraído das entrevistas obedecendo ao método de análise de conteúdo. Visto ser considerado um instrumento de exploração interpretativa de documentos, conduzido por técnicas que visam à organização e à sistematização de unidades textuais, a análise de conteúdo objetiva a evidenciação de núcleos de sentido dos documentos, a exemplo de temas, conceitos e significados (FERREIRA; LOGUECIO, 2014, p.46). Esse método de análise possibilitou uma interpretação mais fidedigna dos processos inerentes às técnicas de ensino-aprendizagem bem como percepções, desapontamentos e ações de superação de dificuldades expressadas pelos sujeitos da pesquisa.

De posse do material extraído das entrevistas julgou-se importante que este passasse por um processo de preparação. Moraes (1999, p. 11) relata que a matéria-prima que será objeto de análise precisa ser submetida a uma preparação que a transforme em dados consistentes de acordo com os objetivos da pesquisa. Dessa forma, todas as respostas foram transcritas e os materiais obtidos receberam códigos formados por letras, permitindo o rápido acesso a cada material diante de qualquer necessidade durante o estudo.

O procedimento de análise prosseguiu com a definição de categorias, que consistem em um agrupamento do material em núcleos de sentido, ou seja, levando em conta o que há de semelhança entre tais informações. De acordo com Moraes (1999, p.13), a categorização constitui uma ordenação dos elementos de uma mensagem observando-se determinados critérios.

As respostas dos entrevistados foram categorizadas da seguinte forma:

- Formação profissional;
- Áreas de atuação e formação continuada;
- Utilização de recursos diferenciados;
- Metodologia investigativa;
- Recursos para aulas de anatomia;
- Ensino de anatomia dentro de uma perspectiva evolutiva;
- Dificuldades e superações;
- Potencialidades do modelo didático.

Após a definição das categorias, seguiu-se a identificação dos trechos pertinentes a cada classificação em todo o material obtido e de posse dessas informações foram elaboradas tabelas com o resumo de cada categoria. Essas tabelas consistem na utilização de textos extraídos da fala dos entrevistados dentro das unidades de análise pré-estabelecidas.

De posse dessas tabelas foram feitos dois gráficos buscando uma compreensão mais detalhada das informações obtidas dentro de outra perspectiva de interpretação. O tratamento das informações segue com uma interpretação dos dados obtidos e subsequente apreciação

crítica de acordo com literatura específica do ensino de biologia de forma a enriquecer o produto educacional criado.

5 RESULTADOS

5.1 DESTAQUE DAS PECULIARIDADES DE CADA UNIDADE ESCOLAR VISITADA

A primeira sequência de entrevistas foi realizada no Colégio Estadual Vila Bela nos dias 05 e 06 de fevereiro de 2019. A referida escola é bem conhecida pela entrevistadora visto que consiste no seu local de trabalho. A escola possui cerca de 1290 alunos matriculados no ensino fundamental e médio (segundo informações do Quadro de horários 2019 das Escolas do Rio de Janeiro) que, em sua maioria, residem próximo à unidade ou em municípios adjacentes como Belford Roxo e Nova Iguaçu. As turmas são compostas por 40 alunos em média. As salas de aula dispõem de quadro branco e há dois projetores disponíveis para todos os professores. A unidade escolar conta também com um auditório e um laboratório de ciências não operante dotado de vidrarias, banners explicativos, microscópios que precisam de reparo e dois modelos didáticos de corpo humano que retratam o esqueleto e os órgãos internos. Sua não utilização deve-se ao pequeno espaço disponível e ausência de climatização.

A segunda sequência de entrevistas foi realizada no dia 8 de fevereiro de 2019 no Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa. Tal unidade escolar possui cerca de 970 alunos segundo dados do Quadro de horários 2019 das escolas do Rio de Janeiro. A referida unidade escolar funciona nos três turnos e oferta vagas apenas para o ensino médio regular e profissionalizante. Além de alunos que residem nas proximidades da escola há um grande número de alunos advindos do município do Rio de Janeiro. A escola também dispõe de projetores e quadro branco para utilização dos docentes, assim como auditório, sala de informática e laboratório de ciências. A escola oferece um programa de ensino profissionalizante em empreendedorismo além do ensino médio regular. Recentemente a unidade escolar foi noticiada pelo bom desempenho de um projeto que prepara alunos para competições de matemática. Durante a visita à unidade a pesquisadora foi convidada a participar de uma reunião sobre um novo projeto liderado por uma professora de biologia que trabalharia com “games” inteligentes em uma parceria com o Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE-UFRJ).

Em ambas as unidades escolares são notórias a participação de docentes na elaboração de projetos em diferentes áreas do conhecimento. Entretanto, a adesão e o grau de envolvimento docente são particulares e voluntários, pois depende muito da motivação e criatividade diante da escassez de recursos disponibilizados.

5.2 DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Seguindo a premissa da metodologia de análise de conteúdo que avalia o que foi apreendido a partir de uma investigação (entrevista) foram criadas tabelas (Apêndice A) com cada categoria de análise pré-estabelecida com a síntese das respostas dos oito professores de biologia entrevistados a partir dos objetivos estipulados na pesquisa. Os professores A, B, C e D são participantes da primeira sequência de entrevista. Já os professores E, F, G e H participaram da segunda sequência de entrevistas. Após a análise das respostas dos professores foi elaborada uma síntese com as principais percepções das ideias extraídas da entrevista. De posse dessas informações foi possível a elaboração de gráficos (Figuras 11 e 12).

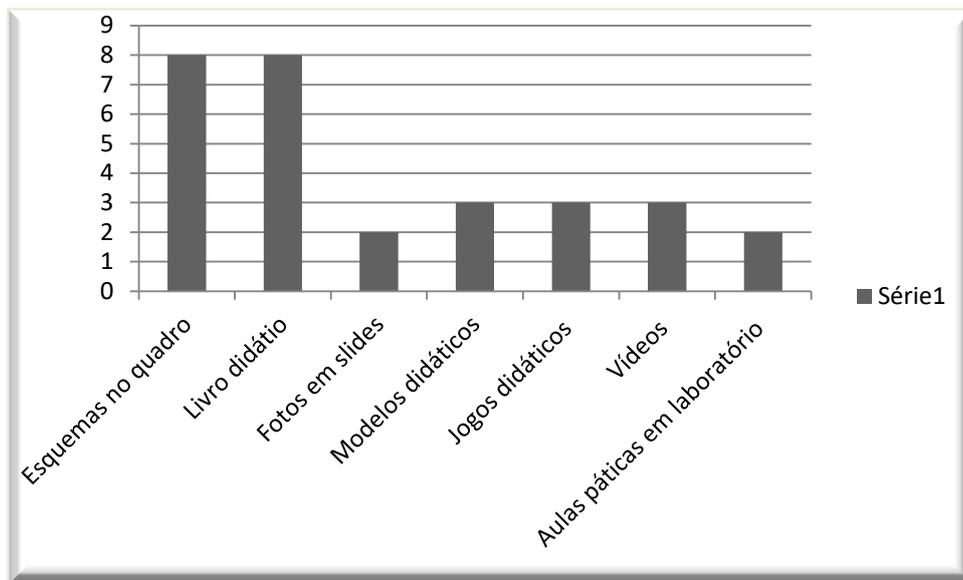


Figura 11 - Gráfico sobre os principais recursos didáticos utilizados pelos oito docentes entrevistados nas duas unidades escolares analisadas.

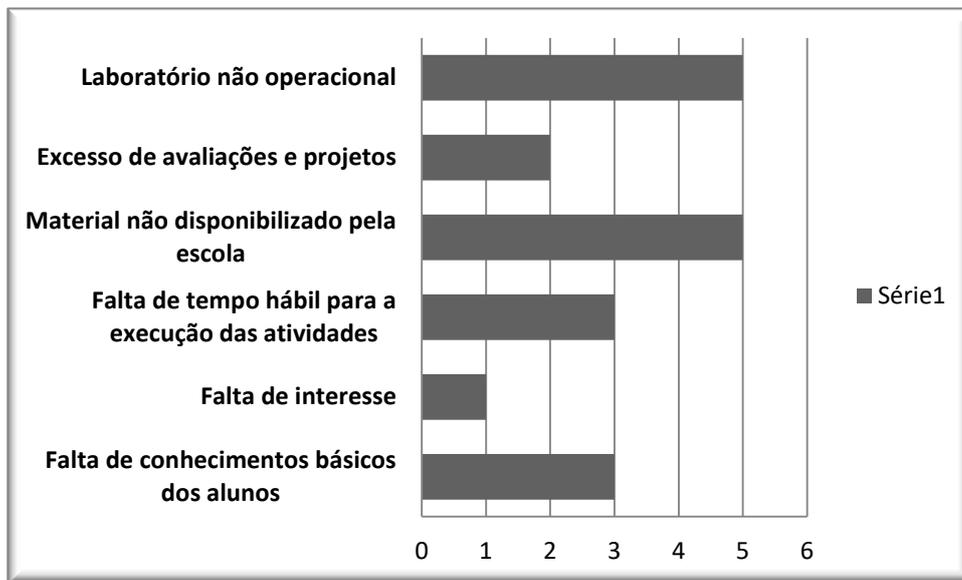


Figura 12 – Gráfico apontando as principais dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Biologia mencionadas pelos oito docentes entrevistados nas duas unidades escolares analisadas.

Baseado nestes dados foi possível realizar algumas inferências acerca do fazer docente do grupo de professores pesquisados. Sobre o perfil dos docentes todos os professores entrevistados são formados em Ciências Biológicas e apenas duas não possuem habilitação para lecionar química. Apenas um docente não possui curso de pós-graduação, apesar dos relatos de que não há grandes incentivos para dar continuidade aos estudos.

Em sua maioria os docentes trabalham com metodologias diferenciadas. As respostas revelam que praticamente não há resistência para a aquisição de material para ser utilizado nas aulas, o problema reside na falta de estrutura e recursos financeiros. Ainda assim, as aulas mais significativas e atrativas ocorrem em decorrência da criatividade e da boa vontade dos docentes.

No geral, os docentes procuram trabalhar a autonomia dos alunos e buscam conhecer e respeitar os conhecimentos prévios dos mesmos tendendo a trabalhar com questões desafiadoras em suas aulas e, na medida do possível atuam como mediadores. Entretanto, fica bastante evidente que há restrições nesse trabalho em decorrência da falta de tempo, da

dificuldade para que os alunos atuem coletivamente e, ainda, houve ainda relatos sobre a falta de interesse pelos alunos.

Na prática tais professores adotam uma metodologia próxima ao método investigativo, através da formulação de problemas, pela contextualização de temas atuais, a discussão e posterior apresentação de resultados em sala de aula, além da adoção do diálogo entre professores e alunos substituindo o antigo método tradicional.

Foi notável nos relatos uma preocupação quanto à realização de aulas práticas que são elaboradas de acordo com o método científico, bem como a elaboração de experimentos pelos alunos em resposta a um questionamento surgido durante as aulas. Apenas um docente relatou a adoção de uma metodologia exclusivamente expositiva em suas aulas.

Sobre o ensino de anatomia humana dentro de uma perspectiva evolutiva o que foi observado nesse grupo pesquisado é que julgam essa comparação importante. Entretanto, discorrem sobre a falta de tempo para um aprofundamento do tema. Normalmente as comparações entre os sistemas do corpo humano atêm-se aos mamíferos e são abordados temas como a presença de órgãos vestigiais. Há uma tendência entre os docentes de mencionar aspectos evolutivos apenas nas aulas destinadas ao estudo das teorias evolutivas.

Dentre os recursos utilizados na sala de aula de anatomia humana, os mais recorrentes são os esquemas no quadro branco e os recursos imagéticos presentes no livro didático. São utilizados ainda os vídeos, jogos, modelos e aulas práticas de acordo com a viabilidade de utilização do laboratório disponível na escola ou na otimização de espaços na sala de aula.

De acordo com as dificuldades e desapontamentos relatados pelos educadores pode-se enfatizar a carência de material e a falta de um laboratório bem estruturado e equipado. Embora as duas unidades escolares visitadas disponham de espaços para tal finalidade, percebe-se nos relatos uma grande insatisfação. Outros destaques revelam a falta de tempo para o planejamento de aulas, o excesso de avaliações, a falta de base em conteúdos básicos e ainda o elevado grau de desinteresse dos alunos. Entretanto, a falta de interesse dos estudantes não foi destacada em todas as conversas, o que denota que há um reconhecimento de que não envolvimento destes nas aulas deve-se a uma consequência de um processo de ensino-aprendizagem pouco atrativo e ineficiente.

Como superações às suas adversidades os professores pontuaram a utilização de esquemas feitos pelos alunos, o diálogo, o trabalho com questões que considerem a realidade

do aluno, o trabalho em grupo, a construção de modelos pelos próprios alunos com materiais de baixo custo e a utilização de espaços alternativos do ambiente escolar.

Sobre as opiniões acerca do protótipo do modelo didático apresentado, os professores foram críticos e discorreram sobre a possibilidade de indicar a abertura dos ventrículos e dar enfoque à mistura de sangue arterial e venoso. Além disso, comentou-se a importância em detalhar cada modelo de circulação bem como salientar a completa separação dos ventrículos nos répteis crocodilianos. A preocupação com um roteiro bem estruturado também foi ressaltada com um destaque para a complexidade que a leitura de um esquema dessa natureza pode trazer para os alunos do nível médio. Em contraste, levantou-se a questão do quanto o assunto circulação pode ser de difícil abstração e que o distanciamento do esquema básico recorrentemente utilizado por um esquema mais simples pode ser útil. Por fim, foi sugerida por dois docentes a criação de uma animação para ser utilizada juntamente com o roteiro e o modelo a fim de ajudar na compreensão do assunto.

5.3 O ROTEIRO DIDÁTICO

Padrão de circulação de Amniotas

Roteiro didático com instruções e atividades para docentes e discentes para o estudo comparativo dos padrões circulatórios de Amniotas em nível Médio.

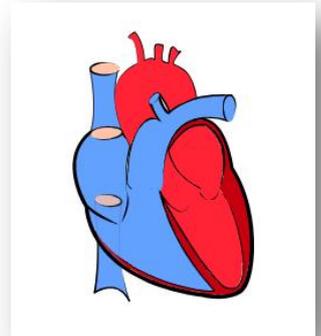
Elaborado por:

Tatiana da Hora Carreiro

CAPÍTULO 1	51
SOBRE O ROTEIRO DIDÁTICO 1.1	51
OBJETIVOS GERAIS 1.2	51
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1.2.1	51
TEMPO SUGERIDO 1.3	52
ANO ESCOLAR SUGERIDO 1.4	52
COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PREVISTAS PARA A ELABORAÇÃO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR 1.5	52
MEDIADOR O QUE ESPERAR DOS ALUNOS? 1.6	53
INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS: OS AMNIOTAS 1.7	54
CONHECENDO E COMPREEDENDO O MODELO DIDÁTICO 1.8	54
CAPÍTULO 2	57
PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO DE TESTUDINES/ SQUAMATA 2.1	57
FAZENDO O “SANGUE” CIRCULAR 2.2	57
ECTOTERMIA 2.2.1	60
UM POUCO MAIS SOBRE HEMOGLOBINA 2.2.2	61
PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO EM CROCODILIANOS 2.3	61
PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NAS AVES 2.4	66
PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NOS MAMÍFEROS 2.5	67
CAPÍTULO 3	69
QUESTÕES PARA APROFUNDAMENTO 3.1	69
QUESTÕES ADICIONAIS 3.2	72
DESAFIO 3.21	72
AMNIOJOGO 3.22	73
DESCRIÇÃO E REGRAS 3.2.3	74

1.1 SOBRE O ROTEIRO DIDÁTICO

O presente roteiro de estudo foi elaborado de acordo com a metodologia de ensino por investigação. Esse método prevê a participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Dentro dessa lógica, os instrumentos de ensino devem propiciar a observação crítica, a resolução de situações-problema, o levantamento de questões e a elaboração de hipóteses permitindo que o aluno seja atuante na construção do conhecimento e que o docente seja um mediador que orienta, estimula e reflete conjuntamente com o aluno, nunca oferecendo respostas prontas.



O roteiro a seguir constitui apenas uma proposta de utilização. Cada docente pode, dentro das especificidades do planejamento de sua unidade escolar e do grau de conhecimento de seus alunos, alterar, acrescentar ou fazer recortes a partir dessa proposta inicial.

1.2 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste plano de aulas é possibilitar ao educando subsídios para que seja compreensível que as semelhanças e divergências anatômicas referentes ao sistema cardiovascular entre Amniotas refletem as adaptações inerentes ao metabolismo e modo de vida de cada grupo, além do grau de relacionamento evolutivo entre eles.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conhecer a anatomia básica do sistema cardiovascular de Amniotas;
- Estabelecer semelhanças e diferenças entre os circuitos circulatórios de cada grupo de Amniota;
- Reconhecer o homem (a espécie *Homo sapiens*) como parte integrante de um contexto evolutivo muito mais amplo que envolve todos os animais e, em última instância, todos os seres vivos.
- Promover a observação, a proposição de hipóteses, o diálogo e a elaboração de conclusões de forma colaborativa e cooperativa.

1.3 TEMPO SUGERIDO

Essa proposta não pretende indicar o tempo de execução, pois se entende que o mediador é um profissional dotado de formação e experiência que o permitirá escolher da melhor forma possível como usufruir das questões aqui sugeridas. Entretanto, é sugerido que a atividade seja realizada em no mínimo quatro aulas de cinquenta minutos.

1.4 ANO ESCOLAR SUGERIDO

A proposta pode ser aplicada em qualquer ano de escolaridade do Ensino Médio, visto que o estudo do corpo humano e grupos zoológicos os quais seriam pré-requisitos fazem parte do currículo do Ensino Fundamental.

