



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - UFSC

MICHAEL ALEXANDER SCHWEITZER

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE
MODELOS: OS SISTEMAS CARDIORRESPIRATÓRIOS DE
VERTEBRADOS**

FLORIANÓPOLIS

2019

Michael Alexander Schweitzer

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE MODELOS:
OS SISTEMAS CARDIORRESPIRATÓRIOS DE VERTEBRADOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.
Orientador: Prof. Dr. Renato Hajenius Aché de Freitas

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Schweitzer, Michael Alexander

Proposta de sequência didática para a construção de modelos: os sistemas cardiorrespiratórios de vertebrados / Michael Alexander Schweitzer; orientador, Renato Hajenius Aché de Freitas, 2019.

78 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - ProfBio, Florianópolis, 2019.

Inclui referências. 1. . 2. Biologia. 3. Zoologia. 4. Vertebrados. 5. Ensino. I. Freitas, Renato Hajenius Aché de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- ProfBio. III. Título.

Michael Alexander Schweitzer

Proposta de sequência didática para a construção de modelos: os sistemas
cardiorrespiratórios de vertebrados

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora
composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Renato Hajenius Aché de Freitas
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Antônio Sebben
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Luiz Carlos de Pinho
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de mestre em Ensino de Biologia.

Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto
Coordenador do Programa

Prof. Dr. Renato Hajenius Aché de Freitas
Orientador

Florianópolis, 29 de julho de 2019.

Este trabalho é dedicado a meus pais, que me proporcionaram a vida, e a minha família com quem a compartilho. A meus amigos e colegas de classe, pelas riquíssimas trocas de experiência. E aos professores que queiram utilizá-lo para aplicação em suas aulas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por me apoiarem em todos os momentos, e por se preocuparem com minha jornada. As minhas amadas esposa e filha, pela paciência e por suportarem minhas ausências, mesmo quando estávamos próximos.

Agradeço ao meu orientador, por todo seu tempo e dedicação, pelos materiais disponibilizados, e pelo entusiasmo e confiança que demonstrou em mim, pois foram fatores cruciais para a realização desse trabalho, além do seu apoio e paciência. Ainda aos professores, que disponibilizaram seu tempo de descanso para nos atender aos sábados, e que compartilharam suas experiências conosco, enriquecendo muito nossas aulas, e demonstrando muita paciência e zelo ao nos auxiliar em nossas dúvidas.

Aos meus estimados amigos do curso ProfBio, pois dividimos conhecimentos e vivências, trocamos experiências e pude crescer muito ao longo desse processo. Em especial, um muito obrigado ao amigo Leonardo Mauricio Pisetta Gorges, que pôde contribuir ainda mais com suas ideias e opiniões sobre este trabalho, ao longo das viagens até os encontros presenciais.

Aos colegas e amigos de trabalho, com quem compartilhei meus estudos e planos. Em especial as professoras Vânia Gomes Schiochet e Catiane Regina Luiz, que me permitiram aplicar planos de aula em suas turmas, e pelos momentos de trabalho conjunto, e ao professor Mateus de Andrade, pelas trocas de experiência e conhecimentos. Também as diretoras da E.E.B. Professor Henrique da Silva Fontes, Cláudia Felau e Carla Braatz Stanchak, pelo suporte e apoio constantes no desenvolvimento de minhas atividades, sem os quais não teria conseguido alcançar meus objetivos.

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

RELATO DO MESTRANDO

Formado em 2011, passei a atuar efetivamente como professor a partir do ano de 2012, apesar de algumas experiências com o ensino terem ocorrido já em 2007 e 2008. Em 2013, buscando aperfeiçoamento, cursei especialização em metodologia de ensino de ciências biológicas. Mas notei ao longo do tempo, que todos os cursos feitos sempre deixam lacunas, “espaços de conhecimentos” que não conseguimos dominar. Acredito, por isso, na necessidade de uma formação continuada. O aprendizado é algo que não tem fim, ocorre o tempo todo, mas temos de ter mente aberta para aceitá-lo, e para compreender que nunca sabemos tudo, e que a verdade é constantemente aperfeiçoada pelas novas descobertas.

Antes do ProfBio, minha concepção de ensino-aprendizagem foi muito estreita, meu universo de conhecimentos ignorava alguns aspectos importantes do desenvolvimento e da produção dos conhecimentos por parte dos estudantes. Minha jornada de mudança começou por meio do curso do ProfBio. Também tive oportunidade de conhecer um espaço diferenciado de ensino-aprendizagem, que constituiu uma mudança no modo de ver a educação.

A percepção dos processos de ensino-aprendizagem ficou mais clara após esses eventos, como se uma nuvem se desfizesse na mente e abrisse um novo mundo de possibilidades para a escola, e para os trabalhos com os estudantes. O ProfBio trouxe inovações em minhas práticas, e revigorou meu entusiasmo com o trabalho docente. Hoje, tanto os planejamentos são feitos com mais minúcia, como as anotações sobre o trabalho efetivamente realizado, a fim de entender o processo e melhorá-lo constantemente.

Nossos alunos também percebem isso no cotidiano de sala de aula. Nossa vontade revigorada por ensinar, parece refletir em alunos mais entusiasmados com o aprender. Compartilhar nosso conhecimento com eles é uma dádiva. Aprender é para toda a vida. E o ProfBio foi um marco, não só importante para minha história, mas também para a renovação das nossas práticas e do ânimo e entusiasmo de nossos alunos pelo processo de aprender. Sou muito grato a todos os docentes que participaram de nossa formação. Nos contagiaram com suas descobertas e vivências, e nos inspiraram a buscar melhorias sempre.

Nada na natureza possui uma estrutura tão distinta quanto o corpo dos vertebrados. Desde tempos imemoráveis, a humanidade fascina-se pela forma e a função dos vertebrados. Os animais foram incorporados ao nosso mundo por meio da arte, da literatura, da religião e do entretenimento. Impressionamo-nos com suas proezas atléticas e com a diversidade de suas habilidades. [...] A contínua observação da forma e da função promete aumentar o prazer e a expectativa do homem acerca da complexidade, da diversidade e da quase perfeição do corpo dos vertebrados. (HILDEBRAND e GOSLOW, 2006).

RESUMO

A zoologia de vertebrados é um assunto abordado no ensino médio por meio de aulas tradicionais a respeito de cada grupo taxonômico em que dividimos esses animais. Geralmente, estes grupos são analisados de forma individualizada e descontextualizada, sem levar em conta diversos aspectos importantes e interessantes, tais como a evolução e a ecologia. Além disso, não é permitido pela legislação, além dos dilemas éticos e morais, o uso de animais nos estabelecimentos de ensino fundamental e médio. O projeto desenvolvido buscou trazer uma luz as formas de ensino de zoologia de vertebrados, e a proposição de uma abordagem comparativa, por meio de uma sequência didática. Realizou-se uma busca por artigos sobre ensino de zoologia de vertebrados com abordagens comparativas em dois repositórios *on-line* de revistas voltadas para o ensino, nas publicações disponíveis entre os períodos de 2008 a 2018, sendo elas: a Revista de Ensino de Biologia (REnBio); e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC). Foram analisados os conteúdos sobre zoologia de vertebrados e as abordagens pedagógicas adotadas em algumas das coleções de livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático - PNLD (2018), a fim de verificar se eles apresentavam alguma forma de estudo comparativo desses grupos animais. Como resultado dessa análise, foram compiladas informações em tabelas comparativas, e realizada uma descrição da tratativa dada por cada livro, sendo adotado um índice de métrica para computar de forma quantitativa qual dos livros seria mais adequado a adoção levando em consideração os estudos comparativos de vertebrados. Dentre os livros analisados, foi verificado que as abordagens são mais restritas aos grupos taxonômicos em si, sendo que somente dois livros apresentaram capítulos ou partes do texto em que demonstram comparações entre os diferentes grupos taxonômicos. Com as pesquisas nos repositórios *on-line* verificou-se a ausência de abordagens comparativas entre os artigos encontrados nas revistas. Foram encontrados alguns artigos sobre os animais vertebrados, porém percebemos que a abordagem da problemática era dada de forma linear, e por grupos taxonômicos isolados. Assim, a partir dos estudos realizados durante a pesquisa, e a fim de privilegiar uma metodologia de ensino comparada dos animais vertebrados, foi elaborada uma sequência didática propondo a modelização dos sistemas cardiovasculares e respiratórios. A sequência levou em consideração aspectos evolutivos e ecológicos desses sistemas corporais, buscando estabelecer uma conexão com estes temas da biologia. A abordagem escolhida para a sequência também teve a intenção de tornar o assunto mais atraente para os estudantes, levando-os a desenvolver maior interesse pelos estudos dos animais, e a construir o próprio conhecimento de uma maneira integral. Ela também traz algumas ferramentas úteis aos professores, facilitando o trabalho de sua aplicação, e de posterior avaliação dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes.

Palavras-chave: Sequência didática. Vertebrados. Zoologia. Livros didáticos.

ABSTRACT

The vertebrate zoology is a subject matter approached in the high school, through traditional classes about every taxonomic group in which we divide these animals. Usually, these groups are analyzed in an individualized and decontextualized way, without considering several important and interesting aspects, such as evolution and ecology. Furthermore, it is not allowed by law, in addition to ethical and moral dilemmas, the use of animals in primary and secondary schools. The developed project sought to bring a light on the ways of teaching vertebrate zoology, and the proposition of a comparative approach, through a didactic sequence. A search for articles on the teaching of vertebrate zoology with comparative approaches was made in two online repositories of magazines focused on teaching, in publications available between the periods about 2008 to 2018, being: The Biology Teaching Journal; and the Brazilian Journal of Research in Science Education. The contents of vertebrate zoology and pedagogical approaches adopted in some collections of didactic textbooks approved in the National Didactic Textbook Program - PNLD (2018) were analyzed in order to verify if it presented some form of comparative study of these animal groups. As a result of this analysis, information was compiled in comparative tables, and a description of the treatment give by each book was made, and a metric index was used to quantitatively compute which of the books would be more suitable to adopt taking into consideration the comparative studies of vertebrates. Among the books analyzed, it was verified that the approaches are more restricted to the taxonomic groups themselves, with only two books presenting chapters or parts of the text in which they demonstrate comparisons among the different taxonomic groups. With the searches in the online repositories it was verified the absence of comparative approaches between the articles found in the journals. We found some articles about vertebrates, but we noticed that the approach of the problematic was given in a linear way, and by isolated taxonomic groups. Thus, from the studies carried out during the research, and in order to favor a comparative teaching methodology for vertebrate animals, a didactic sequence was developed proposing the modeling of cardiovascular and respiratory systems. The sequence considered evolutionary and ecological aspects of these body systems, seeking to establish a connection with these themes of biology. The chosen approach for the sequence also intended to make the subject more attractive to students, leading them to become more interested in animal studies, and to construct their own knowledge in an integral way. It also brings some useful tools to teachers, facilitating its application, and subsequent evaluation of the developed work by the students.

Keywords: Didactic sequence. Vertebrates. Zoology. Didactic books.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	IMPORTÂNCIA DA MORFOLOGIA E DA FISIOLOGIA ANIMAL	16
2	OBJETIVOS	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	ANÁLISE DOS LIVROS	Erro! Indicador não definido.
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	QUANTO AOS LIVROS SELECIONADOS	31
4.2	ANÁLISE DOS CRITÉRIOS	32
4.3	ANÁLISES QUALITATIVAS	36
4.4	PONTUAÇÃO DAS ANÁLISES QUALITATIVAS	39
4.5	PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA	40
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – Tabelas de Análises dos Livros Didáticos.....	54
	APÊNDICE B – Levantamento de Conhecimentos prévios	55
	APÊNDICE C – Questionário da Avaliação da Aprendizagem.....	56
	APÊNDICE D – Fichas de pesquisa	57
	APÊNDICE E – Modelo de trabalho de pesquisa	65
	APÊNDICE F – Fichas de avaliação da pesquisa e seminário	69
	ANEXO A – Imagens e Esquemas ilustrativos	71

1 INTRODUÇÃO

A biologia está estreitamente relacionada a vida do indivíduo e de sua comunidade. Decisões importantes sobre suas vidas, tais como tomar vacinas ou vacinar os filhos, a escolha entre diferentes tratamentos de saúde, e tantas outras decisões, são feitas com base naquilo que conhecemos, e influenciam nossa vida e a de outras pessoas. Por isso a importância de uma boa formação nessa ciência.

Ensinar biologia demanda cuidados com as metodologias e abordagens utilizadas, pois devem considerar os diversos aspectos possíveis que o assunto pode assumir, bem como a sua interdisciplinaridade. A partir do momento que o estudante consegue conectar o que aprende com o seu cotidiano e com as decisões que ele deve tomar, este conhecimento toma novo significado e importância. Dessa forma ele se apropria do que está sendo ensinado e passa a agir de forma mais consciente no mundo, alcançando um dos maiores objetivos da educação.

O trabalho desenvolvido buscou trazer uma luz aos conteúdos disciplinares do ensino médio que fazem parte da zoologia de vertebrados, geralmente ministrados de forma individual e desconexa, tanto com a realidade, quanto com os demais campos do conhecimento. Para os estudantes estes conteúdos não são estimulantes, conforme apontado por Pansera (2008, p. 10) quando diz que:

A maioria dos estudantes apresenta desinteresse sobre o conteúdo de anatomia e fisiologia animal, ministrados no segundo ano do ensino médio, visto que grande parcela dos livros didáticos não propõe dinâmica e nem experimentos, as aulas ocorrem de forma exclusivamente expositiva, sem a participação efetiva do aluno.

Apesar da importância e da necessidade das aulas expositivas, é necessário que sejam criadas abordagens que atraiam a atenção dos estudantes, estimulando-os a participação ativa e a construção do próprio conhecimento, tornando este conhecimento significativo. Na visão da maioria dos estudantes os assuntos são desconectados de sua realidade, tirando a perspectiva da importância do ensino escolar. Aulas puramente instrucionais, de forma expositiva, acabam criando um ambiente de ensino muito “engessado”, onde o conhecimento se torna desinteressante. Vemos isso com a afirmação de Krasilchik (2011, p. 18), quando ela comenta sobre o ensino médio que:

Mesmo com variações, o ensino médio ainda é feito de forma descritiva, com excesso de terminologia sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas. Contribui bastante para reforçar um ensino teórico, enciclopédico, que estimula a passividade, o exame vestibular que exige conhecimentos fragmentários e irrelevantes.