1.5 COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PREVISTAS PARA A ELABORAÇÃO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Dentre as competências e habilidades previstas para a elaboração da Base Nacional Comum Curricular, podem-se destacar:

Competência específica: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

Competência específica: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens

próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

1.6 MEDIADOR O QUE ESPERAR DOS ALUNOS?

A metodologia empregada neste roteiro prevê a atuação discente como a principal e determinante. Para tanto, cabe ao docente oferecer as questões desafiadoras propostas ou oferecer outras mais conectadas de alguma maneira com a realidade do aluno. Nessa dinâmica, as informações serão decifradas a partir dos conhecimentos adquiridos e de novas fontes de conhecimentos que decorrem da dúvida e da capacidade de inquirir e solucionar questões. O professor deve estar acessível e atento às respostas dos alunos, além de ponderar a necessidade ou não de se apresentar novas questões.

Dessa forma, não há nesse roteiro respostas exatas, mas possíveis linhas de pensamento as quais os alunos possam atingir, sejam elas verbalizadas ou descritas durante o processo de aprendizagem.

1.7 INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS: OS AMNIOTAS

Após a ocupação mais efetiva do meio terrestre a evolução dos Vertebrados foi marcada por um grande evento: o surgimento do ovo amniótico. Essa nova característica permitiu maior independência da água para a reprodução e se faz presente nos Amniotas, grupo que inclui os Testudines (tartarugas e cágados), o tuatara (*Rhynchocephalia*), os Squamata (lagartos, anfisbenas e serpentes), os jacarés (*Crocodylia*), além das Aves e Mamíferos. O surgimento do ovo amniótico, juntamente com outras características presentes neste grupo, possibilitou a ocupação de diferentes nichos ecológicos e culminou em uma significativa irradiação adaptativa nesse ambiente.

O processo evolutivo resultou, entre outras coisas, em diferenciações anatômicas e fisiológicas no sistema cardiovascular dos Amniotas. Dentre estas se destacam a tendência à divisão ventricular, ainda que parcial em alguns grupos, e o direcionamento diferencial do fluxo sanguíneo impossibilitando a mistura, parcial ou total dependendo do grupo, de sangue arterial e venoso.

Em virtude da ocorrência de diferentes padrões circulatórios entre táxons de Amniotas, o roteiro a seguir pretende, a partir da observação do modelo didático, elencar algumas variações morfofuncionais presentes em representantes de cada grupo e relacioná-las às atividades exercidas no processo de interação com o seu ambiente.

1.8 CONHECENDO E COMPREENDENDO O MODELO DIDÁTICO

O coração é uma bomba propulsora que impulsiona o sangue pelo corpo. Os tetrápodes (Vertebrados que possuem quatro membros locomotores) apresentam dois circuitos circulatórios: um deles destinado a suprir a região cefálica e o corpo (*circuito sistêmico*) e outro que leva sangue desoxigenado proveniente do corpo aos pulmões (*circuito pulmonar*). Estes circuitos trabalham em série e de forma geral a pressão sanguínea é maior no circuito sistêmico. Assim, o sangue flui do coração para o corpo e do corpo retorna ao coração para ser novamente reoxigenado nos pulmões.

Aves e Mamíferos mantêm ambos os circuitos (sistêmico e pulmonar) completamente separados devido ao alto metabolismo apresentado por estes grupos por conta de sua condição endotérmica. Já Testudines e Squamata (que possuem corações similares), além dos Crocodylia (todos eles animais ectotérmicos), em determinadas condições fisiológicas têm a capacidade de alterar esse fluxo sequencial e transferir sangue que seria destinado aos pulmões novamente para o corpo. Desse modo, em tais organismos pode ocorrer a mistura de sangue arterial (rico em oxigênio) e venoso (pobre em oxigênio) sem que isso represente um problema como é recorrentemente afirmado. Em Testudines e Squamata essa mistura ocorre na cavidade venosa, enquanto nos Crocodylia acontece quando o arco aórtico esquerdo, localizado no ventrículo direito, recebe sangue venoso.

O modelo utilizado nesse estudo consiste numa base com subdivisões que representa o coração e por várias tubulações por onde passam água de forma ininterrupta a partir do acionamento de uma bomba. Ao longo do estudo você utilizará garras de estrangulamento e pinos que irão impedir alguns fluxos de modo a permitir um determinado fluxo pertinente ao grupo de Amniota a ser estudado naquele momento.

Vamos começar?

Utilize as informações abaixo para preencher os esquemas (Figura 13) e conhecer as cavidades e os vasos sanguíneos. Identifique os compartimentos e os vasos sanguíneos de todos os grupos. Depois utilize os esquemas fornecidos para destacar as estruturas de cada grupo em particular e faça um “X” para indicar que determinada estrutura não está presente em determinado grupo. No modelo, identifique também as estruturas de todos os grupos de Amniotas estudados. Ao prosseguir com o estudo você irá adaptá-lo e utilizá-lo considerando cada grupo estudado separadamente. Utilize as siglas utilizadas na descrição abaixo para identificar as estruturas. Você pode fazer adesivos com cartolinas, folha A4 e até mesmo com EVA.

O coração representado no modelo tem quatro cavidades e para quem olha o esquema de frente é importante ressaltar que o lado esquerdo do coração está representado no lado direito do esquema e vice-versa. As porções superiores do coração representam os ventrículos (V) e as inferiores os átrios (A). Entre os ventrículos há uma descontinuidade que será utilizada para o estudo de Testudines/Squamata e será desconsiderada para os demais grupos, que possuem total separação entre os ventrículos. No canto superior esquerdo e no canto inferior direito do esquema estão os pulmões e o corpo, respectivamente.

Comunicando-se com o ventrículo esquerdo (VE) está o arco aórtico direito (AAD) do coração dos Crocodylia e das Aves (AADCA). Este mesmo arco aórtico representará o arco aórtico esquerdo dos Mamíferos (AADCAM). Isto ocorre porque as Aves perderam o arco aórtico esquerdo e os Mamíferos o arco aórtico direito, sendo que o arco sistêmico restante em cada um destes grupos sai do ventrículo esquerdo. Comunicando-se com o ventrículo direito está o arco aórtico direito (AAD) (localizado mais à direita e que será acoplado apenas para estudo de Testudines/Squamata – (AADT), o arco aórtico esquerdo (AAE) e a artéria pulmonar (AP), localizada mais à esquerda. Há uma comunicação entre o AAD e AAE em Crocodylia, chamada forame de Panizza (FP). Saindo do pulmão e chegando ao átrio esquerdo estão as veias pulmonares e direcionando-se do corpo ao átrio direito estão as veias cavas.

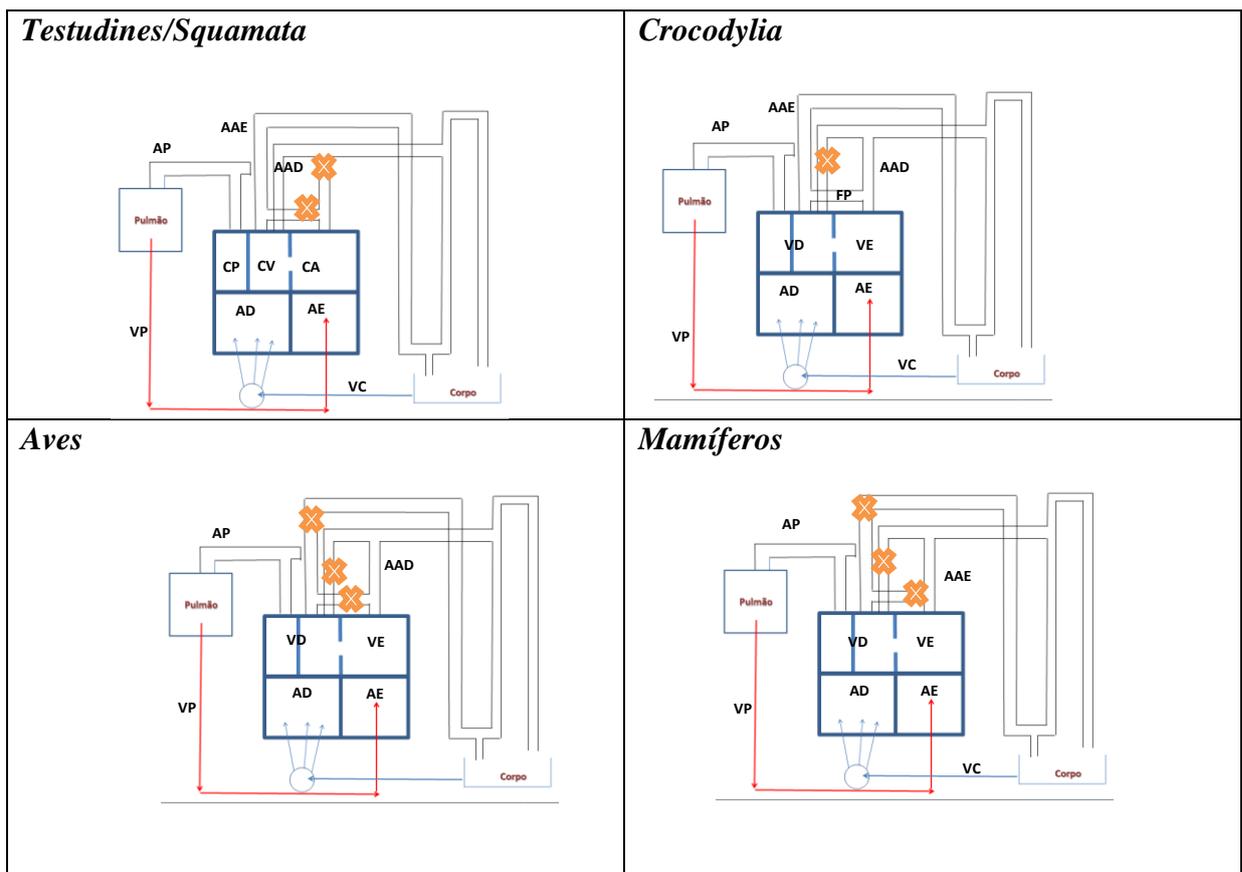


Figura 13 – Quadro com esquemas do modelo didático para realização de atividade.

Mediador: é imprescindível que o aluno preencha os esquemas. Isso facilitará a compreensão do modelo didático. Ao longo do estudo será solicitado que ele retorne aos esquemas e hipotetize algumas situações ou padrões de fluxo sanguíneo antes de operar o modelo.

Agora que já conhece a anatomia geral do coração de um Amniota vamos aprofundar nossos estudos.

2.1 PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO DE TESTUDINES/SQUAMATA

Para iniciar esse estudo desconsidere o AAD dos Crocodylia. Agora o modelo didático não tem Forame de Panizza, mas falaremos dele posteriormente.

Os Testudines apresentam dois átrios e três espaços anatômicos distintos no ventrículo. À direita de quem olha o modelo está, até a parede descontínua, a cavidade arterial (CA); em contato com os arcos aórticos está a cavidade venosa (CV), enquanto em contato com a artéria pulmonar está a cavidade pulmonar (CP). Uma válvula atrioventricular (VAV) separa as cavidades arterial e venosa durante a diástole, evitando a mistura entre sangue arterial e venoso.

A circulação dos Amniotas é composta por dois circuitos: o circuito pulmonar que leva sangue a partir do lado direito do coração para os pulmões, onde é reoxigenado e retorna ao coração; e o circuito sistêmico, que leva sangue oxigenado a partir do lado esquerdo do coração em direção ao corpo. Quais as implicações da presença dessa descontinuidade anatômica no ventrículo, a qual não necessariamente constitui uma separação? Antes de iniciar sua reflexão, observe o desenho no qual você nomeou os compartimentos e vasos sanguíneos e o modelo que você adaptou. Lembre-se que o modelo possui alguns circuitos e você deve privilegiar apenas um circuito nesse caso.

Espera-se que os alunos relatem o deslocamento de sangue para a cavidade venosa e que hipotetizem sobre uma possível mistura de sangue ou refluxo de sangue para os átrios.

2.2 FAZENDO O “SANGUE” CIRCULAR

O primeiro circuito a ser representado é o circuito sistêmico. Neste, o sangue flui a partir dos pulmões. Esse sangue precisa chegar a todo o corpo do animal desde sua região

cefálica até a caudal. Observando o modelo que (ais) vaso (s) sanguíneo (s) está (ão) envolvido(s) nesse processo? O sangue arterial permanece na cavidade arterial?

Ao observar o modelo o aluno perceberá que o sangue oxigenado segue para o átrio esquerdo, posteriormente para a cavidade arterial e atinge a cavidade venosa. Nesse momento ele pode supor os caminhos a serem percorridos pelo sangue oxigenado ao notar a conexão da cavidade venosa com os arcos aórticos.

Utilize as garras de estrangulamento e os pinos para direcionar apenas o fluxo de sangue arterial para o corpo através dos arcos aórticos direito e esquerdo. Em seguida adicione água no recipiente do pulmão e o levante. Por gravidade a água seguirá determinado fluxo. Você pode adicionar corante vermelho à água e visualizar melhor o sangue arterial fluindo pelo coração e vasos até chegar ao recipiente do corpo.

Ciente do circuito sistêmico a partir dos arcos aórticos os alunos analisam o modelo e fazem ajustes para que apenas o sangue arterial circule.

Você observou que o sangue arterial entra no coração a partir do átrio esquerdo e passa para a cavidade arterial onde fica armazenado. Depois, durante a fase de contração (sístole), o sangue arterial passa para a cavidade venosa e em seguida para os arcos aórticos. Mas por que o sangue não chega até a cavidade pulmonar neste momento? O que acontece é que durante a sístole as válvulas atrioventriculares (que estão entre cada um dos átrios e o ventrículo) se fecham, impedindo que o sangue retorne para os átrios. Além disso, existe uma barreira na porção dorsal do coração que nesta situação separa as cavidades venosa e pulmonar. Isto porque neste momento o coração está sofrendo contração, ou seja, a barreira está abaixada. Esta barreira é a **Crista Muscular (CM)**. Volte ao modelo e insira um adesivo para destacar essa estrutura.

Espera-se que o aluno aqui entenda de fato que não há mistura entre sangue vindo dos pulmões (arterial) e sangue vindo do corpo (venoso). O aluno pode aqui perceber que essa separação entre os tipos de sangue é promovida em parte pelas válvulas atrioventriculares.

E o sangue venoso? Trata-se de um sangue pobre em oxigênio, rico em gás carbônico. Assim sendo qual seria o seu destino? Explique. Detalhe o trajeto sanguíneo no desenho e depois no modelo e hipotetize sobre a ocorrência de retorno do sangue ao chegar a cada cavidade após sua saída do átrio direito (AD).

Nesse momento espera-se que o aluno compreenda a importância da válvula atrioventricular em formar uma barreira anatômica que permite que o sangue que veio do corpo em direção ao átrio direito posteriormente passe pela cavidade venosa e atinja a cavidade pulmonar, seguindo em direção ao pulmão através da artéria pulmonar. É possível também que o estudante perceba que nesse momento a Crista Muscular permite a passagem de sangue da cavidade venosa para a cavidade pulmonar.

Através de qual vaso sanguíneo o sangue venoso chega ao local das trocas gasosas? Utilize as garras, simule o fluxo venoso e teste suas indagações. Você pode utilizar um corante azul para simular o sangue venoso.

Provavelmente aqui o aluno já compreendeu que o sangue venoso flui a partir da artéria pulmonar. Ao manipular o modelo o aluno pode perceber que suas hipóteses estavam corretas.

Você observou que o sangue venoso ficou em contato com uma barreira? É a **Crista Muscular (CM)**. O que poderia acontecer caso ela não existisse?

Certamente o aluno irá supor que por se tratar de uma barreira durante a sístole, a crista impedirá o retorno de sangue venoso destinado à oxigenação nos pulmões. Sem essa barreira haveria mistura de sangue, pois sangue venoso poderia retornar para a cavidade venosa e alcançar os arcos aórticos.

Durante a diástole (fase de relaxamento do coração) o sangue venoso entra pelo átrio direito, passa pela cavidade venosa e fica armazenado na cavidade pulmonar. Neste momento a **Crista Muscular** não representa uma barreira entre estas duas cavidades. Entretanto, como dissemos anteriormente e você pode perceber, a crista muscular durante a contração do coração (sístole) impede o refluxo de sangue venoso da cavidade pulmonar para a cavidade venosa, até porque neste momento o sangue arterial está nesta última cavidade. Desta forma o sangue arterial segue pelos arcos aórticos direito e esquerdo e o sangue venoso sai pela artéria pulmonar.

Ao conhecer esses dois fluxos sanguíneos é possível notar que não há mistura de sangue venoso e arterial nesses grupos. Entretanto, quando o animal mergulha ocorre uma constrição na artéria pulmonar. Agora faça uma simulação pressionando a artéria pulmonar com uma garra estranguladora. Você já é capaz de supor o que pode acontecer?

Ao ajustar o modelo didático o aluno perceberá que ao pressionar a artéria pulmonar não haverá fluxo de líquido para o recipiente que representa os pulmões. Logo, perceberá o acúmulo de líquido na cavidade pulmonar até que o mesmo extravasará para a cavidade venosa atingindo os arcos aórticos.

Você percebeu que o sangue não chegou ao compartimento pulmão. Mas..., para onde vai esse sangue? O que esse desvio do sangue originalmente destinado à reoxigenação nos pulmões para o circuito sistêmico ocasiona? Recorra ao desenho e ao modelo e note os possíveis caminhos pelos quais esse “sangue” pode fluir. Como isso poderia ajudar um animal que está em apneia e precisa manter um nível de oxigênio adequado para suas células? Lembre-se que o sangue venoso é pobre em oxigênio. Faça as adaptações e simule essa circunstância no modelo.