Para que exista compreensão dos fenômenos biológicos, eles não devem ser analisados de forma isolada. Torna-se essencial perpassar diversas áreas da biologia, e conectar os conhecimentos a serem ensinados com a realidade vivenciada, ou com outras áreas do conhecimento. Além disso, a fim de estimular os estudantes e fornecer uma abordagem satisfatória, devemos escolher uma modalidade didática adequada. Citando Krasilchik (2011, p. 79), “Qualquer curso deve incluir uma diversidade de modalidades didáticas, pois cada situação exige uma solução própria; além do que, a variação das atividades pode atrair e interessar os alunos, atendendo às diferenças individuais”.

Para escolher a modalidade adequada, Krasilchik (2011, p. 79) aponta um caminho, dizendo que “A escolha da modalidade didática [...] vai depender do conteúdo e dos objetivos selecionados, da classe a que se destina, do tempo e dos recursos disponíveis, assim como dos valores e convicções do professor”. Seguindo a este raciocínio, a fim de produzir um projeto que seja exequível por parte dos estudantes, podemos realizar um recorte dentro do tema principal, a zoologia dos vertebrados, abordando nesse caso os sistemas cardiorrespiratórios desses animais.

Em geral, os estudantes apresentam muita curiosidade e fascínio pelos animais, e em especial pelos vertebrados. Hildebrand e Goslow (2006, p. 1), nos dizem que “Desde tempos imemoráveis, a humanidade fascina-se pela forma e a função dos vertebrados. Os animais foram incorporados ao nosso mundo por meio da arte, da literatura, da religião e do entretenimento”. Essa fascinação pode ser utilizada como forma de impulsionar a curiosidade dos estudantes, e com uma abordagem mais acessível e interessante, podemos aproximar o conhecimento científico deles.

Krasilchik (2011, p. 80-112) nos mostra que existem diversas abordagens pedagógicas, tais como: aulas expositivas, discussões, demonstrações, aulas práticas, excursões, simulações, instrução individualizada, projetos, entre outras. Então buscamos abordagens pedagógicas que promovessem um ensino com significado para os estudantes, sendo atraentes e que produzissem um bom resultado na aprendizagem. Ainda temos que, a luz do fato mencionado anteriormente por Pansera, a falta de práticas e dinâmicas oferecidas torna o ensino de morfologia e fisiologia desinteressante, daí a necessidade de nos atermos a possibilidade de desenvolver alguma

atividade dentro de uma modalidade que considere dinâmicas e/ou práticas que possuam caráter didático-pedagógico condizentes. Além disso, Figueiró e Rothe (2014, p. 11), consideram estes aspectos afirmando que:

O ensino de ciências e biologia necessita de uma íntima relação entre a teoria e a prática, uma ciência experimental e de comprovação científica que deve ser ensinada com estratégias didáticas que promovam uma prática transformadora adaptada a realidade, com objetivos bem definidos, sem ser apenas uma prática pela prática.

Ainda assim, conforme Scarpa e Silva (2018, p.137) nos mostram, “[...] nem todos os conteúdos biológicos trabalhados nos currículos de Ciências são passíveis de experimentos clássicos. Talvez poucos deles sejam”. Percebemos isso nos estudos de zoologia, pois não podemos desconsiderar aspectos éticos e a legislação sobre experimentação ou uso de animais no ensino.

Desta forma, visando considerar estes aspectos, o uso de animais para experimentos ou desenvolvimento de práticas pedagógicas não é uma estratégia muito adequada. Especialmente quando o público a que se destinam estas práticas é jovem, a maioria sendo ainda menores de idade, e por estarmos falando sobre atividades para o ensino médio. Nestas condições, a educação e o ensino são a forma de se apropriar dos métodos das ciências, e dos conhecimentos por elas desenvolvidos, e não necessariamente a produção de novidades científicas que justificariam o uso de animais para tais estudos.

Em geral, a abordagem dos temas de aula é feita da forma como eles são apresentados no livro didático, sem levar em consideração extrapolações possíveis e aplicáveis, ou a contextualização do conteúdo, tornando o assunto maçante. Não que a adoção e uso de um bom livro didático seja algo negativo, pois com ele podemos ter uma unidade formal e parametrizada de ensino em diferentes entidades escolares, conforme nos aponta Krasilchik (2011, p. 20):

O exame das propostas curriculares aponta tanto para uma base comum nacional, em termos de conteúdo, não indicando marcantes diferenças regionais, assim como para a inexistência de grandes discrepâncias entre os programas das escolas de ensino médio e os programas para os exames vestibulares. Quando se faz a comparação entre os dois tipos de documentos de uma mesma região, verifica-se a concordância de tópicos e de sua sequência, o que mostra a influência dos livros didáticos adotados localmente.

Porém, não podemos esperar que o único método e ferramenta de ensino seja o livro didático, devendo buscar outras fontes e metodologias. Neste sentido, por meio da abordagem

comparativa, busca-se devolver aos estudantes a perspectiva de que o conteúdo tenha sentido real, seja aplicável e possua importância em sua vida, além de ser uma tentativa de torná-lo mais interessante.

Schmidt-Nielsen (2010, p. 1) nos aponta para esse caminho quando diz que, “a compreensão do funcionamento dos organismos vivos é ajudada enormemente pelo uso de uma abordagem comparativa.” Complementando esta visão, Moyes e Schulte (2010, p. 16), nos dizem que:

Uma das melhores maneiras de compreender como um animal funciona é estabelecer de que modo o animal é semelhante aos outros organismos. Alguns traços dos animais são compartilhados entre todos os organismos, e alguns entre animais relacionados (linhagens). Outros traços são verdadeiramente únicos da espécie estudada.

Kardong (2010, p. 1) também endossa esta opinião, quando diz que:

O uso de “comparação” em morfologia comparada não é apenas conveniência. É uma ferramenta. A comparação de estruturas realça melhor as semelhanças e diferenças. A comparação enfatiza os tópicos funcionais e evolutivos que os vertebrados apresentam em suas estruturas. A comparação também ajuda a formular as questões que podemos perguntar com relação às estruturas.

1.1 IMPORTÂNCIA DA MORFOLOGIA E DA FISILOGIA ANIMAL

A biologia é uma disciplina que apresenta grande complexidade, e pode ser dividida em inúmeras outras disciplinas distintas. Os biólogos trabalham a partir de inúmeros pressupostos e, desenvolvem estudos sobre uma gama muito ampla de temas, como vemos em Reece *et al.* (2015, p. 1), quando nos diz:

Formular perguntas a respeito dos organismos que vivem no planeta e buscar respostas a partir de pesquisas científicas são as atividades centrais da biologia, o estudo científico da vida. As perguntas dos biólogos podem ser ambiciosas. Eles podem indagar como uma única e pequena célula se torna árvore ou cão, como funciona a mente humana ou como as diferentes formas de vida em uma floresta interagem. Talvez muitas perguntas interessantes lhe venham à mente quando você está fora de casa, cercado pela natureza.

Podemos perceber então que há um enorme universo de pesquisa envolvendo a biologia, culminando em diferentes disciplinas e correntes teóricas que buscam explicar os fenômenos que envolvem a vida e os seres vivos. Sendo assim, não podemos determinar a importância de um tema ou disciplina em detrimento de outros, porém, podemos apontar os motivos pelos quais um destes se faz importante.

A ciência da morfologia é conceitualmente mais ampla do que o estudo da estrutura. Os morfologistas estão preocupados não somente com dados anatômicos, mas também com a explicação da estrutura e de seus padrões. (HILDEBRAND e GOSLOW, 2006, p. 3).

Podemos dizer então, que a morfologia é uma ciência bastante abrangente, buscando explicações para a forma do corpo dos animais e sendo auxiliada por diversas outras ciências nessa busca. Kardong (2010, p. 1) nos diz algo similar, quando aponta que “A morfologia comparada trata da anatomia e do seu significado”. Hildebrand e Goslow (2006, p. 3) apontam também que “a morfologia dos vertebrados se relaciona a muitas outras ciências”. Futuyama (2009, p. 5) nos diz que “[...] as características dos seres vivos podem ser completamente entendidas somente à luz de sua história”. Portanto, para alcançar essa compreensão, consideramos que um único campo do conhecimento não seria suficiente.

Já a respeito da fisiologia, Moyes e Schulte (2010, p. 22) dizem que “A fisiologia é o estudo do modo como os animais funcionam e como solucionam os desafios de sobreviver no ambiente natural”. E segundo Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 4), “O estudo de fisiologia também tem enorme aplicação prática, pois a fisiologia é a principal disciplina para a compreensão da saúde e da doença”. Porém, apesar da fisiologia frequentemente ser idealizada como o estudo dos órgãos, dos sistemas e de todo o animal, é importante que seu entendimento pode ser traçado com base nos conceitos fundamentais da química, da bioquímica e da biologia celular (MOYES e SCHULTE, 2010, p. 22). Assim, concluímos que a compreensão da fisiologia também só pode ser alcançada por meio do auxílio de diversas outras ciências.

Com esses dois campos das ciências biológicas podemos analisar vários aspectos a respeito dos seres vivos. Além disso, eles complementam os demais campos da biologia bem como são complementados por eles, ligando informações relevantes e importantíssimas na compreensão do fenômeno chamado vida.

Para compreender qualquer área das ciências biológicas, não basta conhecer um pouco sobre um determinado campo. Como vimos, um campo é permeado de conhecimentos adjacentes a outros, se complementando e auxiliando mutuamente. Como poderíamos então, esperar que em sala de aula, os estudantes pudessem compreender um assunto de forma fragmentada e desconectada com as demais disciplinas ou estudos? Parece que o melhor caminho para esse aprendizado, é torná-lo o menos fragmentário possível.

A este ponto nos restou a pergunta: por que estudar a morfofisiologia comparada? Segundo Krasilchik (2011, p. 20), “A diversidade dos seres vivos aparece nas descrições morfofisiológicas dos vários grupos, sem que se estabeleçam relações entre eles”. Revelamos assim a face fragmentária desse ensino. Além disso, Krasilchik (2011, p. 20) nos diz ainda que “A análise diversificada e as tentativas de construir sistemas abrangentes, que são bases essenciais para a compreensão do procedimento científico, aparecem raramente”. Isto nos aponta para a possibilidade de utilizar a abordagem comparativa destes conteúdos, na tentativa de resolver tais problemas.

Klunk e Hernández (2017, p. 36-37) nos remetem a ideia de que “Toda espécie é o resultado de uma história evolutiva diferente, que se reflete nas suas características anatômicas, comportamentais, fisiológicas, genéticas e outras que fascinam a ciência e possivelmente a você também”. Uma parte dessa história pode ser conhecida a partir do estudo da morfofisiologia dos sistemas cardiorrespiratórios dos vertebrados.

1.2 OS LIVROS DIDÁTICOS

Com relação aos livros didáticos (LDs), de acordo com Rosa (2009, p. 95), “O tema da análise do livro didático continua sendo de atualidade na escola brasileira uma vez que este material didático é o mais presente nas salas de aula [...]”. Portanto, sendo os LDs tão presentes, verificamos de que forma estes abordam a zoologia de vertebrados. Ainda segundo os mesmos autores, “este ainda tem apresentado problemas que podem comprometer seu uso em sala de aula”. Outro motivo que nos leva a crer que sua análise é importante, pois assim podemos verificar incongruências e falhas. Devemos apontar aqui que a análise dos LDs se fez com base na temática de interesse, não levando-se em consideração todos os conteúdos tratados neles.

Para Krasilchik (2011, p. 67), o livro didático é o mediador da comunicação escrita entre professores e estudantes. Ela ainda classifica os livros didáticos de biologia em três tipos mais comuns, o texto do aluno, o manual do laboratório e o manual do professor. Dessa forma, nos ativemos a análise de alguns aspectos a respeito destes textos.

O texto do aluno deve apresentar de forma organizada, lógica e didática, conhecimentos atualizados e relevantes, e o manual de laboratório deve orientar os procedimentos e atitudes dos alunos nas aulas práticas. O guia do professor visa auxiliar os docentes na utilização dos materiais elaborados para os alunos, informando os usuários das intenções de seus autores. (KRASILCHIK, 2011, p. 67).

Além disso, alguns autores apontam para diversas dificuldades encontradas ao desenvolver o livro didático, bem como nas dificuldades de sua utilização, que vão desde a quantidade e qualidade de conteúdos e informações até a forma como os estudantes são levados a usá-los que, em geral, “ensinam” a decorar (ROSA, 2009, p. 95-96).

Sobre a qualidade das obras analisadas e a importância dos livros didáticos como ferramentas, o MEC (2017, p. 8), em seu documento guia para escolha do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, aponta que:

Temos, então, na escolha do livro didático, uma tarefa de grande importância no ofício docente para a qual vocês são convidados, de forma democrática, a decidir sobre que obra tende mais ao desejo de ensinar de cada um. Esperamos que o intenso processo de avaliação realizado, envolvendo mais de trinta profissionais (professores universitários e de Ensino Médio) e seis meses de trabalhos ininterruptos, possibilite uma escolha que atenda a esse desejo, tendo em vista que os livros didáticos são ferramentas importantes para o trabalho, cuja organização e mediação, quem faz, são professores e a equipe escolar como um todo.

Percebemos então a preocupação em se produzir uma análise que obtenha um resultado de qualidade para atender as necessidades dos professores da rede pública. Também devemos apontar a possibilidade de adoção de diferentes materiais pelos professores, e a importância destacada que o livro didático recebe como uma ferramenta de trabalho. Por outro lado, não podemos ignorar o fato de que a importância dada ao livro não deve nos privar de outras ferramentas de ensino. Krasilchik (2011, p. 67) também fala sobre a importância dos livros e diz ainda que:

O livro didático tradicionalmente tem tido, no ensino de biologia, um papel de importância, tanto na determinação do conteúdo dos cursos como na determinação da metodologia usada em sala de aula, sempre no sentido de valorizar um ensino informativo e teórico.

Nesse caso, se os cursos de ensino de biologia têm seus objetivos embasados unicamente nos livros, inclusive para a adoção de metodologias de ensino, podemos concluir que o ensino se dará na forma de simples memorização e repetição de conceitos. Os conceitos têm sua importância para a compreensão desta ciência, mas sua memorização não constitui aprendizagem real ou significativa.