Nesse estágio, o aluno provavelmente já percebeu que o sangue venoso fluirá pelo corpo do animal e ao refletir sobre a presença dos dois circuitos irrigando o corpo pode compreender que esta é uma forma de aumentar a oferta de oxigênio através do aumento da concentração de moléculas de hemoglobina. O roteiro segue com uma explicação mais detalhada, cabendo ao mediador definir a possibilidade ou não de ampliar as discussões acerca do assunto de acordo com o nível de conhecimento da turma.

2.2.1 ECTOTERMIA

Os Testudines e Squamata são ectotérmicos, isso significa que sua principal fonte de energia é externa (principalmente a luz solar), sendo utilizada para a manutenção de suas atividades metabólicas e da temperatura do corpo. Como qualquer animal ectotérmico suas taxas metabólicas também são mais baixas quando comparadas àquelas dos endotérmicos (Mamíferos e Aves). Quando há a constrição da artéria pulmonar ocorre também uma queda na taxa metabólica. Com o passar do tempo há um acúmulo de sangue na cavidade pulmonar

e o mesmo começa a extravasar para a cavidade venosa porque a crista muscular não consegue mais reter o sangue na cavidade pulmonar. Com isso há mistura de sangue arterial e venoso na cavidade venosa e, como consequência, há um aumento do volume sanguíneo presente no circuito sistêmico (tanto arterial quanto venoso). O sangue dos vertebrados possui hemoglobina, uma molécula que tem grande afinidade por oxigênio. Nos vasos sanguíneos que compõem o sistema vascular há uma quantidade de moléculas de oxigênio que não foram utilizadas durante a respiração e, desta forma, com o aumento do volume sanguíneo as moléculas de hemoglobina irão capturar estas partículas de oxigênio que poderão ser aproveitadas pelo animal, aumentando desta maneira o tempo que eles conseguem ficar submersos. É claro que, nesta situação, o animal está enfrentando condições fisiológicas extremas e depois de algum tempo ele obrigatoriamente terá que respirar.

Este mesmo mecanismo é utilizado por estes animais quando os mesmos necessitam regular sua temperatura de forma mais rápida, pois o aumento do volume sanguíneo no circuito sistêmico irá fazer com que o sangue se aqueça ou esfrie mais rapidamente.

2.2.2 UM POUCO MAIS SOBRE A HEMOGLOBINA

A hemoglobina é o principal pigmento respiratório dos vertebrados presente nas hemácias ou eritrócitos (células vermelhas do sangue) capaz de ligar-se e desligar-se do oxigênio através de ligações químicas reversíveis, aumentando significativamente a capacidade de aproveitamento do oxigênio pelos animais. Os pigmentos respiratórios são responsáveis pelo transporte de oxigênio proveniente dos pulmões para todos os tecidos do corpo e pelo transporte de gás carbônico proveniente dos tecidos para os pulmões. Fora do sangue, mais especificamente nos músculos, os vertebrados dispõem de outra proteína que também possui afinidade com o oxigênio, a mioglobina. Detalharemos um pouco o assunto no final de nosso estudo.

2.3 PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO EM CROCODILIANOS

Nos crocodilianos o coração é completamente separado em quatro compartimentos. Há de fato nesse grupo dois ventrículos, um direito e outro esquerdo. Para simular o coração desse grupo é preciso saber que há um arco aórtico direito que se comunica com o ventrículo esquerdo e um arco aórtico esquerdo que se comunica com o ventrículo direito. É importante

saber também que há uma comunicação entre os arcos aórticos, o Forame de Panizza. Agora você pode modificar o modelo fazendo e desfazendo conexões.

Espera-se que o discente volte ao modelo e reflita sobre as conexões entre arcos aórticos e ventrículos e a partir do primeiro exercício realizado com o objetivo de conhecer o modelo ele possa montar aquele mais apropriado ao estudo dos crocodilianos.

O sangue com alta concentração de gás carbônico vindo da circulação sistêmica atinge o átrio direito e, em seguida o ventrículo direito. Já o sangue com alta concentração de oxigênio entra pelo átrio esquerdo e passa para o ventrículo esquerdo. Utilizando as garras de estrangulamento, os pinos ou desacoplamentos faça as adequações para que ocorra o fluxo de sangue venoso a partir do ventrículo direito e o fluxo de sangue arterial a partir do ventrículo esquerdo. Lembre-se que no ventrículo direito há um arco aórtico esquerdo e a artéria pulmonar e que neste momento ambos os lados do coração possuem aproximadamente a mesma pressão. Quais foram os percursos do sangue venoso a partir do ventrículo direito?

Espera-se que o aluno proponha um circuito pulmonar a partir do ventrículo direito e artéria pulmonar e um circuito sistêmico que contenha também sangue venoso oriundo do arco aórtico esquerdo. Para tanto, deverá impedir que o sangue que flui a partir do ventrículo esquerdo alcance o arco aórtico esquerdo, estrangulando o Forame de Panizza. Neste estágio do estudo espera-se que alguns alunos possam questionar e hipotetizar acerca da presença de sangue venoso no corpo do animal.

O sangue que flui do AAE destina-se à região posterior do corpo (vísceras). Já o sangue que flui pelo AAD flui para a região cefálica e posterior. A partir do caminho que você tracejou em seu desenho, o sangue venoso que fluiu pelo arco aórtico esquerdo alcança todo o corpo do animal? Qual tipo de sangue chega à região anterior do corpo (cabeça)?

Neste ponto é importante o aluno compreender que o sangue venoso não irriga a região cefálica do animal.

Esse circuito ocorre nos crocodilianos quando o animal está em repouso. Durante o repouso a pressão nos dois ventrículos é praticamente a mesma e parte do sangue venoso segue para as vísceras. Esse sangue que é rico em íons H^+ produzido a partir do CO_2 combinado ao bicarbonato no sangue destina-se à produção de HCl (ácido clorídrico) no estômago para a digestão. Já foi possível perceber até aqui que houve mistura de sangue arterial e venoso quando o animal está em repouso. Entretanto, a partir do conhecimento da anatomia do coração de um Crocodiliano e da observação do fluxo sanguíneo no modelo é possível evidenciarmos que apenas o sangue arterial atinge a região da cabeça do animal, ou seja, o cérebro não recebe sangue venoso. Assim, evidenciamos que o personagem do Meme (Figura 14) evidencia a importância do sangue venoso no repouso.



Figura 14 – Meme criado pelo aplicativo Meme Generator destacando a mistura de sangue venoso e sangue arterial em Crocodilianos no repouso.

Modificações fisiológicas são necessárias quando crocodilianos saem do repouso. Uma delas diz respeito ao aumento da pressão no ventrículo esquerdo (Figura 15).



Figura 15 – Meme criado através do aplicativo Free Meme generator destacando a maior pressão no ventrículo esquerdo durante o repouso.

O meme apresentado na Figura 15 destaca uma circunstância em que um crocodiliano sai do repouso para entrar em atividade (e.g. busca por alimento, fuga). Com relação ao volume sanguíneo e a disponibilidade de oxigênio, a mudança proposta no Meme pode acarretar em alguma condição mais favorável à atividade do animal?

Neste ponto é esperado que o aluno associe a pressão maior no ventrículo esquerdo a um maior volume de sangue e, conseqüentemente, uma maior disponibilização de oxigênio via sangue arterial.

Quando o animal está ativo há uma pressão maior no ventrículo esquerdo. Use a garra para estrangular o arco aórtico esquerdo na altura da sua comunicação com o ventrículo direito e observe o fluxo sanguíneo. Quais foram os destinos do sangue arterial e do sangue venoso? Qual a relação entre o suprimento de sangue arterial e a atividade do animal?

O aluno deve perceber que uma constrição ocorre no arco aórtico esquerdo e que não há mais presença de sangue venoso no circuito sistêmico. Assim, deve constatar que agora o sangue arterial flui pelos arcos aórticos esquerdo e direito, levando oxigênio para todo o corpo do animal e permitindo maior suprimento desse gás enquanto o animal executa alguma atividade.

Com a maior pressão no ventrículo esquerdo, o sangue arterial segue pelo arco aórtico direito e na altura do Forame de Panizza atinge também o arco aórtico esquerdo pelo princípio de vasos comunicantes. Ao mesmo tempo a constrição do arco aórtico esquerdo evita que o sangue venoso avance por esta saída. O resultado é que durante o período ativo há sangue arterial em ambos os arcos sistêmicos.

Agora é hora de simular o mergulho. Durante a apneia há uma constrição da artéria pulmonar. Use uma garra de estrangulamento para simular essa circunstância. Houve mudança em algum circuito? Qual? Qual a consequência direta disso?

O aluno poderá compreender que ao estrangular a artéria pulmonar o sangue venoso flui pelo arco aórtico esquerdo e pelos conhecimentos adquiridos até esse ponto poderá discorrer sobre a maior disponibilidade de oxigênio para os tecidos.

Durante o mergulho animais dotados de respiração pulmonar ao desviarem o circuito pulmonar para o corpo aumentam o volume de sangue. Considerando o bloqueio de fornecimento de oxigênio nessa atividade pense em alguma vantagem no desvio de sangue pobre em oxigênio?

Muito provavelmente o aluno aqui já estará ciente da vantagem que um maior volume de sangue, e, portanto de hemoglobina, pode proporcionar para a “distribuição” de oxigênio para os tecidos.

Os Crocodilianos são ectotérmicos, assim como os Testudines e Squamata. De que maneira o desvio de sangue pode ser vantajoso para a termorregulação?

Com as informações dadas no estudo o aluno pode compreender que a ectotermia está relacionada a uma fonte externa de calor utilizada para a manutenção do metabolismo e da temperatura do corpo. Desta forma o aumento de volume sanguíneo na circulação periférica possibilitará alterações mais rápidas da temperatura corpórea do animal.

2.4 PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NAS AVES

As Aves apresentam coração com quatro compartimentos separados e sem comunicação, assim como os Crocodilianos que são seu grupo-irmão considerando as linhagens atuais de Amniotas. Entretanto, nas Aves persiste apenas o arco aórtico direito (Figura 16).

Grupo-irmão: dois táxons mais próximos entre si filogeneticamente.

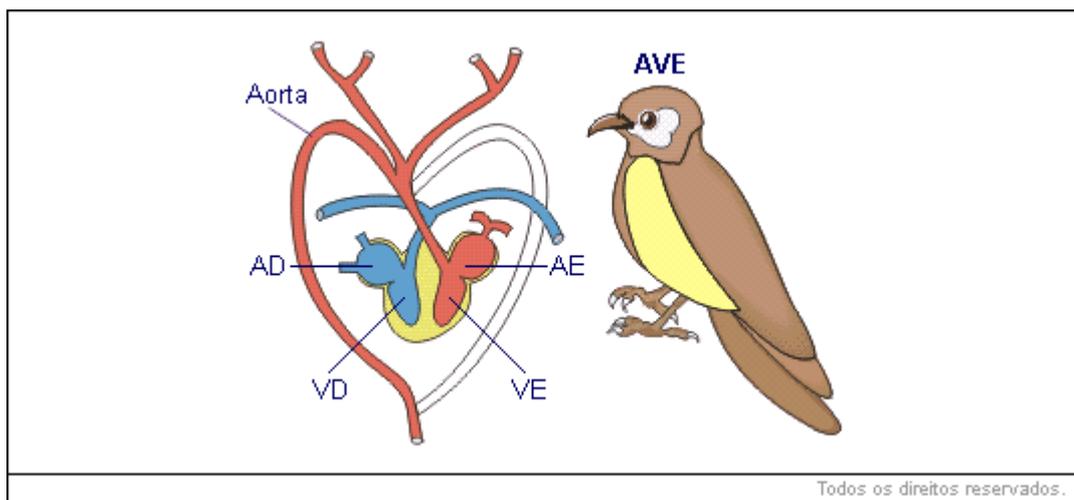


Figura 16 – Coração de uma Ave mostrando Aorta Direita e ausência da Aorta esquerda. Fonte: http://www.educabras.com/media/emtudo_img/upload/img/20141217_114044.gif. Acesso 15 maio 2019.

Simule a circulação das Aves. Não se esqueça de recorrer ao seu desenho, tracejar o caminho do “sangue” e fazer os ajustes no modelo. Simule um fluxo por vez e lembre-se que há apenas um arco aórtico.

O aluno deve refletir e extrair do modelo o arco aórtico esquerdo ou até mesmo utilizar as garras de estrangulamento para inutilizar o fluxo para as regiões não relacionadas ao arco aórtico direito.

Após visualizar os circuitos pulmonar e sistêmico das Aves discorra sobre a possibilidade ou impossibilidade de desvio de sangue venoso para o corpo para controle de temperatura ou para maximizar o uso de oxigênio presente na circulação como ocorre nos Testudines, Squamata e Crocodilianos.

Certamente os alunos perceberão a impossibilidade anatômica para a ocorrência de desvio de sangue venoso para o corpo. Esperam-se comentários acerca da separação dos ventrículos e a inexistência de Forame de Panizza. Além disso, poderão discorrer sobre o modo de vida das Aves.

2.5 PADRÕES DE FLUXO SANGUÍNEO NOS MAMÍFEROS

Aves e Mamíferos possuem padrões de fluxo sanguíneo semelhante, mas exibem algumas divergências anatômicas. No coração dos mamíferos persiste o arco aórtico esquerdo (Figura 17). Que mudanças são possíveis fazer no modelo para simular os circuitos sistêmico e pulmonar nos Mamíferos. Atente para a diferença entre os arcos aórticos.

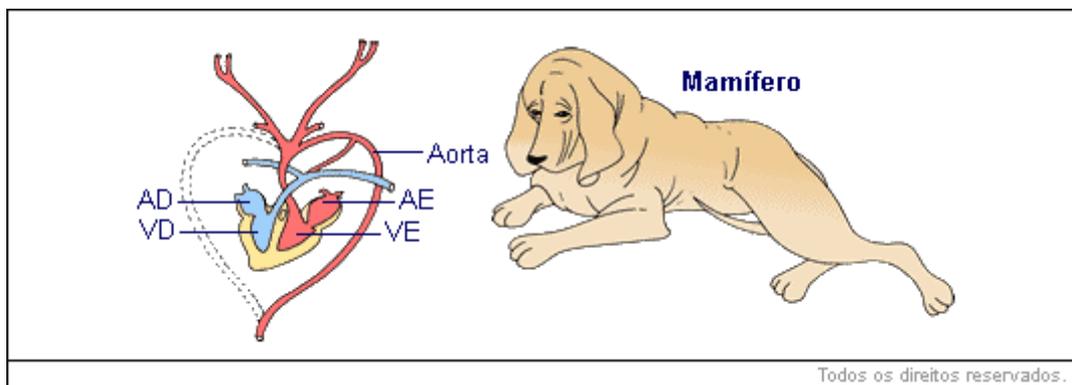


Figura 17 – Coração de um Mamífero mostrando Aorta Esquerda e ausência da Aorta Direita. Fonte: http://www.educabras.com/media/emtudo_img/upload/img/20141216_081642.gif. Acesso em 15 mai 2019.

Nesse exercício o aluno pode facilmente compreender que nos mamíferos persiste o arco aórtico esquerdo. Além disso, é provável que o alunos lembre que o AAE dos Mamíferos é conectado ao ventrículo esquerdo, notando que não precisa fazer adaptações no modelo das Aves e Mamíferos, apenas alterando o nome do vaso de AAD para AAE.

Até aqui já foi possível constatar que o coração dos Mamíferos é diferente dos demais Amniotas pela presença de uma separação total dos ventrículos e por possuir apenas um arco aórtico, o esquerdo. Algo semelhante ocorre com as Aves, onde persiste o arco aórtico direito. Será que há alguma proximidade evolutiva entre esses grupos para que possamos classificá-los como grupo-irmãos? Enumere algumas características que os aproxime de acordo com o modo de vida.. Pense sobre a possibilidade ou não de apresentarem desvios de circuitos cardíacos. Há alguma semelhança entre as atividades dos animais e a disponibilidade de oxigênio para exercê-las, além da regulação da temperatura.

Aqui o aluno deve compreender que o modo de vida das Aves exige uma alta taxa metabólica dependente de oxigênio para a oxidação de carboidratos entre outras funções. Isso pode ser mais complexo para alguns alunos e caso haja disponibilidade o mediador pode estender a discussão. Entretanto, o que realmente importa no contexto desse estudo é destacar o modo de vida desse grupo que depende de suprimento constante de oxigênio devido às taxas metabólicas muito mais altas. Lembrando que a principal fonte de energia no caso de animais endotérmicos é o próprio alimento consumido.

Você aprendeu que Testudines e Crocodilianos usam o desvio de circuito de sangue para disponibilizar oxigênio aos tecidos durante o mergulho. E também já percebeu que devido ao elevado metabolismo de Aves e Mamíferos os desvios são inviáveis. Além disso, estes grupos não dispõem de comunicações entre os ventrículos tampouco entre arcos aórticos, já que apenas um persiste. Dessa maneira, seriam os mamíferos capazes de mergulhar?

Aqui o aluno é direcionado a refletir sobre uma possível impossibilidade anatômica para essa atividade.

Animais mergulhadores estão diante de vários desafios. Não podem respirar, precisam oxigenar o corpo, precisam eliminar o gás carbônico produzido na respiração celular que pode tornar o pH do sangue ácido, além da compressão dos gases que pode causar sintomas de intoxicação, perda da consciência e coordenação. Ainda assim você conhece alguns mamíferos mergulhadores. Vamos citar alguns!

Essa atividade pode aguçar a curiosidade dos alunos. Eles irão citar alguns mamíferos mergulhadores e espera-se que surjam questionamentos que incentivem a elaboração de suas próprias hipóteses.

Certamente os mamíferos mergulhadores apresentam adaptações para o mergulho que permitem sua sobrevivência já que muitas espécies dependem do meio aquático para a busca de alimento e muitas dessas adaptações estão relacionadas à circulação. Mas antes de descobrir quais são estas adaptações, vamos compreender melhor a circulação de mamíferos. Faça as adaptações necessárias no modelo e observe a circulação dos mamíferos. Descreva os circuitos pulmonar e sistêmico desse grupo. Em que lado do coração circula somente sangue arterial. E o venoso?

O objetivo dessa atividade é reforçar a compreensão sobre os circuitos pulmonar e sistêmico.

3.1 QUESTÕES DE APROFUNDAMENTO

Já foi possível constatar até o momento que utilizamos cores diferenciadas para indicar o sangue arterial e venoso. O sangue arterial é vermelho devido a uma proteína, a hemoglobina (Figura 18). Essa proteína encontra-se no interior das hemácias (células vermelhas). Sua função primordial é transportar oxigênio dos pulmões para os tecidos e, além disso, também está ligada ao transporte de gás carbônico. Os Vertebrados contam ainda com outra proteína, a mioglobina, com uma estrutura mais simples que a hemoglobina, sendo responsável pelo transporte intracelular e capacidade de estocagem de oxigênio nos músculos. Há diferenças na quantidade de mioglobina entre os mamíferos (Figura 19). Baseado nisso, observe os cortes de musculatura de alguns mamíferos e tente supor qual é a espécie com a coloração mais clara e a coloração mais escura. Quais implicações estes teriam em estocar ou não oxigênio em seus músculos? Isso ajudaria no mergulho?

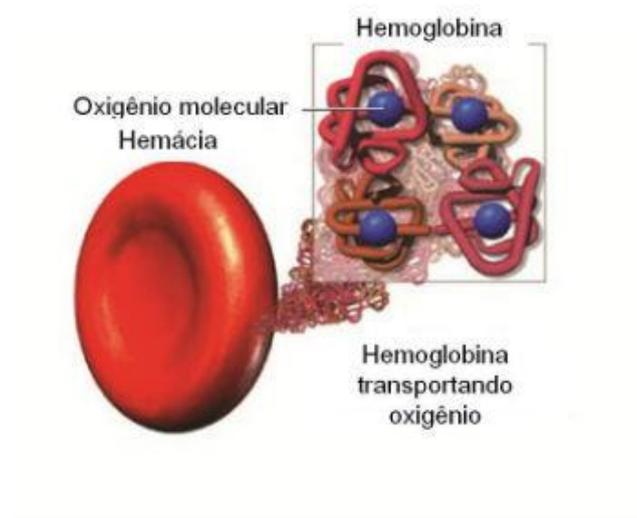


Figura 18 - Hemoglobina e o transporte de oxigênio. Fonte: <https://static.todamateria.com.br/upload/he/mo/hemoglobinaeo21.jpg>. Acesso em: 03 de março de 2019.



Figura 19 – Musculatura de mamíferos mostrando a coloração diferenciada pela presença de mioglobina. Fonte: Adaptado de <http://www.docol.com.br/planetaagua/wp-content/uploads/2013/06/planet-570x276.png>. Acesso em: 03 mar 2019.

Essa atividade pretende mostrar aos alunos que a coloração do sangue arterial e venoso se deve à presença de pigmento respiratório e, além disso, levar a uma reflexão sobre como a presença de pigmento na musculatura pode ser um adaptação ao mergulho.

Muito provavelmente você concluiu que mamíferos mergulhadores conseguem estocar uma maior quantidade de oxigênio nos músculos. Os animais da foto são porco, vaca e baleia.

Parece que a presença de uma quantidade elevada de mioglobina permitiu que mamíferos mergulhadores obtivessem sucesso na caça em águas mais profundas. Mas será

esta a única adaptação dos mamíferos mergulhadores? Manter oxigênio nos músculos é muito importante, principalmente durante uma atividade extenuante. Mas... e os demais órgãos? Como esses mamíferos conseguem manter o suprimento de oxigênio em órgãos vitais? Tente propor um circuito que favoreça a oxigenação de órgãos importantes. Utilize o modelo e seus escritos como fonte de pesquisa e debata com os demais alunos. Lembre-se que o desvio de fluxo de sangue não está atrelado apenas a desvios nos circuitos sistêmico e pulmonar. Nos humanos, por exemplo, quando levamos um susto ficamos com a pele pálida, sem cor. Isso ocorre porque o sangue foi desviado para os músculos, nos preparando para uma reação.

Os alunos são convidados a pensar sobre uma adaptação ao mergulho através da informação dada. Espera-se que o conhecimento construído favoreça a argumentação e possibilite que o aluno destaque uma possível vasoconstrição destinada a deslocar oxigênio para órgãos importantes.

De posse de todas as informações e constatações que foram adquiridas nesse estudo crie um quadro comparativo (Tabela 1) sobre as diferenças e similaridades anatômicas referentes aos padrões de fluxo sanguíneo, destacando o número de cavidades, presença de Crista Muscular, Arcos Aórticos Direito e Esquerdo e suas comunicações com ventrículos, presença de Forame de Panizza e a possibilidade de mergulho com desvio ou com outras adaptações fisiológicas.

Os alunos consolidam o seu conhecimento, pois a proposta prevê uma revisitação a todo o caminho percorrido para que possa fazer uma síntese do estudo. O mediador deve estimular aos alunos o retorno ao modelo para rever situações apresentadas e consultar seus manuscritos, assim como promover a discussão entre os grupos de alunos.

Tabela 1 - Quadro comparativo sobre as diferenças e similaridades anatômicas referentes aos padrões de fluxo sanguíneo.

Grupos	Cavidades	AAD (Arco aórtico direito)	AAE (Arco aórtico esquerdo)	Forame de Panizza	Desvios	Adaptação ao mergulho
Testudines / Squamata	Dois átrios e um ventrículo	Ligado à Cavidade venosa	Ligado à Cavidade venosa	Ausente	Presente	Presente
Crocodylia	Dois átrios e dois ventrículos	Ligado ao ventrículo esquerdo	Ligado ao ventrículo direito	Presente	Presente	Presente
Aves	Dois átrios e dois ventrículos	Ligado ao ventrículo esquerdo	Ausente	Ausente	Não há desvios	Presente
Mamíferos	Dois átrios e dois ventrículos	Ausente	Ligado ao ventrículo esquerdo	Ausente	Não há desvios	Presente

3.2 QUESTÕES ADICIONAIS

3.2.1 DESAFIO

A partir desse aprendizado você está apto a criar seu próprio modelo didático. Ele pode ser de um grupo específico de Amniota ou parecido com o modelo adotado nesse estudo. Você pode utilizar materiais de baixo custo. Que tal fazer uma pesquisa em sua escola e descobrir quais materiais estão disponíveis para os alunos realizarem trabalhos. Se a sua escola dispõe de um laboratório é importante deixá-lo com materiais disponíveis para atender a maior quantidade de alunos possível. Além disso, você pode pesquisar outros grupos e propor novos modelos. E não somente isso, você pode pesquisar outros sistemas, fazer novas perguntas e preparar materiais didáticos juntamente com o seu professor. Vamos em frente, há muito que se descobrir. Bons estudos!

3.22 AMNIOJOGO

O jogo de tabuleiro Amniojogo (Figura 20) tem por finalidade revisar os conceitos sobre os padrões de fluxo sanguíneo em Amniotas abordados em atividades anteriores. O jogo não precisa necessariamente ser realizado após o término das atividades propostas no roteiro didático. Ele pode também ser utilizado como uma atividade avaliativa.

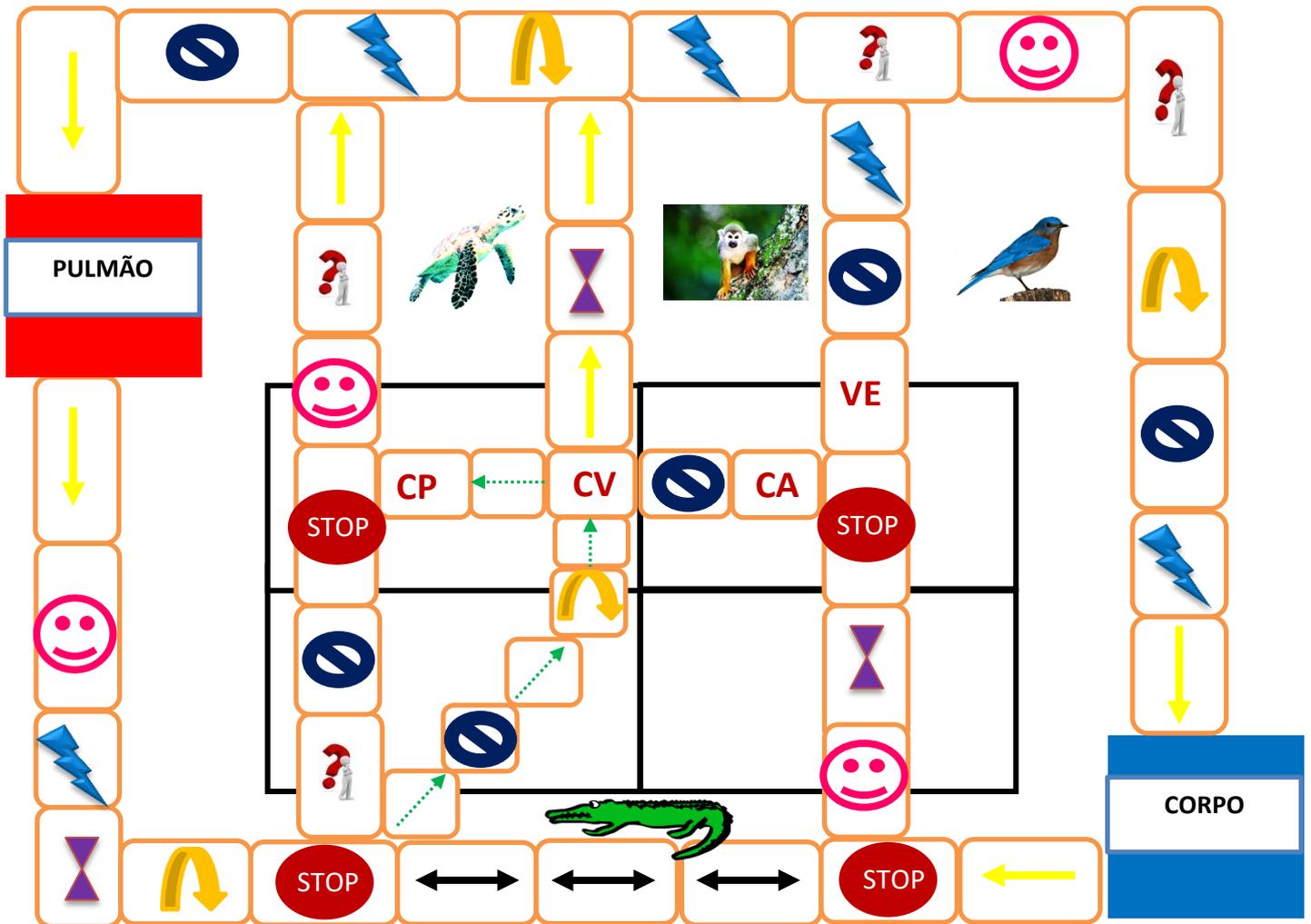


Figura 20 – Tabuleiro do Amniojogo

3.2.3 DESCRIÇÃO E REGRAS

O tabuleiro do jogo “imita” o desenho do modelo didático em parte, assim, o aluno reconhece facilmente o objetivo do Amniojogo que consiste em completar duas voltas pelo tabuleiro em menor tempo começando pela casa pulmão ou pela casa corpo, ou seja, completando um circuito sistêmico e outro pulmonar. O número de jogadores pode variar de dois a quatro, mas, sugere-se que seja realizado em equipes, sendo possível serem formadas até quatro equipes de quatro jogadores. Isso favorece a interação e troca de informações. O aluno individualmente ou em grupo faz um sorteio para saber qual circuito irá iniciar sua trajetória. Os jogadores deverão respeitar o circuito pulmonar ou sistêmico a partir de sua escolha de casa inicial. Antes de começar o jogo os participantes devem girar uma roleta indicativa do grupo zoológico (Figura 21) para saber qual grupo de Amniota deverá representar. Escolhido o táxon e o circuito, o aluno deve jogar o dado e iniciar o jogo.



Figura 21 – Roleta indicativa do grupo zoológico do jogo de tabuleiro Amniojogo.

Professores e alunos podem confeccionar o dado para o jogo utilizando o material disponibilizado pela escola como cartolina, emborrachado e outros. Uma excelente ideia seria utilizar objetos de baixo custo para representar os bonecos do jogo como tampas de caneta, borrachas coloridas, dentre outros. O tabuleiro pode ser impresso ou confeccionado por professores e alunos, utilizando materiais alternativos.

Ao longo do tabuleiro haverá cartas que determinarão atividades a serem cumpridas pelos jogadores antes de avançar pelas casas do tabuleiro (Figura 22).

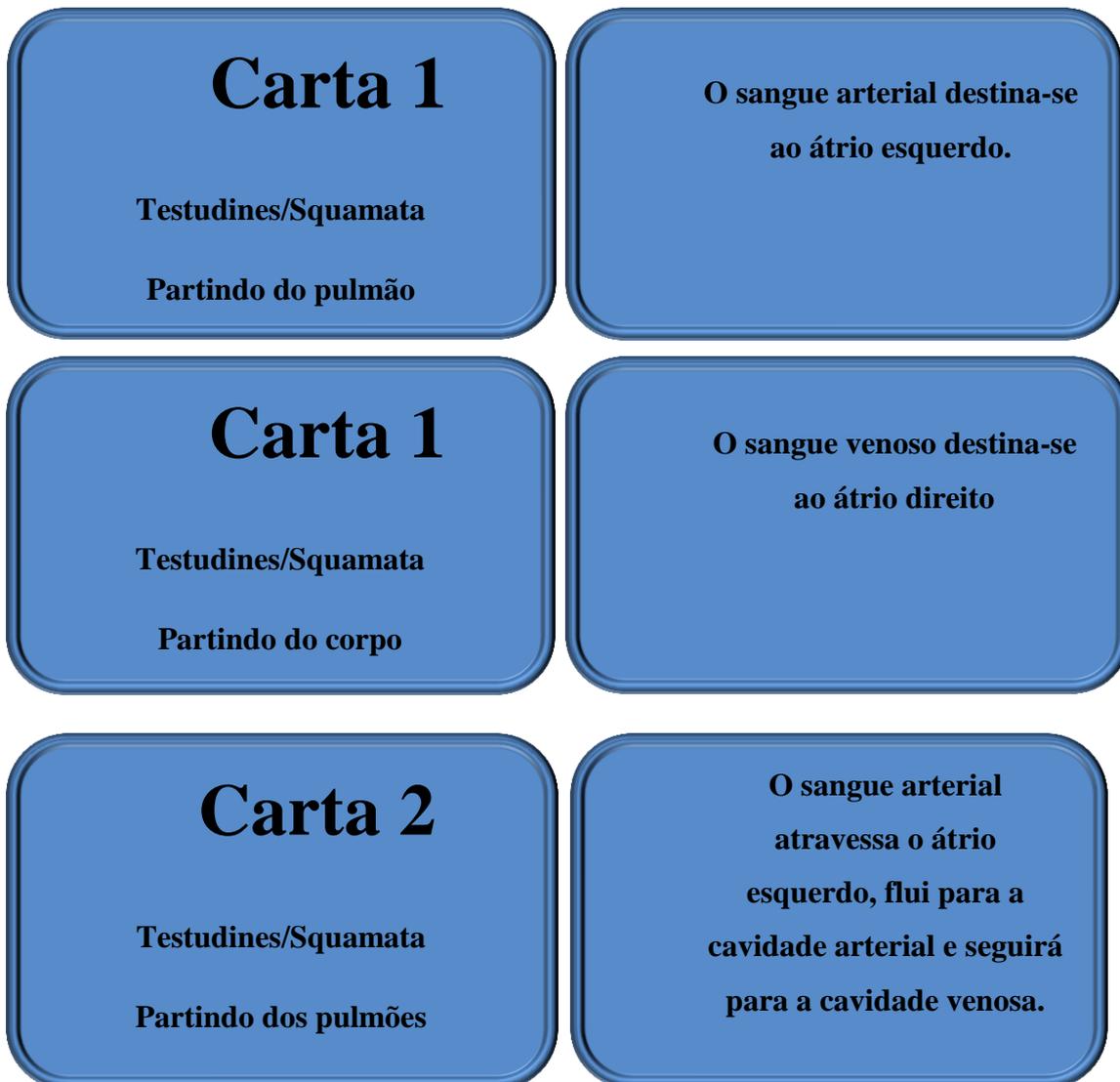
<u>Cartas</u>	<u>Atividades</u>
<p data-bbox="363 745 679 779">Carta parada obrigatória</p> 	<p data-bbox="842 745 1437 1877">Parada obrigatória. Independente se o jogador parou ou não nesta casa ou se apenas passou por ela é preciso escolher um caminho antes de avançar. Antes de pegar a carta de parada obrigatória o aluno deverá informar em voz alta qual trajeto pretende seguir. Logo após deverá pegar a carta correspondente e ler em voz alta. Todos os jogadores deverão opinar sobre o trajeto correto e consultar o modelo e/ou roteiro para tirar eventuais dúvidas. Se o aluno escolher um caminho inadequado para seu grupo zoológico deverá ficar uma rodada sem jogar. Se o aluno acertar o caminho deverá prosseguir normalmente no jogo. O jogador deverá respeitar a parada obrigatória duas vezes até o término do jogo, uma vez antes de decidir em qual átrio seguirá seu percurso e outra antes de sair do ventrículo. Se por ventura o jogador passar novamente por uma mesma carta de stop desconsidere-a.</p>
<p data-bbox="483 1955 560 1989">Smile</p> 	<p data-bbox="842 1955 1075 1989">Avance uma casa.</p>

<p>Invertendo o grupo</p> 	<p>O aluno deve girar a roleta indicativa do grupo zoológico para trocar de Amniota e falar sobre alguma semelhança ou divergência anatômica entre esses grupos. É permitido consultar o roteiro didático e/ ou utilizar o modelo didático. Os oponentes validam a resposta e o jogo prossegue.</p>
<p>Advertência</p> 	<p>Volte duas casas.</p>
<p>Caiu um raio sobre mim</p> 	<p>Fique uma rodada sem jogar.</p>
<p>Ampulheta</p> 	<p>O aluno deverá simular no modelo algum padrão de circulação de outro táxon. Para escolher outro grupo deverá utilizar a roleta indicativa de Amniota. O tempo para realizar a atividade será de 6 minutos. Os oponentes conferem o circuito proposto e o validam ou não. Caso o jogador já tenha “passado” por essa casa, não será permitido repetir o grupo. Em caso de equívocos, os jogadores ficam uma rodada sem jogar.</p>
<p>Pergunte ao oponente</p> 	<p>O jogador deverá escolher um oponente e fazer uma pergunta. O jogador questionado terá até 5 minutos para responder a questão e poderá consultar o modelo e/ou roteiro didático. O jogador questionador e o grupo validam a resposta e no caso de erro o jogador questionado fica uma rodada sem jogar. Um mesmo jogador questionador só</p>

	<p>poderá escolher uma única vez um determinado oponente, a menos que a partida tenha apenas dois participantes.</p>
--	--

Figura 22 - Quadro com indicações das casas do jogo Amniojogo e as respectivas instruções de atividades a serem executadas pelos jogadores.