As consequências destes problemas agravam-se ao considerarmos que uma parcela considerável de professores ainda concebe os livros didáticos como inflexíveis

manuais norteadores dos programas. Historicamente, livros didáticos têm sido compreendidos como agentes determinantes de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento. (VASCONCELOS e SOUTO, 2003, p. 94).

Portanto, devemos ter cautela ao adotar o uso dos livros, mantendo em mente que eles constituem uma ferramenta didática, dentre diversas outras possíveis. Um aspecto positivo observado nos livros analisados reside no fato de que a maioria deles apresentam atividades didáticas diferenciadas (sugestões de experimentos, sites, pesquisas), não resumindo as práticas pedagógicas a mero repasse de conteúdos teóricos e informações.

Sobre os critérios analisados nos livros, Carneiro (2003) diz que a imagem é um recurso pedagógico que pode auxiliar a aprendizagem de conhecimentos científicos e, complementando com Vasconcelos e Souto (2003, p. 97-98), “[...] os recursos visuais fornecem suporte vital às ideias e informações contidas no livro, e por isso merecem atenção especial”. Sendo assim, as imagens são imprescindíveis para o aprendizado de biologia. Elas permitem uma melhor compreensão da realidade explicitada nos textos didáticos.

Sobre os exercícios e atividades dos livros didáticos, Krasilchik (2011, p. 69) aponta que:

Os tipos de exercícios propostos indicam a concepção de ensino veiculada pelo livro. Quando a proposta das atividades é muito estruturada, explicitando todos os passos do trabalho, quando os experimentos servem apenas para ilustrar informações que constam do texto, é possível inferir que é valorizado o ensino centrado na transmissão de informações. Quando as investigações deixam decisões a cargo dos estudantes, que devem propor procedimentos, hipóteses, organizar tabelas, elaborar gráficos, pode-se inferir uma ênfase na vivência do método científico. Quando os exercícios tratam de problemas próximos dos estudantes, como poluição e dietas alimentares, buscando dados na realidade, pode-se inferir que a proposta pedagógica do livro inclui a análise das implicações sociais da ciência.

De acordo com Mohr (2000, p. 92), “É desejável que as ATIVIDADES PROPOSTAS contemplem a aquisição de conhecimentos, a capacidade de análise, de crítica e estimulem a iniciativa dos alunos”.

Ainda conforme Vasconcelos e Souto (2003, p. 94), o livro didático deve ser uma ferramenta que fomente a capacidade de reflexão sobre os mais diversos aspectos da realidade, devendo ainda estimular a capacidade investigativa do estudante, minimizando a “concepção bancária” da educação, e contribuindo para a construção da autonomia do estudante.

Com isso, notamos a preocupação em tornar o estudante o centro da atividade pedagógica, fazendo dele construtor do conhecimento. Dessa forma, pretende-se que os

estudantes deixem de ser os espectadores passivos da aula expositiva, e passem para o papel de (re)construtores do conhecimento, sendo o professor o guia deste processo.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho visa perceber, e/ou desenvolver, práticas pedagógicas dinamizadoras, a fim de tornar o assunto de zoologia de vertebrados mais atraente aos olhos dos estudantes, levando-os a participação mais ativa durante as aulas. A fim de alcançarmos tal proposição, nos atemos aos sistemas cardiorrespiratórios desses animais. Surgiu como objetivo geral desta pesquisa:

- I. Inventariar abordagens didáticas que possibilitem um estudo sistêmico e holístico dos temas pertinentes a compreensão da morfofisiologia animal comparada dos órgãos e sistemas cardiorrespiratórios dos vertebrados.

E para alcançarmos objetivo tão abrangente, propomos os seguintes objetivos específicos:

- a. Desenvolver e/ou pesquisar abordagens que permitam trabalhar conceitos referentes a morfofisiologia comparada do sistema cardiorrespiratório dos vertebrados, em conjunto com as demais áreas da biologia.
- b. Produzir materiais capazes de potencializar o ensino de morfofisiologia do sistema cardiorrespiratório dos vertebrados.

3 METODOLOGIA

Para percebermos como os temas de zoologia de vertebrados são trabalhados pelos professores de biologia no ensino médio, foram consultadas as publicações feitas em duas revistas, disponíveis em repositórios na internet: a Revista de Ensino de Biologia¹ (REnBio), da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências² (RBPEC), da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Buscou-se inventariar possíveis práticas pedagógicas utilizadas pelos professores de biologia, que estivessem relacionadas a morfologia e fisiologia comparadas dos vertebrados, que fossem trabalhadas de forma conjunta a outras áreas de biologia.

Esta pesquisa foi realizada nos arquivos de ambas as revistas, buscando artigos dentre as publicações do ano de 2008 até as publicações de 2018, compreendendo um período de dez anos de publicações. As publicações foram analisadas pelos títulos de seus artigos, onde procurou-se estabelecer a possibilidade de o artigo estar relacionado ao tema de zoologia comparada de vertebrados. Para isso, buscamos pelas palavras-chave: zoologia comparada, abordagem comparativa, zoologia comparativa, zoologia de vertebrados, estudos comparados.

Com relação a REnBio, seus artigos estão compilados nas revistas digitais, sendo que elas foram salvas no computador, em formato pdf, por meio de *download*. Assim, foram analisadas uma a uma, com exceção das revistas número 3, do ano de 2010, número 5, do ano de 2014, e das revistas números 11 e 12, do ano de 2018, que não apresentavam possibilidade de *download*, devido ao formato em que foram disponibilizadas. Nesse caso, elas foram analisadas a partir do próprio *site* do repositório.

A RBPEC, por sua vez, foi perscrutada a partir de seu repositório na internet, considerando que seus artigos estão dispostos de forma individualizada, o que de outra forma acarretaria a necessidade de *download* um a um.

Além disso, foram analisados alguns livros didáticos do Plano Nacional do Livro Didático de 2018 (PNLD2018), a fim de investigar a sua abordagem da temática. Na primeira triagem dos livros didáticos analisados, eles foram escolhidos de acordo com alguns critérios, estabelecidos como segue: 1. Por constarem no documento: **Biologia: Guia de Livros**

¹ Disponibilizada a partir do link: <https://sbenbio.org.br/categoria/revistas/>

² Disponibilizada para consulta a partir do link: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>

Didáticos – Ensino Médio, do PNLD2018, disponibilizado pelo Ministério da Educação (MEC); 2. Por estarem disponíveis nas escolas, possibilitando seu empréstimo para análise; 3. Por apresentarem, no mínimo, alguma forma de estudo comparado entre sistemas de grupos animais, e/ou de sua morfologia/fisiologia; 4. Por apresentarem atividades práticas e/ou investigativas a respeito do tema.

O primeiro critério de seleção nos forneceu a possibilidade de analisar dez livros didáticos. Nesse caso, eles já haviam passado por uma escolha criteriosa, e foram determinados aptos pela equipe do MEC. Além disso, estes livros estariam a disposição para serem escolhidos e adotados pelos professores da rede pública de ensino, outro fator importante para sua análise.

O segundo critério de seleção foi a possibilidade de empréstimo desses livros, a partir das escolas que os receberam para a escolha dos professores. A partir desse critério, três livros não puderam ser analisados, pois eles não foram disponibilizados em todas as escolas.