Os jogadores, ao se depararem com a carta com indicação de parada obrigatória (Stop) precisarão utilizar-se das cartas de parada obrigatória (Figuras 23 e 24) que revelam o trajeto correto a ser seguido durante o jogo.



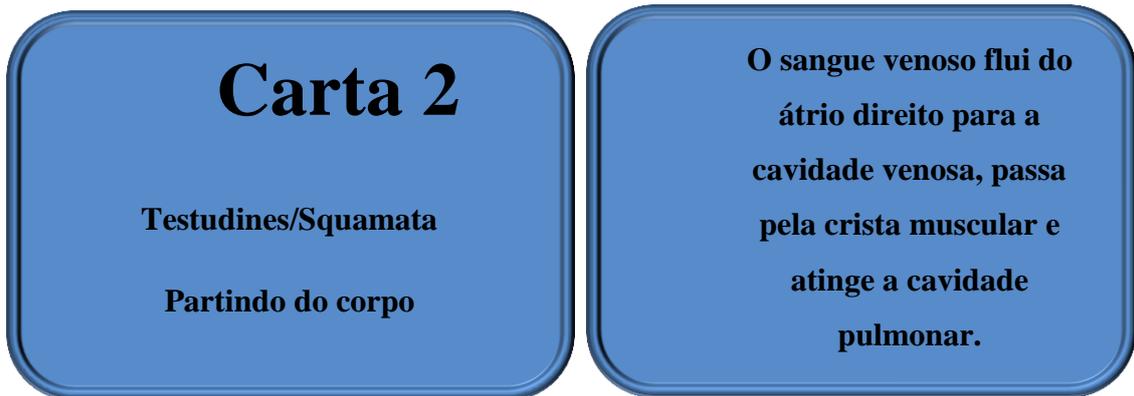
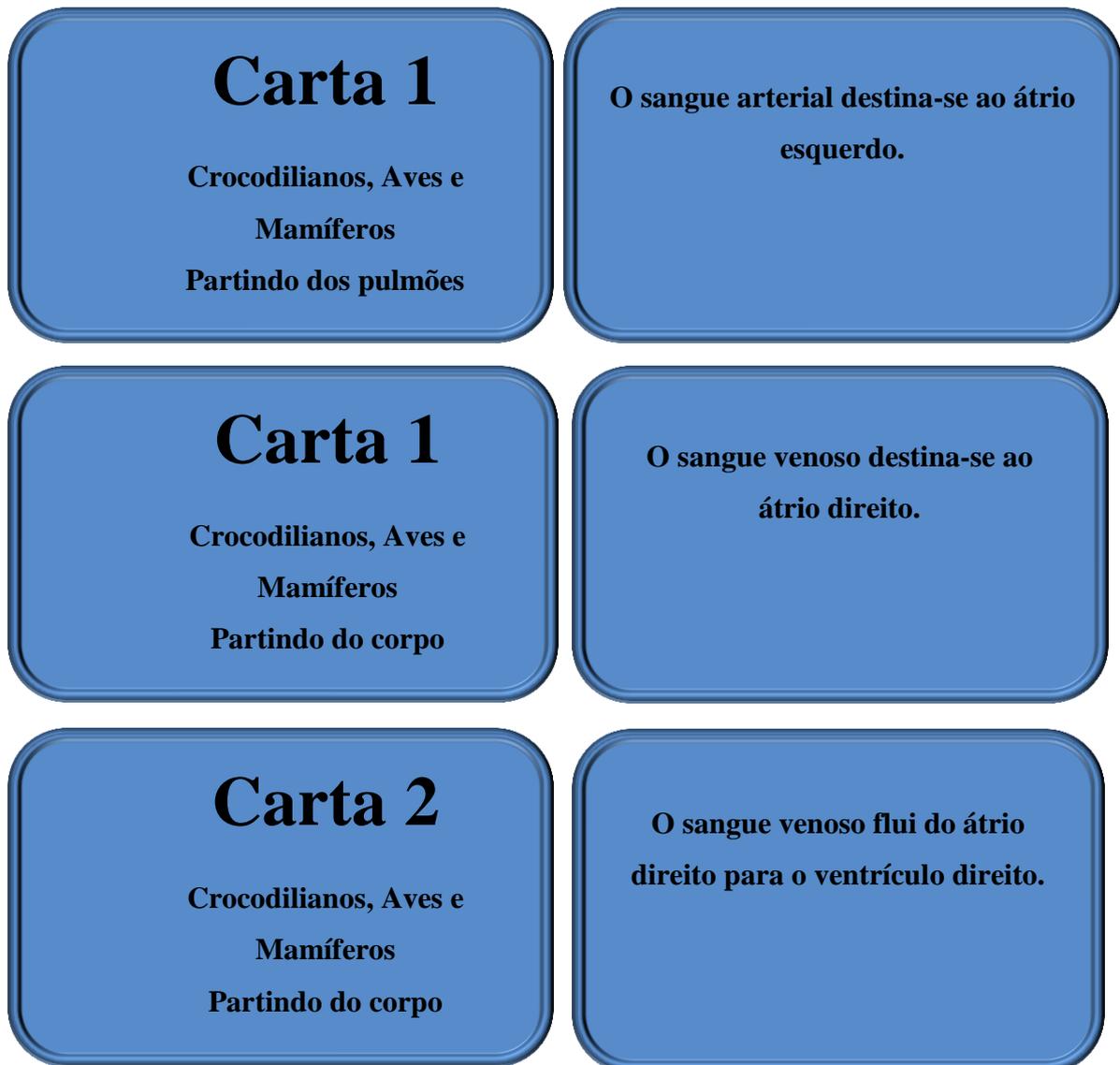


Figura 23 – Cartas de parada obrigatória de Testudines/Squamata do jogo de tabuleiro Amniojogo. À esquerda frente e à direita verso.



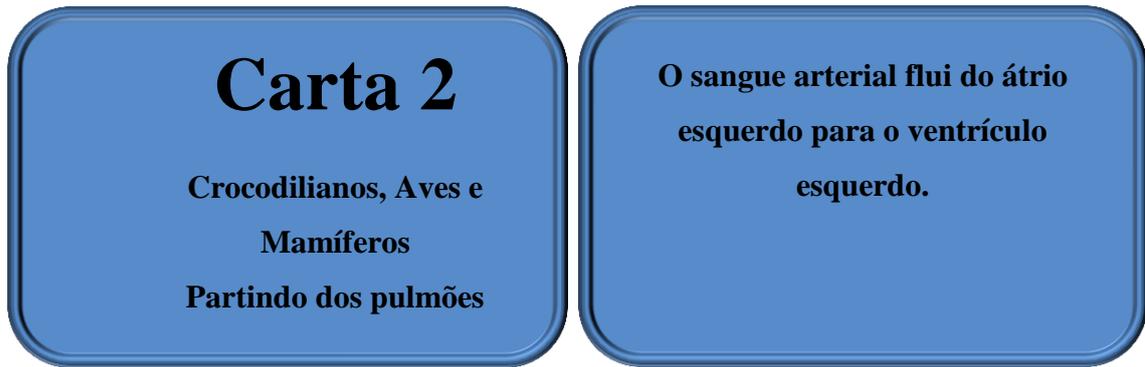


Figura 24– Cartas de parada obrigatória de Crocodilianos, Aves e Mamíferos do jogo de tabuleiro Amnijojo. À esquerda frente e à direita verso.

6 DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos na entrevista semiestruturada, da confecção do modelo didático e da elaboração de um roteiro didático para o estudo do sistema cardiovascular de Amniotas, o presente estudo pontua algumas informações acerca do processo de ensino-aprendizagem e currículo que são bastante pertinentes no cenário educacional atual, o qual se encontra em pleno processo de mudança para o estabelecimento de uma Base Nacional Curricular Comum. Krasilchik (2016, p.13) lembra que o currículo escolar do ensino fundamental e médio no Brasil precisa estar em constante debate a fim de proporcionar seu principal objetivo de formar cidadãos. Nesse contexto, o ensino de biologia pode ser especialmente importante para os alunos ou muito pouco atrativo de acordo com a abordagem dada aos conteúdos e a estratégia de ensino utilizada.

A análise da investigação realizada com oito docentes que lecionam a disciplina de Biologia em duas unidades públicas do Estado do Rio de Janeiro revela uma uniformidade. Os relatos dos professores indicaram problemas nos âmbitos estruturais, na carência de recursos materiais e na insatisfação com a presença de laboratório não operacional nas unidades escolares visitadas. Isto é constatado nas narrativas dos professores B *“Eu regularmente trabalho com recursos diferenciados. Não há resistência na aquisição de materiais, somente falta de estrutura. Temos que ser criativos o tempo todo.”* e C *“Não há resistência e sim pouco investimento do poder público atual no que se refere ao envio de verbas para esta finalidade”*.

Mesmo que diante de um cenário de pouco investimento em materiais pedagógicos, os docentes pesquisados de ambas as unidades escolares mencionaram a realização de aulas diferenciadas mesmo que estas ocorram com uma frequência reduzida em alguns casos. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de Araujo (2015, p. 47), no qual professores relataram a presença frequente de modalidades didáticas variadas em seu cotidiano bem como a preocupação em aumentar a utilização de tais modalidades dada a importância que estes docentes agregam acerca dessas práticas, ainda que o pesquisador não as tenha observado durante sua pesquisa. Nossos estudos sugerem que tal preocupação docente em adotar modalidades diferenciadas no seu cotidiano pode estar relacionada à formação profissional, visto que de todos os entrevistados apenas um não possui curso de pós-graduação.

Quando questionados acerca de uma metodologia que privilegia o protagonismo por meio de situações-problema visando o pensamento crítico e a proposição de hipóteses, os professores mostraram-se adeptos em sua maioria, relatando o quanto acreditam na possibilidade de ajudar o educando na aquisição de autonomia através de desafios, da construção do conhecimento em conjunto, do respeito ao questionamento e curiosidades dos alunos durante o seguimento das aulas. Isto pode ser facilmente evidenciado em alguns relatos (docentes A, C e D respectivamente): *“Parto sempre do conhecimento prévio do aluno, lançando algum desafio e a partir desse ponto desenvolvo a aula.”*; *“Sim, através principalmente da coleta de conhecimentos prévios discentes.”*; *“Sim, pois procuro promover atividades em que os conceitos sejam construídos coletivamente.”*

Ensinar Ciências vai muito além de uma didática agregada à assimilação de termos e fenômenos biológicos. Inserida em uma metodologia que privilegia a problematização, o ensino de Ciências visa favorecer circunstâncias que suscitem no estudante o estímulo às suas habilidades cognitivas (VASCONCELOS; SOUTO 2003 p. 102).

A conclusão do ensino médio deve propiciar ao aluno a capacidade de deter um conhecimento básico acerca dos principais conceitos biológicos e, além disso, dotá-lo de uma autonomia que o permita refletir e aplicar os conceitos estudados em seu cotidiano (KRASILCHIK, 2016 p.14).

Esta tendência se mantém presente dentre as competências gerais da educação básica previstas para a elaboração da futura Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018, p. 11) relacionada ao ensino de Biologia, onde se destacam o estímulo à curiosidade intelectual e à exploração de métodos próprios das ciências que abrangem a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para analisar causas, propor hipóteses, fazer testes e criar soluções embasadas em conhecimentos das diferentes áreas.

Os relatos dos docentes entrevistados revelam uma tendência em conformidade ao que se pretende atingir com os principais objetivos descritos para o ensino de Biologia no que se refere a um ensino que privilegia a atuação do aluno. Dessa maneira, a maioria dos docentes expôs a adoção de métodos simples para inserção do protagonismo do aluno em sua prática cotidiana, como nota-se nas seguintes declarações (docentes E e H, respectivamente): *“Sim, a partir da observação de que os alunos não conseguem aprender satisfatoriamente, eu adotei um processo de resolução de problemas e fortalecimento do protagonismo dos alunos.”*; *“Às vezes, sempre que possível o aluno através de um tema procura elaborar respostas para*

questionamentos lançados em sala. Na aula seguinte eles expõem suas respostas ou experimentos.”.

Ainda que pareça haver uma inclinação para uma mudança na prática docente no sentido de promover uma atuação mais efetiva do aluno no curso das aulas e na mediação docente, há relatos da não participação dos estudantes mesmo com a insistência do professor e a adoção de um método puramente expositivo.

Castanha e Castro (2010, p. 32) entendem que o modelo pedagógico atual deve descentralizar o professor. Este deve perceber que não é o único que detém as informações, já que elas estão em toda a parte e disponíveis a todos que possam acessar a internet. O exercício de se repensar as práticas e métodos pelos professores são urgentes e devem ser constantes. É inapropriado hoje um docente que sempre recorra aos mesmos métodos e recursos e que seja despreocupado com toda a aplicabilidade que o mundo conectado possa lhe conceder.

O papel do docente implica em compreender o processo de aprendizagem do aluno, como se dá esse processo, e qual a motivação para tal, fugindo da tarefa de propor somente a exposição de conteúdos (KRASILCHIK, 2016 p.38). As bases para a manutenção desse exercício de autoanálise da prática docente e busca por atividades que estimulem os alunos perpassam pelos recursos utilizados na classe.

Quando indagados acerca dos recursos adotados para o ensino de anatomia humana, os docentes narram a ampla utilização de esquemas principalmente de livros didáticos. Outros recursos também são citados, mas ao analisar os demais questionamentos presentes na entrevista parece que a utilização de estratégias mais alternativas depende de outros fatores outrora já debatidos nesse estudo, como a falta de recursos, de materiais, de tempo para elaboração destes e até mesmo falta de preparo pelo desconhecimento de metodologias disponíveis para a elaboração de modelos, equipamentos e jogos didáticos. Assim, o que se vê é a não dissociação do modelo quadro, livro e professor palestrante. Krasilchik (2016, p.80) recorda que aulas expositivas são as mais comuns no ensino de Biologia. Nelas, os professores repetem os livros e os alunos são ouvintes passivos. Semelhantemente, Araujo (2015, p. 16) constatou que materiais didáticos além de quadro/giz e livro didático, tais como mídias digitais, recursos audiovisuais, experiências e jogos, ocorrem ocasionalmente nas aulas graças a poucos profissionais isolados.

A dependência da aula expositiva se deve às várias dificuldades encontradas pelos docentes, como constatado pelo diagnóstico das repostas dos professores entrevistados, onde fica claro que não só a falta de recursos é agravante, mas também a falta de base em conteúdo, o excesso de avaliações e projetos, carga horária reduzida da disciplina e a falta de um laboratório adequado. Nessas condições os docentes se veem a todo o momento diante de escolhas que estão entre repensar sua prática, despendendo seu curto tempo de aula em atividades que possam enriquecer seus alunos em habilidades voltadas para a expressão oral, para o pensamento crítico, para a análise de fenômenos biológicos e estímulo à criatividade; ou de ceder às pressões pedagógicas de suas unidades escolares e preparar os alunos para as avaliações previstas no calendário anual. É importante que docentes repensem suas estratégias com meios que enriqueçam suas práticas também com circunstâncias diferenciadas, possibilitando que o educando atinja seus objetivos escolares.

Diante desse cenário o que deveria ser constante no ensino de Biologia torna-se esporádico. A preocupação apenas com o rendimento do aluno em pouco o ajuda no processo de busca de autonomia e soluções para o seu cotidiano que resulte em melhorias não só para si, mas para a sociedade como um todo. Nesse âmbito, as competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio que devem permear a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) (2018, p. 115) preveem a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos com vista à criação de ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais promovendo melhoras nas condições de vida. Além disso, é pertinente também que a partir dos conhecimentos da vida, da Terra e do Cosmos se elaborem argumentos e previsões sobre o funcionamento e evolução dos seres vivos correlacionando esse conhecimento a decisões éticas e responsáveis, e, por último, avaliar situações-problema, o conhecimento científico e tecnológico e suas aplicações no mundo.

Mesmo diante de muitos desafios que permeiam a sua prática, os docentes participantes se mostram cientes da responsabilidade que a profissão exige e ainda assim buscam em suas aulas a adoção de soluções simples para diminuir os efeitos deletérios de um sistema educacional que impõe resultados e fornece poucas alternativas.