O terceiro critério leva em consideração o foco central deste trabalho de pesquisa, a morfologia e fisiologia comparada dos sistemas cardiorrespiratórios dos vertebrados. Com isso em mente, foram deixados dois livros de fora desta análise, pois eles não apresentavam informações significativas sobre a temática.

Por fim, levou-se em consideração a presença de atividades práticas, de problematizações, e/ou atividades investigativas a respeito do foco da pesquisa. Em meio a diversas opções, optamos por esses tipos de atividade, devido ao seu fator estimulante para os estudantes. Os livros que restaram após a análise dos primeiros critérios, em geral, apresentavam algum tipo de atividade, apesar de nem todos possuírem atividades práticas, ou de caráter investigativo.

Após a seleção inicial, os livros foram analisados de forma mais profunda e minuciosa, a partir de mais alguns critérios. Estes foram estabelecidos, com base em trabalhos anteriores de Rosa (2009), Mohr (2000), e Vasconcelos e Souto (2003), relacionando-os a quatro itens principais: 1. Como o tema está apresentado; 2. Presença de ilustrações relativas ao conteúdo; 3. Tipos de atividades apresentadas; 4. Presença de manual do professor.

Com relação ao primeiro critério (como o tema está apresentado), foi verificado se o tema estava apresentado em capítulo exclusivo, ou não. Quando não havia capítulo exclusivo, foi verificado se o tema estava ao menos presente nos textos dos demais capítulos, e/ou ainda se havia informações complementares sobre o assunto.

No segundo critério (presença de ilustrações relativas ao conteúdo), foi verificado se existem ilustrações relativas ao tema, se estas ilustrações são adequadas, e/ou ainda se

apresentam a possibilidade de interpretação equivocada. A biologia é uma disciplina complexa, e as imagens são importantes aliadas na compreensão de determinados temas. Assim, é importante que elas estejam de acordo com aquilo que pretendem ilustrar, e que não deixem margens para dúvidas.

O terceiro critério (tipos de atividades apresentadas) corresponde as atividades propostas no livro didático. Analisamos se elas possuem um caráter meramente instrucional, a fim de verificar se os conceitos foram memorizados pelos estudantes, ou se elas se apresentam como motivadoras, gerando um interesse real por compreender o tema.

Já o quarto critério (presença de manual do professor) refere-se aos conteúdos apresentados no manual do professor. Esta ferramenta disponível nos LDs permite ao professor perceber melhor como desenvolver os temas em sala de aula, por vezes trazendo informações complementares, sugestões de atividades extras, e ainda sugestões de leituras, sites e vídeos que podem elucidar conceitos de difícil compreensão encontrados no texto.

Cada um dos critérios foi dividido em três subitens, e cada subitem apresentado foi classificado como: SIM, quando satisfeita a condição exigida por ele, PARCIAL, quando a condição não foi completamente satisfeita, ou NÃO, para o caso de a condição não estar satisfeita.

Os livros foram analisados duas vezes. Na primeira análise, verificava-se o atendimento a todos os critérios por parte de um mesmo livro, antes de se passar ao livro seguinte. Num segundo momento, fez-se uma checagem, para garantir que os dados estavam corretos.

A partir destes critérios foi adotado como padrão avaliar cada item por meio de pontuações, sendo que uma resposta SIM equivalia a 0,75 (zero vírgula setenta e cinco) ponto, uma resposta PARCIAL correspondia a 0,375 (zero vírgula trezentos e setenta e cinco) ponto e uma resposta NÃO significava a 0 (zero) ponto. Ao final, se todas as condições forem satisfeitas, ou seja, corresponderem a resposta SIM, o livro didático apresentaria 9 (nove) pontos. Um último ponto foi dedicado a avaliação qualitativa, com base em informações adicionais, comentadas em seção própria e individualizada para cada livro. Dessa forma, o livro poderia receber até 10 (dez) pontos no total.

Para organizar todos os dados resultantes destas análises e das pontuações, foram montadas tabelas (conforme modelo disponível no Apêndice A – Tabelas de Análise dos Livros Didáticos). As tabelas preenchidas foram compiladas de forma comparativa, trazendo, além

disso, informações sobre as pontuações de cada item preenchido, de acordo com os critérios de pontuação adotados.

A avaliação qualitativa teve como critérios: o número de páginas dedicados ao estudo dos vertebrados, e/ou aos estudos comparados; se esse estudo era feito de modo comparativo, ou simplesmente grupo a grupo; e se levava em consideração os critérios definidos anteriormente, descrevendo-se algumas das características de cada um dos livros.

Após estes trabalhos, foi desenvolvida uma sequência didática, fundamentada de acordo com Meirelles (2014), em que as etapas para a sequência são definidas como: escolha do tema, levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, objetivos atrelados as atividades desenvolvidas, encadeamento das etapas, estimativa do tempo de trabalho, organização e flexibilização dos grupos e atividades, e momento da avaliação dos conteúdos aprendidos pela turma.

O tema já estava pronto: os sistemas cardiorrespiratórios dos vertebrados. Para a etapa de levantamento de conhecimentos prévios foi escolhido utilizar um questionário, pois possibilita revisitar o que os alunos sabiam a respeito do assunto a qualquer momento da sequência, e fazer comparações.

Os objetivos tiveram relação com as atividades a realizar, assim cada atividade foi pensada para capacitar os estudantes a alcançar tais objetivos. O trabalho foi organizado de forma a tornar os estudantes construtores de seu conhecimento, conforme suas ações e descobertas durante a atividade. Para isso foi pensado em realizar a modelização dos sistemas. Os estudantes seriam divididos em grupos, cada um trabalhando um sistema de um grupo de animais diferentes, segundo a classificação tradicional lineana. A modelização, apesar de apresentar pontos falhos, é uma excelente maneira de perceber os objetos estudados.

Além disso, os estudantes deveriam realizar um trabalho escrito com pesquisas sobre os dois sistemas de todos os grupos de animais vertebrados, permitindo a visualização e comparação do todo. A apresentação de seus resultados pesquisados permitiria a apropriação dos conhecimentos adquiridos. Para estimular os estudantes a realizar, tanto a modelização quanto a pesquisa e o trabalho escrito, foram desenvolvidas fichas que apresentavam a temática, e lançavam questões iniciais, e o que o modelo deveria representar.

A avaliação foi dada por diversos mecanismos, como a comparação do questionário de levantamentos de conhecimentos prévios e de sua reaplicação ao final da atividade. Também estava atrelada ao desenvolvimento do trabalho escrito, da pesquisa, e da apresentação dos resultados alcançados, e do modelo desenvolvido. O professor também poderia utilizar de suas

anotações sobre o desenvolvimento dos trabalhos, ao longo das aulas, tendo verificado quais estudantes realizaram as atividades apresentando proatividade, eficiência e autonomia em seu desenvolvimento. Isso se faz necessário, pois a avaliação não deve ser pontual, mas sim contínua e processual.

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa nas revistas REnBio e RBPEC não retornaram informações sobre o tema de zoologia comparada de vertebrados. O que não significa dizer que não havia artigos sobre zoologia, porém a maioria deles se relacionava a uso de jogos didáticos para revisão de conteúdo, ou uso de tecnologias para o ensino. Ainda percebemos que a maioria relatava aulas sobre o ensino de zoologia de invertebrados, sendo pouco presente o tema nestes periódicos pesquisados.