Araujo (2015, p. 47) igualmente percebe a problemática envolvendo a prática docente e atenta para a disposição dos professores na busca por melhorias, o que leva à reflexão da

atuação docente no ensino de Biologia, propiciando um posicionamento pedagógico mais comprometido com uma prática mais significativa.

Diante do reconhecimento da importância acerca da reflexão da prática docente e levando-se em conta a importância de conhecer outras realidades educacionais, ainda que dentro da mesma rede de ensino, entende-se que há especificidades na dinâmica docente e que a elaboração de um material didático é tarefa de grande responsabilidade, pois este deve tentar atender alguma demanda que surge a partir de um desconforto da prática de seu idealizador e também ser útil para outros docentes. Devido a esse contexto, a entrevista buscou compreender como este modelo poderia auxiliar na demanda identificada com a falta de aulas voltadas para um ensino do corpo humano dentro de uma análise comparativa entre as espécies e como os docentes indicariam falhas, dúvidas e abordagens nas quais o modelo se enquadraria.

Os docentes reconheceram no protótipo do modelo apresentado potencialidades de utilização desde que fossem bem indicadas as estruturas do sistema cardiovascular, visto que consideram que o assunto costuma gerar muitas dúvidas, além de ser de difícil entendimento. Este modelo foi escolhido em virtude da dificuldade que os alunos enfrentam para estudar a pequena e a grande circulação. Um obstáculo inicial se observa no estudo da anatomia do coração, onde o aluno se vê diante de uma série de nomes de vasos sanguíneos, válvulas e compartimentos dispostos de forma complexa não possibilitando a compreensão.

Como fora relatado pelos docentes este estudo não costuma ser comparativo na maioria das vezes, e, desse modo, o coração humano é protagonista da aula e ao final são citados exemplos de outros grupos. Em alguns poucos casos os alunos conseguirão visualizar um coração com três compartimentos dos répteis não crocodilianos em esquemas no quadro ou slides, isto se o docente dispuser de tempo para tal.

As falas dos docentes sugerem uma preocupação conteudista e conceitual, visível nas narrativas dos professores A e D, respectivamente: *“de uma forma geral ficou bom, mas precisa indicar melhor as diferenças entre a circulação dos répteis, aves e mamíferos principalmente em relação à abertura dos ventrículos e mistura do sangue arterial e do sangue venoso; “Não esquecer da exceção dos répteis crocodilianos que possuem Circulação dupla e completa.”* Tais preocupações referem-se aos conteúdos constantemente presentes nos livros didáticos que separam o estudo do coração dos vertebrados pelo número de

compartimentos e pela mistura de sangue arterial e venoso. Isso caracteriza muito bem o modelo tradicional de ensino voltado para a assimilação de conceitos e destinado a uma avaliação quantitativa. Dessa forma, são comuns entre as falas de docentes e discentes os termos circulação aberta e fechada; circulação simples ou dupla, completa ou incompleta. A assimilação desses termos em nada ajuda na construção do conhecimento já que o entendimento sobre a presença ou ausência de determinados vasos e o número de cavidades do coração não estão associados a um contexto evolutivo.

Outra particularidade comum no estudo do sistema cardiovascular constatada na narrativa dos docentes diz respeito à mistura de sangue. Frequentemente, ao abordar o assunto, os docentes pautados nos conteúdos presentes no livro didático referem-se à mistura de sangue como um “problema” que “foi resolvido” com a total separação dos ventrículos. Considerando tal desacerto, as atividades propostas neste estudo permitem que educadores e alunos não associem a mistura de sangue a algum tipo de limitação ou ineficiência. Assim, se reconhece que os Crocodylia possuem ventrículos separados e apresentam mistura de sangue sem nenhum prejuízo fisiológico, assim como os Testudines e Squamata, que possuem um único ventrículo e também apresentam mistura sanguínea em determinadas situações.

Em virtude do conhecimento das particularidades que envolvem o ensino de Biologia, em especial o ensino do sistema cardiovascular inserido em um contexto evolutivo, a proposta desse estudo prevê que o estudante, com o auxílio de um roteiro, possa manusear o modelo didático, observar os diferentes circuitos sanguíneos, analisar, criar hipóteses que o façam refletir e concluir porque o sangue segue trajetórias distintas em diferentes grupos e qual a relação desse processo com as atividades desempenhadas pelo animal. O roteiro de estudos elaborado nesse trabalho procurou atender às demandas reveladas pelos docentes entrevistados que se mostraram entusiasmados com as possibilidades didáticas que este recurso proporciona, direcionando a atuação discente no que tange os objetivos pré-definidos pelos professores.

Acreditamos que um material didático deve ser flexível ao máximo a fim de atender as particularidades acerca de docentes e discentes, disponibilizando estratégias alternativas para sua confecção e/ou elaboração permitindo ao docente a livre escolha de melhor aproveitar a ideia apresentada. Somando-se a isso, uma proposta didática deve estar em harmonia com as principais tendências implícitas na legislação inerentes ao ensino médio. Em razão disso, é

constante na proposta aqui apresentada um método que dá preferência às perguntas em detrimento ao “despejo” de informes que são comuns em uma educação acrítica.

Uma metodologia de ensino que privilegia a análise crítica pode ser um recurso para atrair o interesse do aluno. Dentro dessa lógica de busca de um método mais significativo de ensino é que os professores entrevistados citam a presença do diálogo como um elemento central nas relações ensinar-aprender. A transição de um tipo de aula em que só o professor fala para outra modalidade em que há diálogo é um sensível progresso na qualidade dos cursos de Biologia (KRASILCHIK, 2016 p.82).

A partir do processo de interação, cooperação e análise dos alunos sugerida nesse estudo é possível que o conhecimento sobre o corpo humano que é normalmente dividido em sistemas possa ser transformado em um estudo que propõe a análise de parâmetros diferenciados destes mesmos sistemas em grupos zoológicos distintos a partir de um modelo manipulável. Esse tipo de exercício pode ser mais motivador e gerar a construção - ao contrário de uma desconstrução do corpo humano. Assim, conhecedor das características relacionadas ao sistema circulatório de outros organismos o adolescente tornar-se-á capaz de “montar” o seu corpo porque se reconhece como uma espécie dotada de especificidades e semelhanças em relação a outros animais, ou seja, percebe-se como um elemento inserido em um contexto evolutivo muito mais amplo. Isso fica evidente em algumas das atividades propostas no roteiro didático desse estudo como evidenciamos em questões que abordam a circulação dos mamíferos, tais como,

Certamente os mamíferos mergulhadores apresentam adaptações para o mergulho que permitem sua sobrevivência já que muitas espécies dependem do meio aquático para a busca de alimento e muitas dessas adaptações estão relacionadas à circulação. Mas antes de descobrir quais são estas adaptações, vamos compreender melhor a circulação de mamíferos. Faça as adaptações necessárias no modelo e observe a circulação dos mamíferos. Descreva os circuitos pulmonar e sistêmico desse grupo. Em que lado do coração circula somente sangue arterial. E o venoso? Parece que a presença de uma quantidade elevada de mioglobina permitiu que mamíferos mergulhadores obtivessem sucesso na caça em águas mais profundas. Mas será esta a única adaptação dos mamíferos mergulhadores? Manter oxigênio nos músculos é muito importante, principalmente durante uma atividade extenuante. Mas... e os demais órgãos? Como esses mamíferos conseguem manter o suprimento de oxigênio em órgãos vitais? Tente propor um circuito que favoreça a oxigenação de órgãos

importantes. Utilize o modelo e seus escritos como fonte de pesquisa e debata com os demais alunos. Lembre-se que o desvio de fluxo de sangue não está atrelado apenas a desvios nos circuitos sistêmico e pulmonar. Nos humanos, por exemplo, quando levamos um susto ficamos com a pele pálida, sem cor. Isso ocorre porque o sangue foi desviado para os músculos, nos preparando para uma reação.

Um material didático bem estruturado e apresentado pelo docente junto a uma proposta de estudo como um roteiro didático pode ser útil para a construção da autonomia do estudante que dotado de conhecimento acerca da circulação comparada de Amniotas pode modificar o modelo previamente elaborado ou até propor novos protótipos. Toda essa versatilidade atribuída a esse produto educacional é amplamente reconhecida e divulgada em diversas áreas de estudo. O que é de fato importante para se pensar e reformular as práticas docentes é como estes recursos didáticos podem auxiliar no atendimento a seus objetivos, respeitando as determinações previstas para a elaboração do currículo. Nesse âmbito Rodrigues (2012, p. 56) observou que há dificuldades na elaboração de modelos representativos pelos alunos que recorrem aos docentes devido à dificuldade que a confecção do mesmo requer para transformar a teoria aprendida em algo concreto, o que gera a criação de modelos não convenientes para o estudo. A autora relata que tal dificuldade tem origem na dicotomia dos conteúdos, o que inviabiliza a relação entre teoria e o cotidiano do aluno.

Krasilchik (2016, p.67) também defende que os modelos podem resultar em conclusões ineficientes pelos alunos graças à dificuldade destes em compreender que modelos consistem em simplificações de objetos ou fenômenos. Entretanto, estes devem ser confeccionados pelos estudantes. A autora reitera que é preciso ter cautela para evitar que os modelos sejam empregados em circunstâncias em que a observação da realidade é mais apropriada e de fácil entendimento.

Diante dessa problemática, reiteramos que o estudo do sistema cardiovascular por ser de difícil abstração pode ser mais bem compreendido pelos estudantes se for apresentado através de um modelo didático previamente confeccionado. Ainda que a confecção de modelos didáticos pelos alunos seja defendida por muitos autores é importante destacar que o processo de elaboração deve ser bem planejado para que o estudante não se perceba diante de um conjunto de instruções e ordenações lógicas ditadas pelo professor, tornando o processo

de aprendizagem totalmente mecanizado. Por esse motivo, adotamos em nossos estudos a utilização de um modelo didático representativo previamente confeccionado.

O modelo adotado nesse estudo não pretendeu ser uma réplica fiel ao coração de Amniotas, mas a preocupação foi elaborar um modelo que demonstrasse a trajetória sanguínea em determinadas circunstâncias e em diferentes grupos. Além disso, as atividades propostas requerem a operação do equipamento pelo aluno, evitando assim um processo passivo e entediante de observação de um modelo pronto. Entretanto, compreendemos que dotado de uma experiência de participação, reflexão e construção do conhecimento proporcionado por uma modalidade didática bem estruturada, o estudante possa transpor seu embasamento teórico para a elaboração de seu próprio modelo, sendo isso um nível mais avançado de compreensão de determinado assunto. Em virtude disso, há uma proposta de atividade no roteiro de estudo que prevê a confecção de um modelo didático pelo próprio aluno, a saber,

A partir desse aprendizado você está apto a criar seu próprio modelo didático. Ele pode ser de um grupo específico de Amniota ou parecido com o modelo adotado nesse estudo. Você pode utilizar materiais de baixo custo. Que tal fazer uma pesquisa em sua escola e descobrir quais materiais estão disponíveis para os alunos realizarem trabalhos. Se a sua escola dispõe de um laboratório é importante deixá-lo com materiais disponíveis para atender a maior quantidade de alunos possível. Além disso, você pode pesquisar outros grupos e propor novos modelos. E não somente isso, você pode pesquisar outros sistemas, fazer novas perguntas e preparar materiais didáticos juntamente com o seu professor. Vamos em frente, há muito que se descobrir. Bons estudos!

Os professores devem sempre atentar para a natureza do recurso didático e para a dificuldade do assunto a ser abordado nas aulas, avaliando em seu planejamento em que momento a confecção de modelos por professores é dispensável. Dentro de uma lógica investigativa, um modelo pré-confeccionado pode facilitar o entendimento dos alunos quando no contexto de uma temática mais densa.

As dificuldades as quais os alunos enfrentam ao transpor a realidade para um modelo tridimensional podem estar relacionadas ao método predominantemente enciclopédico comumente adotado nas escolas. O incentivo a práticas que envolvam a visão espacial, a subjetividade e o raciocínio lógico deveriam permear os objetivos de todas as disciplinas

escolares. Ainda sobre a limitação dos alunos acerca da confecção dos modelos Krasilchik (2016, p. 64) pontua:

As limitações para a utilização de recursos imagéticos se devem à dificuldade dos alunos a partir de uma figura representada no plano, uma estrutura real em três dimensões. [...] Usando modelos feitos de massa de modelar ou de qualquer outro material semelhante, cortados em vários planos, o aluno compreende facilmente a relação entre o corte e o todo.

Desse modo, a abstração de determinado conteúdo pode ser superada em virtude da visualização, análise e manuseio de modelos representativos. Em razão disso, salvaguardamos a confecção de modelos pelos alunos somente após o domínio do conteúdo. Nesse campo, Gonçalves et al. (2017, p.12) também defende que os modelos didáticos tridimensionais devem ser encorajados nos ambientes escolares pois sua utilização promove a correlação entre o conteúdo estudado e a prática, fornecendo ao aluno suporte para observar e aplicar os conteúdos ensinados, o que favorece a assimilação e a compreensão.

É perceptível entre os autores a narrativa favorável acerca das vantagens da utilização da modelização. Acerca disso, Vinholi Junior e Princival (2014, p.112) destacam que a modelagem didática pode ser proveitosa para a aprendizagem de conteúdos e, especialmente para os de natureza complexa e rebuscada. Os autores reiteram que é de extrema importância que o docente seja dotado de uma formação adequada e voltada para a utilização de instrumentos didáticos com uma abordagem apropriada para a construção de conceitos. Em virtude do reconhecimento de que a proposição de um instrumento para o apoio didático deve considerar as peculiaridades do fazer docente, os quais estão diante de muitas atribuições e pouco tempo para planejar e trabalhar em parceria com os alunos como fora relatado pelos professores entrevistados nesse estudo, é que se justifica fornecer um material com um modelo previamente confeccionado e com propostas de atividades. Somando-se a isso, a proposta se considera inacabada sem determinação de tempo para a sua execução, pois se entende que o professor é um profissional flexível capaz de reconhecer como uma modalidade didática e um recurso didático podem ser direcionados para atender às especificidades do seu alunado.

Entretanto, compreendemos que além de proporcionar uma vantagem de melhora na assimilação e empenho é importante que a aplicação desse método leve ao entendimento pelo

educando de forma convidativa e atrativa. Para tanto, adotamos nesse trabalho um ensino dotado de experiências que promovem desafios cognitivos e à investigação. Campos, Nigro (2009, p. 25) relembram que o ensino de Ciências com investigação desenvolve nos alunos a capacidade de construção mais fidedigna do conhecimento científico em relação ao senso comum. Ainda segundo os mesmos autores (2009, p. 127) é papel do professor orientador científico, entre outras coisas, o incentivo à formulação de hipóteses, o auxílio na elaboração de experimentos, o cuidado para que os alunos não desviem demais do objetivo central e a proposição de atividades nas quais o alunado compreenda sua execução, o porquê irá fazer e como isso está relacionado a outras atividades previamente realizadas. Tais precauções podem ser evidenciadas nas atividades propostas no roteiro didático aqui proposto. Ao fornecer atividades dentro de um contexto evolutivo, o sistema cardiovascular é harmonicamente compreendido como relacionado às distintas demandas metabólicas de cada grupo de Amniota. Dessa forma, tornam-se mais assimiláveis os conceitos evolutivos que comumente seriam definidos apenas nas aulas destinadas às teorias evolutivas. Somando-se a isso há certa resistência em se trabalhar tais conceitos sendo de grande importância a sua inclusão em circunstâncias que retratem as relações dos organismos com seu habitat.

Em um contexto de aula prática é necessário que sejam realizados vários tipos de exercícios a fim de proporcionar para os alunos a capacidade de tomar decisões, executá-las e tirar conclusões a partir de seus feitos. Para tanto é necessário que haja uma discussão dos resultados obtidos para que o aluno não seja um mero manipulador de equipamentos sem nenhum raciocínio (KRASILCHIK, 2016 p.89).

Para que seja atendido o objetivo de inserir o homem em um contexto evolutivo há na proposta de estudo variadas atividades para que o processo de aprendizagem torne-se mais atrativo e contextualizado. Para tanto, recorreu-se a textos, figuras retiradas da internet, notícias e recursos imagéticos variados. Ainda há uma sugestão de atividade diferenciada a partir de um jogo de tabuleiro.

Com os relatos obtidos a partir desse estudo e o confronto com os resultados de outros estudos que assim como este buscam meios para a melhoria e reflexão acerca do processo de ensino e aprendizagem para o ensino de Biologia, entende-se que há muitos obstáculos para geração de um ensino com excelência. No entanto, há muita disposição por parte docente em realizar um trabalho mais dinâmico e diferencial. Dessa forma, percebemos que toda

contribuição que possa ser apresentada no âmbito dos recursos didáticos pode ser bem aproveitada pelos docentes, não havendo um recurso mais apropriado ou melhor. A estruturação do plano de aula a partir do recurso didático é que precisa ser minuciosamente preparada visando atender ao currículo e às demandas educacionais de cada unidade escolar. Dessa maneira, entendemos que os modelos didáticos representativos também são recursos potenciais para promover um processo de ensino-aprendizagem mais estimulador no campo da anatomia comparada para o ensino médio, assim como os demais recursos utilizados pelos professores entrevistados nesse estudo.

O sucesso de um método de ensino ocorre à medida que este esteja envolvido em um processo que seja instigante e desafiador para o estudante e reorganize os papéis dos agentes do processo, tornando o professor um mediador atuante entre o recurso e o aluno, indagando, moderando, trazendo novas informações e aguçando a criatividade. Assim, mediante uma experiência educacional nova é que se podem atenuar as dificuldades inerentes ao ensino público. Isso pode ser feito com recursos de baixo custo, acessíveis e que possam ser facilmente criados e aperfeiçoados em qualquer escola. Para tanto, é necessário que mais estudos sejam realizados, mais recursos sejam criados para que demandas como o ensino de circulação sanguínea respeitando o processo evolutivo sejam resolvidas e que através disso o aluno se reconheça como uma espécie como outra qualquer e que esse processo de aprendizagem o torne mais consciente em relação ao planeta e que culmine em atitudes mais coerentes no contexto de suas relações em sociedade.