Esse fato pode estar relacionado a aparente concepção de que o ensino de zoologia de vertebrados pode ser mais simples e fácil. Isso no sentido de que os estudantes, na maioria das vezes, apresentam muita curiosidade e interesse sobre os animais. Porém, essa curiosidade logo dá lugar a monotonia e tédio frente a aulas descontextualizadas e simplesmente teórico-expositivas, utilizando de termos e conceitos de difícil abstração.

Segundo Martine e Santos (2014, p. 2.176), “Tradicionalmente o aprendizado da zoologia se encaminha para a determinação das características morfológicas das espécies [...] as quais geralmente são apresentadas de uma forma muito teórica [...]”. Placco e Sarmiento (2007, *apud* NEVES e SOARES, 2014, p. 2.927) reforçam este pensamento dizendo ainda que “Segundo a literatura, atualmente os métodos utilizados pelos professores, ainda carregam forte tendência tradicionalista, na qual o professor é mero transmissor de informação”.

Dessa forma, apesar do tema ser de interesse da maioria dos estudantes, percebemos que diferentes estratégias didáticas devem ser adotadas para que esse interesse se mantenha e leve a um aprendizado significativo.

4.1 QUANTO AOS LIVROS SELECIONADOS

Devemos considerar alguns aspectos da análise realizada com os livros didáticos: **a.** está sendo avaliada uma temática específica, desconsiderando-se outros temas biológicos importantes; **b.** as obras analisadas são de qualidade, já passaram pela avaliação do MEC, e se mostraram adequadas a adoção dos professores em sala de aula; **c.** as diferenças apresentadas não são significativas, e não comprometem gravemente os livros didáticos analisados, ou seu uso.

Os livros didáticos selecionados para análise foram:

1. **Livro didático 01 (LD01):** LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. 3 v.
2. **Livro didático 02 (LD02):** Edições SM (org.). **Ser protagonista Biologia**. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. 3 v.
3. **Livro didático 03 (LD03):** LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 3 v.
4. **Livro didático 04 (LD04):** OGO, Marcela Yaemi; GODOY, Leandro Pereira de. **#Contato Biologia**. São Paulo: Quinteto editorial, 2016. 3 v.
5. **Livro didático 05 (LD05):** AMABIS, José M.; MARTHO, Gilberto R. **Biologia Moderna**. São Paulo: moderna, 2016. 3 v.

Figura 1. Livros didáticos selecionados



Fonte: Os autores.

4.2 ANÁLISE DOS CRITÉRIOS

Os resultados das tabelas preenchidas individualmente, juntamente as pontuações estabelecidas, foram compilados em tabelas comparativas para cada critério de análise, sendo apresentadas nas tabelas a seguir.

O livro didático LD03 recebeu a pontuação máxima, apresentado todos os itens avaliados. Os demais livros didáticos obtiveram iguais resultados neste critério, apresentando pontuação menor em relação ao LD03 (Tabela 1).

Tabela 1. Primeiro critério: morfologia e fisiologia comparadas

	Em relação aos conteúdos:	SIM	PARCIAL	NÃO	PONTUAÇÃO
LIVRO DIDÁTICO 01 – LD01					
a	Capítulo exclusivo para a temática			X	0
b	Conceituação ou definição da temática		X		0,375
c	Há informações complementares sobre o assunto	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO 02 – LD02					
a	Capítulo exclusivo para a temática			X	0
b	Conceituação ou definição da temática		X		0,375
c	Há informações complementares sobre o assunto	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO 03 – LD03					
a	Capítulo exclusivo para a temática	X			0,75
b	Conceituação ou definição da temática	X			0,75
c	Há informações complementares sobre o assunto	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO 04 – LD04					
a	Capítulo exclusivo para a temática			X	0
b	Conceituação ou definição da temática		X		0,375
c	Há informações complementares sobre o assunto	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO 05 – LD05					
a	Capítulo exclusivo para a temática			X	0
b	Conceituação ou definição da temática		X		0,375
c	Há informações complementares sobre o assunto	X			0,75

Fonte: Os autores.

Os livros didáticos LD02, LD03 e LD04, receberam a pontuação máxima, com relação as imagens, quadros e tabelas que apresentaram (Tabela 2). Enquanto isso, os livros didáticos LD01 e LD05, obtiveram resultados iguais neste critério, apresentando pontuação menor em relação aos demais, pois foi considerado que algumas de suas imagens poderiam (parcialmente), levar os estudantes a interpretações equivocadas. Apesar disso, existem aspectos positivos que podem ser atribuídos a essas imagens. O professor pode tirar proveito dessa situação, utilizando os possíveis equívocos atribuídos as imagens para potencializar sua aula, demonstrando aos estudantes as falhas de interpretação e discutindo-as com os mesmos.

Tabela 2. Segundo critério: imagens, quadros e tabelas

Em relação às imagens:		SIM	PARCIAL	NÃO	PONTUAÇÃO
LIVRO DIDÁTICO – LD01					
a	Presença de ilustrações que representem o conteúdo	X			0,75
b	Estão adequadas ao texto e ao conteúdo	X			0,75
c	Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada		X		0,375
LIVRO DIDÁTICO – LD02					
a	Presença de ilustrações que representem o conteúdo	X			0,75
b	Estão adequadas ao texto e ao conteúdo	X			0,75
c	Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD03					
a	Presença de ilustrações que representem o conteúdo	X			0,75
b	Estão adequadas ao texto e ao conteúdo	X			0,75
c	Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD04					
a	Presença de ilustrações que representem o conteúdo	X			0,75
b	Estão adequadas ao texto e ao conteúdo	X			0,75
c	Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD05					
a	Presença de ilustrações que representem o conteúdo	X			0,75
b	Estão adequadas ao texto e ao conteúdo	X			0,75
c	Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada		X		0,375

Fonte: Os autores.

Relativo ao terceiro critério (atividades, exercícios e práticas propostos) os resultados obtidos levaram a mesma pontuação para todos os livros didáticos (Tabela 3). Nesse caso, os resultados alcançados nos mostram que: ou os livros trazem poucos exercícios, ou atividades, investigativas/problematizadoras; ou trazem alguma atividade que só apresente esse caráter de forma parcial. Além disso, eles também apresentam poucas sugestões de atividades e recursos complementares.

Tabela 3. Terceiro critério: atividades, exercícios e práticas propostos

Atividades práticas e exercícios propostos:		SIM	PARCIAL	NÃO	PONTUAÇÃO
LIVRO DIDÁTICO – LD01					
a	Apresenta atividades práticas/investigativas/problematizadoras		X		0,375

b	As atividades são passíveis de execução pelo estudante	X			0,75
c	Há sugestões de atividades e recursos complementares		X		0,375
LIVRO DIDÁTICO – LD02					
a	Apresenta atividades práticas/investigativas/problematizadoras		X		0,375
b	As atividades são passíveis de execução pelo estudante	X			0,75
c	Há sugestões de atividades e recursos complementares		X		0,375
LIVRO DIDÁTICO – LD03					
a	Apresenta atividades práticas/investigativas/problematizadoras		X		0,375
b	As atividades são passíveis de execução pelo estudante	X			0,75
c	Há sugestões de atividades e recursos complementares		X		0,375
LIVRO DIDÁTICO – LD04					
a	Apresenta atividades práticas/investigativas/problematizadoras		X		0,375
b	As atividades são passíveis de execução pelo estudante	X			0,75
c	Há sugestões de atividades e recursos complementares		X		0,375
LIVRO DIDÁTICO – LD05					
a	Apresenta atividades práticas/investigativas/problematizadoras		X		0,375
b	As atividades são passíveis de execução pelo estudante	X			0,75
c	Há sugestões de atividades e recursos complementares		X		0,375

Fonte: Os autores.