7 CONCLUSÃO

O produto educacional confeccionado pelo presente estudo pode ser utilizado por docentes como alternativa para a adoção de uma prática de ensino-aprendizagem que preconiza a ação discente, já que fora disponibilizado um roteiro de didático de utilização totalmente idealizado para atender a um método de ensino baseado em questionamentos que culminam na construção do conhecimento pelos alunos de forma coletiva e colaborativa. Nesse aspecto, cabe ao professor mediador apenas conduzir a aula com novos direcionamentos, adequando as questões e propondo novos desafios, sempre respeitando as especificidades de seu grupo de alunos.

Na atualidade o professor deve atentar para os seus desafios cotidianos como catalisadores de novas estratégias de ensino, identificando *a priori* quais são as maiores dificuldades e defasagens dos alunos. No contexto do ensino de Biologia e mais especificamente no ensino de anatomia comparada, a inserção de conteúdos atrelados à evolução biológica garante um ensino mais coerente, possibilitando o reconhecimento de semelhanças e divergências entre estruturas presentes em grupos zoológicos diferentes, o que permite deduções acerca do grau de parentesco entre as espécies e às adaptações concernentes à sobrevivência em determinados ambientes.

Dessa maneira, entendemos que um estudo comparativo ainda que não aprofundado em relação a conceitos do campo evolutivo possa suscitar no aluno não somente o interesse nas aulas, mas também uma mudança de pensamento e comportamento, trazendo a tona um cidadão responsável que toma atitudes que visam ao respeito das condições de vida imprescindíveis não somente à espécie *Homo sapiens* mas também às demais.

Por fim, a utilização de recursos diferenciados como os modelos didáticos devem ser divulgados e estimulados nas unidades escolares, principalmente naquelas onde há maior carência de recursos e menores índices de qualidade de ensino. É de suma importância que haja uma maior integração entre a produção acadêmica e as escolas. De forma conjunta, docentes, discentes e acadêmicos podem identificar deficiências e falhas, buscando soluções criativas e de baixo custo que promovam em última análise melhorias e maior envolvimento em toda a comunidade escolar.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

Ainda que o presente estudo venha a contribuir com alguma defasagem facilmente identificável nas unidades escolares públicas, como a não ocorrência de aulas de anatomia humana dentro de um contexto evolutivo, é preciso que sejam realizados testes junto aos discentes utilizando a metodologia aqui proposta. Somente após uma análise dessa natureza é possível corrigir erros metodológicos e tornar o produto educacional mais voltado para o contexto evolutivo como prevê o projeto inicial.

Pretende-se ainda dar prosseguimento a este trabalho com a apresentação do material confeccionado para os professores das escolas visitadas e analisar quanto a possíveis dificuldades acerca da mediação docente durante o uso do modelo didático. Essa nova investigação junto aos docentes visa também promover um estímulo criador nesses profissionais.

O processo de reflexão acerca das possibilidades didáticas de um modelo tridimensional fomentadas pelo presente estudo, desde sua idealização até a confecção do mesmo, suscitou a percepção de que mais de um instrumento didático diferenciado possa ser agregado em determinados estudos, especialmente os de difícil aprendizagem, permitindo uma prática de ensino mais atrativa. Por isso, espera-se ainda o aperfeiçoamento do componente do roteiro didático *Amniojogo*, que “surgiu” espontaneamente ao longo do processo de criação deste estudo. O “subproduto didático” aqui apresentado ainda exhibe a possibilidade de adequações para atender de forma mais ampla, dinâmica e lúdica a proposta de estudo comparativo aqui vinculado.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPTAÇÕES ao ambiente aquático. Disponível em:

<<http://sotalia.com.br/index.php/inicio/14-portugues/educativo/fique-por-dentro/64-adaptacoes-ao-ambiente-aquatico>> Acesso em: 15 fev. 2019

ADAPTAÇÕES fisiológicas dos mamíferos mergulhadores. Disponível em:

<<https://www.ebah.com.br/content/ABAAABJBMAB/adaptacoes-fisiologicas-dos-mamiferos-mergulhadores>> Acesso em: 15 fev. 2019.

ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Fisiologia de Répteis. **Herpetologia no Brasil**. 2005.

Disponível em: <<http://sbherpetologia.org.br/wp-content/uploads/2016/10/5-Fisiologia-de-R%C3%A9pteis-Julho.pdf>> Acesso em 15 fev. 2019.

ALMEIDA, M. J. O Corpo, a Aula, a Disciplina, a Ciência (análise da Prática Pedagógica). **Educação e Sociedade**, [S.I.], v.8, no. 21, 1985.

AMORIM, A.S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de Biologia para alunos de ensino médio Beberibe – Ceará 2013**. 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)–Universidade Estadual do Ceará, Beberibe, 2013.

ANTUNES, A. M.; SABÓIA-MORAIS, S. M. T. O jogo educação e saúde: uma proposta de mediação pedagógica no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Goiania, v. 5, no. 2, p. 55-70, 2010. Disponível em: <

http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID109/v5_n2_a2010.pdf>. Acesso em: 17 jan.

2018.

AVES - vertebrados homeotermos com corpo coberto por penas. Disponível em:

<<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos3/bioaves.php>> Acesso em 15 fev. 2019.

ARAÚJO, R. O. **A utilização de atividades didáticas e pedagógicas no ensino de Biologia em escolas de João Pessoa e Cabedelo, Paraíba**. 2015. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)–Universidade Federal da Paraíba, 2015.

AZEVEDO, G. D.; BEZERRA, M. J. D. Avaliação da aprendizagem: uma estratégia inovadora na disciplina de Anatomia Humana. In: GOMES, M. C. S. (org). **TECENDO**

SABERES E COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS SOBRE AVALIAÇÃO. Natal: Ed. UFRN, 2006.

BEBER, L. C.; ARAÚJO, M. C. P.; BIANCHI, V. Sistemas digestório, respiratório e circulatório humanos em livros didáticos de Biologia de Ensino Médio. **Bio-Artículos de Investigación Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza**, v. 10, no. 18, p. 19-27, jan./jun. 2017. Disponível em: < <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/6379>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BERTOLLI FILHO, C.; OBREGON, R. Corpo, Comunicação e saúde. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 6, no 1, p. 55-63, 2000. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132000000100006&lng=en&nrm=iso> Acesso em 17 jan. 2018.

BONETI, P.; BOHM, F. Z. A metodologia investigativa como ferramenta para propor experimentos científicos. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE Produções didático-pedagógicas**. Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-paranavai_cien_artigo_percio_boneti.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, no. 1 (3), p. 68-80, jan./jul. 2005. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/viewFile/%2018027/16976>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base**, Capítulo 4.3. Brasília. MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Biologia. Brasília: 1998.

CABRERA, W. B. **A ludicidade para o ensino médio na disciplina de biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

CAMPOS, M. C. C. ; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola**. 1. ed. São Paulo: FDT, 2009.160 p.

CASTANHA, D., CASTRO, M. B. A necessidade de refletir sobre as estratégias pedagógicas para atender à aprendizagem da Geração Y. **Revista de Educação do COGEIME**, [S.I.], v. 19, n. 36, p. 27-38, 2010.

CICILLINI, C. A. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: Teoria da Evolução como exemplo**. 1997. 298 f. Tese (Doutorado em Educação)– Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, , Campinas, 1997.

CIRCULAÇÃO nos Vertebrados. Disponível em:

<https://www.educabras.com/enem/materia/biologia/anatomia_e_fisiologia_2/aulas/circulacao_nos_vertebrados> Acesso em 15 fev. 2019.

DANTAS, A. P. J. et al. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3, 2016, Natal. **Anais...** Natal: Editora Realize, 2016. p. 1 -8.

DA SILVA, R. A.; BARBOSA, A. A. Jogos Corporais: Aprendizagem de Anatomia. **Educere**, Umuarama. v. 5, n. 1, p. 15-26, 2006.

DE onde vem o fôlego dos mamíferos mergulhadores. Disponível em :

<<https://www.docol.com.br/planetaagua/h2o/de-onde-vem-o-folego-dos-mamiferos-mergulhadores/>> Acesso em: 15 fev. 2019

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, [S.I.], no. 24, p.213-225, dez. 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602004000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2018.

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de biologia. In: **ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO**, 16. 2012, UNICAMP - Campinas - Junqueira&Marin Editores, 2012. p. 1-10.

DUSO, L. et al. . Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 15, no. 2, p. 29-44, Ago. 2013. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172013000200029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 jan. 2018.

FERREIRA, M.; LOGUECIO, R. Q. A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências. **Revelli – Revista de educação, linguagem e**

literatura, Inhumas, v. 6, no. 2, p. 33-49, out. 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142567/000994515.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

FERREIRA, P. M. P. et al. Avaliação da importância de modelos no ensino de biologia através da aplicação de um modelo demonstrativo da junção intercelular desmossomo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, no. 4, p.388-394, out./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2459>>. Acesso em: 31 maio 2018.

FERREIRA, N. P.; SILVA, C. D. D. A modelagem didática no percurso dos conteúdos da fisiologia humana na educação Básica. In: CONGRESSO NACIONAL de EDUCAÇÃO – CONEDU, 4., 2017, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA16_ID1499_11092017104025.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

FIGUEIRÓ, J. P. S.; ROTHE, S.R. **Modelos anatômicos como recurso didático em aulas práticas de Ciências e Biologia**. 2014. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)-Departamento de Teoria e Prática de Ensino, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FISIOLOGIA da Termorregulação. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/~rbrandt/EL/fisiologia.htm>> Acesso em: 15 fev. 2019.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de Ciências no Primeiro Grau**. São Paulo: Atual, 1987. 124 p.

FREITAS et al, L. A. M. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, Jan./Mar. 2008

GONÇALVES, J. A. et al. Avaliação do modelo anatômico de crânio de cão (*Canis lupus familiaris*) na aprendizagem de discentes do ensino Médio. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [S.I.], v.4, n.1, p. 10-29, 2017.

JUSTI, R. S. ; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, [S.I.], p. 369-387, 2002.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi**, Maringá, v. 10, no. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <
<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/viewFile/19993/10846>> Acesso em: 31 maio 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016. 197 p.

LICATTI, F. **O ensino de Evolução Biológica no nível médio: investigando concepções de professores de Biologia**. 2005. 242 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)– Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

LIMA, D. B. **O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genética no ensino médio**. 2012. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LINS, M. A. **Práticas lúdicas no ensino do corpo humano**. 2014. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais)–Universidade de Brasília, Planaltina, 2014.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; OLIVEIRA, M. P. P. Atuação de professores formados em licenciatura plena em Ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 4, no. 1, p. 175-198, maio 2011. Disponível em: <
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37553>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

MARIOTTO, L. R.; VAZ, D´A. **Teoria e Prática Diferentes abordagens no Ensino de Biologia**. Ribeirão Preto – SP: JLM Assessoria Empresarial LTDA, 2017. Disponível em : <
http://sites.ffclrp.usp.br/ebc/EBC_ant/livro%20IWEBC.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

MARTINS, I. P. et al. **Explorando... : a complexidade do corpo humano: guião didáctico para professores**. Lisboa: Direção-Geral da Educação, 2012. Disponível em: <
http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Documentos/explorando_complexidade_corpo_humano.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MATOS, C. H. C. et al. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Serra Talhada, v. 9, no. 1, p.19-23, 2009. Disponível em: <
<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/3matos-51816c32b2719.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.

MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. O.. Modelos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 5., 2011, São Cristóvão. **Anais eletrônicos...** São Cristóvão, 2011. Disponível em: <http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/4_TRABALHO_03_MODELOS%20DID%20C3%81TICOS.pdf>. Acesso em: 21 set. 2018.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, no 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html> Acesso em: 10 mar. 2019.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal**. 2003.

OH, C. S.; KIM, J. Y.; CHOE, Y. H. Learning of cross-sectional anatomy using clay models. **Anatomical Sciences Education**, [S.I.], v. 2, no. 4, p.156-159, jul. 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ase.92>>. Acesso em: 20 maio 2018.

OLIVEIRA, C. C. **O Aquário no ensino de Ciências: análise de uma experiência em uma escola pública no município de Jequié, BA 2015**. 2015. 203 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Científica e formação de professores)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2015.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, no .1 p.139-153, jan./jun 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wp-content/uploads/2015/03/contribui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2019.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S.I.], v. 7, n. 1, p.1-17, fev. 2009.

PAZ, A. M. et al. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da Cadeia Alimentar. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 8, no 2, p. 157-170, Dez, 2006 Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172006000200157&lng=en&nrm=iso Acesso em 16 ago. 2018.

PELLEGRINI, M. O. O. et al. **Modelos Didáticos no Ensino de Botânica**. 2010. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/284452418_Modelos_Didaticos_no_Ensino_de_Botânica> Acesso em: 20 maio 2018.

PEREIRA, A. et al. **Análise de Conteúdo de uma Entrevista Semi-Estruturada**, 2011. Disponível em: < <http://mpelearning.pbworks.com/f/MICO.pdf>> Acesso em 16 ago. 2018.

PIETROCOLA, M. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. revisada. Florianópolis: Editora UFSC. 2005.

PIZZI, J. ; BOHM, F. M. L. Z. A prática investigativa como instrumento metodológico utilizado pelos professores no ensino de Ciências. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE Produções didático-pedagógicas**. Universidade Estadual do Paraná–UNESPAR, 2013. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_fafipa_cien_artigo_jislaine_pizzi.pdf> Acesso em: 20 mar 2019.

POUGH, F. H.; HEISER, J.B.; MCFARLAND. **A vida dos Vertebrados**. São Paulo, Atheneu, 1999. 798p.

PUCCI, M. B. et al. Uso de modelos didáticos para auxiliar no ensino de Zoologia de invertebrados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

ROSA, P. R. S. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino de Ciências**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso dos Sul. 2013. 171 p.

RESENDE, R. M. **Morfologia do coração da lagartixa *Hemidactylus mabouia* (Moreau Jonnès, 1818) (Squamata: Gekkonidae)**. 2011. 75 f. Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Celular e Estrutural)–Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RIBEIRO, J.M.M.; CARVALHO, M. A.S. Utilização de modelos didáticos no ensino de Botânica e suas aplicações no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, [S.I.], v. 6, p. 17-37, 2017.

RIBEIRO, M. G. Inclusão sócio-educacional no ensino de ciências integra alunos e coloca a célula ao alcance da mão. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE

FEDERAL DE MINAS GERAIS, 7., 2004, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte:UFMG, 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/congrest/Educa/Educa102.pdf>> Acesso em: 20 maio 2018.

RODRIGUES, R. F. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino de Genética: um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.I.], v.7, n. 2, p. 53-66, 2012.

SCHWARTZ, R.; SKJOLD, B. Teaching about Scientific Models in a Science Content Course. **Emergent topics on chemistry education (inquiry and problem solving)**, [S.I.], v. 23, n 4, p. 451-457, 2012.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação (bauru)**, Bauru, v. 10, no. 1, p.101-110, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132004000100007>. Acesso em: 17 jan. 2018.

SILVA, I. S.; SILVA, J. T.; CASTRO, P. M. **Modelos didáticos: uma alternativa para o ensino de Citologia**. 2015. Disponível em: <<https://uerr.edu.br/eepe/ieepe/gt6/gt68.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.

SILVA, T. et al. Construção de modelos didáticos no ensino de Ciências: uma ferramenta para facilitar a aprendizagem do sistema urinário. **Enciclopédia Biosfera**, [S.I.], v. 15, no. 28, p.1385-1397, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018B/HUMAN/contrucao.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

SILVA JUNIOR, A. N.; BARBOSA, J. R. A. Repensando o ensino de Ciências e de Biologia na educação básica: o caminho para a construção do conhecimento científico e biotecnológico. **Democratizar**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, jan./abr. 2009.

SISTEMA circulatório. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/15025424022014Cordados_I_aula_07.pdf> Acesso em: Acesso em 15 fev. 2019.

SOUZA, P. F.; FARIA, J. C. N. M. A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de ciências morfológicas - uma proposta inclusiva e interativa. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.7, n. 13, p. 1550-1561, nov. , 2011.

SOUZA, R. W. L. S. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**, [S.I.], v. 7, no. 2, p. 124-142, ago. 2014. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/14979>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

TEIXEIRA, A. L. S. et al. A importância do trabalho investigativo no cotidiano escolar do ensino de Ciência. In: CONGRESSO NACIONAL de EDUCAÇÃO – CONEDU, 2., 2015, Campina Grande. **Anais eletrônicos...** Campina Grande, 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA18_ID3614_07092015235532.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia historicocrítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, no. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo4/metodocts.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

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

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, no. 1, p. 93-104, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

VAZ, J. M. C. et al. Material didático para ensino de Biologia: possibilidades de inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1-24, 2012.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. Corpo humano e saúde nos currículos escolares: quando as abordagens socioculturais interpelam a hegemonia biomédica e higienista. **Revista Bio-grafia Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza**, [S.I.], v. 8, no. 15, p.113-121, out. 2016. Disponível em: <<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/4247>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

VINHOLI JÚNIOR, A. J.; PRINCIVAL, G. C. Modelos didático e mapas conceituais: Biologia Celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. **HOLOS**, [S.I.], v.2, p. 110-122, maio 2014. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1954>> Acesso em: 31 maio 2018.

10 APÊNDICES

10.1 APÊNDICE A – TABELAS ELABORADAS A PARTIR DA FALA DOS PROFESSORES ENTREVISTADOS EM CADA UMA DAS CATEGORIAS DAS RESPOSTAS PRÉ-ESTABELECIDAS.

Tabela 2- Formação profissional dos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Formação profissional</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
“graduada em Ciências biológicas.”	“Formada em biologia”	“Ciências biológicas”	“Fiz faculdade de Ciências biológicas.”
Graduanda em Medicina Veterinária			

Tabela 3 – Áreas de atuação e formação continuada dos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Áreas de atuação e formação continuada</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
“... mestrado. Não possuo habilitação para outra disciplina, somente ciências biológicas e biologia.”	“Atuo somente na rede pública de ensino e não possuo curso de pós-graduação”. Não tenho habilitação em outra matéria por	“sim. Doutorado.”	“Especialização.”
“Infelizmente não há		“Atuo com ensino fundamental e médio ambos na rede pública de ensino.”	“Minha área de atuação compreende as áreas de biologia e química do ensino público.”

incentivo para não gostar muito de continuar os estudos trabalhar com na rede pública de ensino médio.”

Tabela 4 – Utilização de recursos diferenciados nas aulas de Biologia pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Recursos diferenciados</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Eu regularmente trabalho com recursos diferenciados. Não há resistência na aquisição de materiais, somente falta de estrutura. Temos que ser criativos o tempo todo.”</i>	<i>“Às vezes falta verba para materiais mais específicos, isso interfere no nosso planejamento. Acabamos por ficar apenas na cartolina mesmo.”</i>	<i>“Trabalho muito com métodos diferenciados. Não há resistência e sim pouco investimento do poder público atual no que se refere ao envio de verbas para esta finalidade.”</i>	<i>“Trabalho sim com recursos pedagógicos diferenciados com elevada frequência, mas já encontrei alguma resistência para obter materiais, mas foram casos pontuais.”</i>

Tabela 5 – A utilização da metodologia investigativa pelos professores entrevistados no Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Metodologia investigativa</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Parto sempre do conhecimento previo do aluno, lançando algum desafio e a partir desse</i>	<i>“Eles raramente gostam de participar”</i>	<i>“Sim, pois procuro promover atividades em que os conceitos sejam construídos</i>	<i>“Sim, através principalmente da coleta de conhecimentos prévios</i>

ponto desenvolvo a aula coletivamente.” discentes.”
... mas por conta de horário
nem sempre consigo
trabalhar em conjunto.”

Tabela 6 – Relatos sobre o estímulo ao protagonismo na rotina docente no Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Estímulo ao protagonismo do aluno na prática</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Em algumas aulas sim, aulas práticas aplicando as etapas do método científico.”</i>	<i>“Não. Minhas aulas são expositivas”</i>	<i>“Sim. Utilizo a metodologia investigativa e invisto na mediação docente em cada etapa.”</i>	<i>“Durante as ministrações das aulas sempre recorro ao diálogo o que favorece a construção do conhecimento sem fornecer respostas prontas.”</i>

Tabela 7 – A prática docente no ensino de anatomia inserido em uma perspectiva evolutiva relatada pelos docentes do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Ensino anatomia/perspectiva evolutiva</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Sim. Costumo trabalhar com anatomia comparada. Não há tempo para detalhar mas acho importante mostrar o quanto os sistemas dos</i>	<i>“Seria muito importante mas não há tempo cabível.”</i>	<i>“Sim. Por exemplo, anatomia comparada do sistema digestório humano e outros seres.”</i>	<i>“Sempre cito as questões sobre Presença de órgãos vestigiais - apêndice vermiforme.”</i>

mamíferos são parecidos. Sempre mostro essas semelhanças.”

Tabela 8- Recursos utilizados recorrentemente nas aulas de anatomia relatadas pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Recursos/aulas de anatomia</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Quadro, livro, esquemas, jogos e aula prática.”</i>	<i>“Esquemas de livros e no quadro e quando há tempo trabalho com jogos.”</i>	<i>“Utilizo todos os recursos disponíveis como apresentações em slides, confecção de modelos, experiências, livros, vídeos. Somente o laboratório da escola é inviável.”</i>	<i>“Apenas utilizo esquemas no quadro e livro didático.”</i>

Tabela 9 – Dificuldades enfrentadas e superações de problemas durante a prática didática relatada pelos professores do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Dificuldades e superações</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“Minha maior dificuldade reside na falta de material disponibilizado pela escola.”</i>	<i>“Falta de tempo para fazer uma atividade diferenciada, a falta de materiais”. E algo que atrapalha bastante é o a</i>	<i>“A ausência de um bom laboratório com um bom espaço e materiais disponíveis auxiliaria muito o processo de ensino-aprendizagem. É</i>	<i>“O que inviabiliza o trabalho é a falta de materiais na escola e um laboratório inoperante.”</i>

<i>Construção de modelos didáticos pelos alunos “Alunos trabalhando em conjunto.”</i>	<i>cobrança com avaliações excessivas e o excesso de projetos a serem cumpridos na unidade escolar.”</i> <i>“Aulas com figuras para melhor compreensão.”</i>	<i>inconcebível que um aluno conclua o ensino médio sem sequer conhecer um laboratório. É por isso que utilizo espaços alternativos para a realização de práticas.”</i>	<i>“Ilustrações confeccionadas pelo próprio discente no quadro.”</i>
---	---	---	--

Tabela 10 – Potencialidades do modelo didático apresentado aos professores entrevistados do Colégio Estadual Vila Bela.

Colégio Estadual Vila Bela			
<u>Potencialidades do modelo didático</u>			
Professor A	Professor B	Professor C	Professor D
<i>“De uma forma geral ficou bom, mas precisa indicar melhor as diferenças entre a circulação dos répteis, aves e mamíferos principalmente em relação a abertura dos ventrículo e mistura do sangue arterial e do sangue venoso.”</i>	<i>“Poderia ser detalhado cada modelo de circulação. O roteiro é essencial.”</i>	<i>“O modelo exigirá que o estudante tenha prática na leitura de esquemas desta natureza.”</i>	<i>“Não esquecer da exceção dos répteis crocodilianos q possuem Circulação Dupla e completa.”</i>

Tabela 11- Formação profissional dos professores entrevistados no Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Formação profissional</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
“Ciências biológicas”	“Formado em biologia”	“Graduado em ciências biológicas”	“Ciências biológicas”

Tabela 12 – Áreas de atuação e formação continuada dos professores entrevistados no Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Áreas de atuação e formação continuada</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
“Leciono Ciências e biologia” “... sou habilitada em química também.” “... fiz o mestrado mesmo sem nenhum incentivo da rede.”	“Trabalho apenas na rede pública e possuo especialização em Ensino de Ciências e sou habilitada para dar aulas de química. Houve algum incentivo para formação há um tempo, não mais.”	“Eu trabalho somente na rede pública lecionando biologia e química. Atualmente estou concluindo uma especialização em Ensino de Ciências.”	“Especialização. “Sou habilitada para ministrar aulas de ciências, biologia e química”. Há incentivo na área pública para formação continuada que gera uma elevação no plano de carreira”.

Tabela 13 – Utilização de recursos diferenciados nas aulas de Biologia pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Recursos diferenciados</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<p>“Não há nenhuma resistência para obter materiais, pelo contrário. Há uma profunda boa vontade em ajudar”.</p> <p>“... minhas aulas quase sempre são diferenciadas.”</p> <p>“não percebo movimento em torno da adoção de um trabalho em conjunto com os colegas de disciplina.”</p>	<p>“a escola sempre atente aos meus pedidos. Costumo utilizar materiais baratos para ser atendida.”</p> <p>“Trabalho com práticas diferenciadas sim, mas com pouca frequência.”</p> <p>“... a utilização de jogos e consultas a sites sobre os temas abordados em sala.”</p>	<p>“Sim. Utilizo o laboratório, mas com pouca frequência eu trabalho com métodos diferenciados em virtude do conteúdo a cumprir.”</p> <p>“Ainda que eu não encontre resistência por parte da direção para adquirir materiais. São sempre muito solícitos.”</p>	<p>... Falta de verbas financeiras.</p> <p>“Ocasionalmente eu recorro à aulas atrativas.”</p>

Tabela 14 – A utilização da metodologia investigativa pelos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Metodologia investigativa</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<p>“sempre trabalho utilizando esse método. Isso</p>	<p>“Sim. Os temas que serão abordados em</p>	<p>Se houver estímulos há alguns alunos que são muito atuantes e</p>	<p>“... através da participação o aluno reconhece que é capaz</p>

ajudou muito no meu projeto de mestrado.”

sala são passados uma semana antes para os alunos. Eles pesquisam e trazem curiosidades sobre o tema e as dúvidas que tiveram.”

questionadores. E com um laboratório recém-formado há uma maior possibilidade em se adotar esse método. Porém, nem todos se interessam.”

é importante para aquisição de autonomia. É um exercício importante.”

Tabela 15 – Relatos sobre o estímulo ao protagonismo na rotina docente dos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Estímulo ao protagonismo do aluno na prática</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<i>“Sim, a parte da observação de que os alunos não conseguem aprender satisfatoriamente, eu adotei um processo de resolução de problemas e fortalecimento do protagonismo dos alunos.”</i>	<i>“Uso o método investigativo quando o tema é atual e está em foco. Fica mais fácil a consulta na internet e chegam muitas informações pelos meios de comunicação. O tema é posteriormente discutido em sala, com apresentação dos resultados alcançados.”</i>	<i>“Através de pesquisas e seminários.”</i>	<i>“Às vezes, sempre que possível o aluno através de um tema procura elaborar respostas para questionamentos lançados em sala. Na aula seguinte eles expõem suas respostas ou experimentos.”</i>

Tabela 16 – A prática docente no ensino de anatomia inserido em uma perspectiva evolutiva relatada pelos docentes do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Ensino anatomia/perspectiva evolutiva</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<i>“busco sempre citar as diferenças anatômicas e fisiológicas”</i>	<i>“Geralmente não faço essa comparação.”</i>	<i>Devido ao planejamento essa perspectiva é apenas contemplada nas aulas de evolução.”</i>	<i>“... O organismo humano esta em constante evolução. Mudanças ocorrem e o corpo humano tende a se adaptar as mudanças. Sempre procuro destacar isso.”</i>

Tabela 17 - Recursos utilizados recorrentemente nas aulas de anatomia relatadas pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Recursos/aulas de anatomia</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<i>“... quadro, livro didático, vídeos, jogos inteligentes e aulas práticas”</i>	<i>“Uso constantemente livros, quadro branco e modelos didáticos também.”</i>	<i>“Livro didático quando tem disponível.”</i> <i>Imagens auxiliam bastante.”</i>	<i>“Esquemas de livros e em slides”</i>

Tabela 18 – Dificuldades enfrentadas e superações de problemas durante a prática didática relatada pelos professores do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Dificuldades e superações</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<p>“Falta de conhecimentos básicos é marcante e o laboratório inadequado também prejudica ...”</p> <p>“Creio que com tempo hábil para um bom planejamento podemos disponibilizar aulas mais dinâmicas com alunos mais atuantes”</p>	<p>“mesmo com aulas atrativas o melhor rendimento não atinge a todos os alunos.”</p> <p>“Ainda que nos esforcemos há muito desinteresse dos alunos ... há dificuldades em alguns conceitos básicos.”</p> <p>“Procuro propor Pesquisas na internet e textos com esquemas em sala de aula.”</p>	<p>“Falta de recursos para estimular os alunos. Construção de um corpo humano a partir de materiais simples.”</p> <p>“O emprego de questões contextualizadas e o diálogo pode ajudar muito na aprendizagem.”</p>	<p>“Falta de base em conceitos básicos em biologia e em outras áreas de conhecimento.”</p> <p>“A disciplina dispõe de apenas dois tempos, sendo muito difícil cumprir o planejamento. E somando-se a isso há projetos e avaliações que muitas das vezes são excessivas e atrapalham o desenvolvimento do trabalho.”</p> <p>“Laboratório não muito utilizável.”</p> <p>“Pesquisas abordando os temas em questão, para promover no aluno a busca do conhecimento.”</p>

Tabela 19 – Potencialidades do modelo didático apresentado aos professores entrevistados do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa.

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa			
<u>Potencialidades do modelo didático</u>			
Professor E	Professor F	Professor G	Professor H
<i>“Achei bacana. Creio que isso possa envolver programação.”</i>	<i>“O modelo está bem feito e será de grande valia para o fácil entendimento do tema pelos alunos.”</i>	<i>“Compreender a anatomia do coração é muito difícil. Os alunos têm muita dificuldade em discernir entre a pequena e a grande circulação.” “Gostei dessa desvinculação com o desenho anatômico que normalmente usamos, pode facilitar o entendimento sim.”</i>	<i>“O protótipo poderia ter uma animação, assim esse assunto que é muito difícil de compreender tomar-se-ia mais fácil.”</i>

10.2 APENDICE B – QUESTÕES NORTEADORAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.

- 1- Prezado professor (a), qual a formação acadêmica?
- 2- Possui algum curso de pós-graduação? Qual?
- 3- Sua atuação docente se restringe somente à rede pública de ensino ou também atua na rede privada?
- 4- Na rede pública atua somente na área de ciências biológicas ou possui habilitação em outra disciplina?
- 5- Há algum incentivo para formação continuada em alguma rede de ensino na qual trabalha?
- 6- No ambiente escolar há alguma resistência para aquisição de recursos para ministrar suas aulas? Discorra brevemente.
- 7- É comum na sua prática pedagógica a utilização de metodologias diferenciadas? Se sim com que frequência essas aulas acontecem?
- 8- Há alguma colaboração ou algum tipo de trabalho conjunto entre professores da mesma área de conhecimento para a adoção de metodologias diferenciadas? Se sim exemplifique. (Discorra brevemente).
- 9- De acordo com sua experiência de trabalho, é possível afirmar que há melhora significativa no rendimento de alunos após a adoção de metodologias mais atrativas e construtivas?
- 10- Suas aulas costumam privilegiar a participação e o protagonismo do aluno? Se sim, exemplifique.
- 11- Suas aulas baseiam-se no método investigativo, ou seja, há a proposição de hipóteses, pesquisa e elaboração de conclusões pelos alunos e o docente atuando como mediador? Se sim fale brevemente sobre sua metodologia
- 12- Nas suas aulas sobre anatomia humana há alguma preocupação em correlacionar o corpo humano com outros organismos através de uma abordagem evolucionista? Exemplifique.
- 13- Que recursos didáticos são frequentemente usados para o ensino de anatomia humana em suas aulas?
- 14- Quais são as dificuldades na execução de suas metodologias específicas para o estudo do corpo humano?

- 15- Que medidas são adotadas em sua prática docente para superar as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem de assuntos relacionados ao corpo humano?
- 16- O meu trabalho de conclusão consiste na confecção de um modelo didático tridimensional de do sistema cardiovascular (abaixo). Um único modelo será usado para o ensino da pequena e grande circulação de répteis, aves e mamíferos. Observe o protótipo e dê sua opinião (sua crítica é muito importante). Nesse modelo o sangue arterial e venoso irá circular pelo protótipo e o aluno irá dispor de um roteiro com informações sobre a circulação cada grupo.

10.3 APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução nº 466/2012 – Conselho Nacional de Saúde

Convidamos o (a) Sr (a) _____ para participar da Pesquisa “Construção de um modelo didático tridimensional para o ensino dos sistemas respiratório e cardiovascular em Vertebrados: uma proposta de estudo de anatomia comparada voltada para o ensino médio”, sob a responsabilidade da pesquisadora Tatiana da Hora Carreiro, a qual pretende conhecer metodologias adotadas por professores de biologia e a partir dessa constatação promover um estudo para a criação de um modelo didático tridimensional para o ensino de anatomia comparada no ensino médio. Sua participação é voluntária e se dará por meio de uma entrevista que consiste em obter informações sobre a sua rotina docente, principalmente no que tange a utilização de estratégias de ensino-aprendizagem diferenciadas para o estudo de anatomia humana.

Se você aceitar participar da entrevista, estará contribuindo para a geração de um método de ensino que visa promover uma aprendizagem significativa a partir das dificuldades e anseios vividos por docentes da educação pública do Estado do Rio de Janeiro. Serão selecionados para execução da entrevista docentes da disciplina Biologia que lecionem em pelo menos uma turma do ensino médio na unidade escolar a qual será realizada a entrevista e que atuem em quaisquer dos turnos oferecidos pela mesma. Os riscos da pesquisa envolvem algum tipo de constrangimento que possa ocorrer ao longo da entrevista caso esta ocorra em desacordo com a metodologia específica para este procedimento ou em virtude de atitudes impertinentes do pesquisador durante a condução da entrevista. Os nomes dos professores entrevistados não serão identificados no corpo da pesquisa. Estes, serão devidamente identificados por códigos. A entrevista será realizada em uma única visita agendada na unidade escolar após o consentimento do participante e, este responderá às questões previamente elaboradas pelo pesquisador. Estima-se que a entrevista seja executada em cerca de 40 minutos. As informações coletadas e analisadas serão referentes ao perfil profissional do entrevistado como a sua formação e os anos de experiência na carreira docente bem a metodologia aplicada nas aulas destinadas ao estudo do corpo humano. Os dados coletados

serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa decorrente desta pesquisa como aquelas destinadas ao transporte e/ou alimentação. Além disso, não receberá nenhuma remuneração visto que a entrevista será agendada respeitando o seu dia de atuação na unidade escolar, evitando deslocamentos desnecessários fora do seu dia de trabalho bem como a aquisição de despesas eventuais desvinculadas à sua rotina.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ, R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255 Cidade Universitária/Ilha do Fundão, 7º andar, Ala E - pelo telefone 3938-2480 FAX: 3938-2481, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br.

O referido Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na Instituição (UFRJ) e tem como uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada.

_____ Data: ___/___/___

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)