Relativo ao quarto critério (manual do professor) todos os livros receberam pontuação máxima (Tabela 4). Nesse caso, em todas as coleções de livros analisadas os livros apresentam o manual do professor, sugestões de sites, livros e vídeos complementares ao tema, além de existirem atividades complementares apresentadas neste manual.

Tabela 4. Quarto critério: Manual do professor

	Recursos:	SIM	PARCIAL	NÃO	PONTUAÇÃO
LIVRO DIDÁTICO – LD01					
a	Guia do professor	X			0,75
b	Sugestões de sites, livros e vídeos	X			0,75

c	Atividades complementares ao tema	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD02					
a	Guia do professor	X			0,75
b	Sugestões de sites, livros e vídeos	X			0,75
c	Atividades complementares ao tema	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD03					
a	Guia do professor	X			0,75
b	Sugestões de sites, livros e vídeos	X			0,75
c	Atividades complementares ao tema	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD04					
a	Guia do professor	X			0,75
b	Sugestões de sites, livros e vídeos	X			0,75
c	Atividades complementares ao tema	X			0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD05					
a	Guia do professor	X			0,75
b	Sugestões de sites, livros e vídeos	X			0,75
c	Atividades complementares ao tema	X			0,75

Fonte: Os autores.

4.3 ANÁLISES QUALITATIVAS

4.3.1 Livro didático 01 – LD01

Neste livro há uma unidade dedicada ao estudo dos animais, e ela está dividida em capítulos. Sobre os vertebrados, há um capítulo dedicado aos “Peixes”, um capítulo para os “Anfíbios e répteis” e um capítulo para “Aves e mamíferos”. A morfologia e a fisiologia são tratadas isoladamente, dentro destes capítulos. O livro apresenta 288 páginas, das quais os referidos capítulos ocupam 43.

Apresenta muitas fotografias e imagens explicativas, coloridas, com boa nitidez e resolução. Não há, porém, muitas ilustrações realizando comparações entre os diversos tipos de sistemas dos animais vertebrados (embora isso possa ser feito utilizando as imagens de cada grupo apresentadas ao longo dos capítulos).

Ao final dos capítulos são propostas atividades, algumas descritivas, e outras com base em vestibulares e no ENEM. Também são sugeridos trabalhos em grupo, e uma atividade prática para ser realizada em laboratório. A maioria das atividades é relacionada a aspectos ecológicos e/ou evolutivos, e algumas fazem comparações sobre a morfologia e a fisiologia desses grupos.

Há uma sugestão de pesquisa em grupo para os estudantes, sobre a troca de gases contracorrente, que aumenta a eficiência das brânquias. Não existem sugestões de

experimentos, ou atividades práticas relacionados a morfologia e fisiologia. Apesar disso, são apresentadas sugestões de livros e sites interessantes para que os estudantes realizem pesquisas, e alguns textos complementares sobre os temas dos capítulos.

4.3.2 Livro didático 02 - LD02

No LD02 temos uma unidade dedicada ao estudo dos animais, dividida em capítulos, onde um capítulo é dedicado aos “Peixes, anfíbios e répteis” e um capítulo é dedicado as “Aves e mamíferos”. O livro apresenta 288 páginas, das quais esses capítulos ocupam 46. A morfologia e a fisiologia são, em sua maior parte, tratadas isoladamente. Há um capítulo dedicado a características típicas dos animais, sendo que ele possui 8 páginas, das quais 3 páginas resumem alguns dos seus sistemas.

Existem diversas fotografias e imagens explicativas, coloridas, com boa nitidez e resolução. Nele também existem poucas ilustrações realizando comparações entre os diversos tipos de sistemas dos animais vertebrados, da mesma forma que em LD01.

São propostas atividades ao final destes dois capítulos, algumas descritivas, e outras com base em vestibulares e no ENEM. Algumas das atividades fazem comparações sobre a morfologia e a fisiologia dos grupos de vertebrados.

Não há sugestões de experimentos ou atividades práticas relacionados a morfologia e fisiologia, mas existe uma atividade complementar sugerida: “Dissecação virtual de uma rã”. São apresentadas ainda sugestões de livros e sites interessantes para que os estudantes realizem pesquisas, e textos complementares.

4.3.3 Livro didático 03 - LD03

O LD03 apresenta capítulos sobre os vertebrados, onde: um capítulo se chama “Diversidade Animal III”, e nele constam informações sobre os cordados e vertebrados (peixes e anfíbios), e um capítulo chamado “Diversidade animal IV”, onde constam informações sobre répteis, aves e mamíferos. O livro apresenta 288 páginas, das quais esses capítulos ocupam 41. Existe ainda um capítulo dedicado a “Forma e função dos animais: um estudo comparado”, com 22 páginas. Nele encontramos comparações entre os sistemas de animais invertebrados e animais vertebrados.

Possui muitas ilustrações, fotos e imagens explicativas, de boa qualidade. Existem várias ilustrações realizando comparações entre os tipos de sistemas dos animais vertebrados, principalmente no capítulo “Forma e função dos animais: um estudo comparado”.

Ao final dos capítulos sobre vertebrados são propostas atividades, algumas descritivas, e outras com base em vestibulares e no ENEM. Algumas das atividades fazem comparações sobre a morfologia e a fisiologia dos grupos de vertebrados, embora não haja atividades em grupo, ou trabalhos práticos referentes a essa temática.

Há algumas sugestões de experimentos ou atividades práticas relacionados a morfologia e fisiologia dos vertebrados, porém não dos sistemas cardiovasculares e/ou respiratórios. Apesar disso, são apresentadas sugestões de livros, vídeos e sites interessantes para que os estudantes realizem pesquisas, e alguns textos extras para os estudantes.

4.3.4 Livro didático 04 – LD04

A morfologia e a fisiologia são tratadas isoladamente, grupo por grupo dos principais filos animais. Sobre os vertebrados, a um capítulo dedicado aos “Cordados: peixes e anfíbios” e um capítulo para “Cordados: répteis, aves e mamíferos”. O livro apresenta 288 páginas, das quais os capítulos mencionados ocupam 42.

Não há, porém, muitas ilustrações realizando comparações entre os diversos tipos de sistemas dos animais vertebrados, de forma similar a LD01 e LD02. Apesar disso há muitas fotografias e imagens de boa qualidade.

As atividades, algumas descritivas, e outras com base em vestibulares e no ENEM, seguem o mesmo padrão dos livros didáticos anteriores.

Há uma sugestão interessante de pesquisa em grupo para os estudantes: visitando o Museu virtual Biomas do Brasil. Não há sugestões de experimentos ou atividades práticas relacionados a morfologia e fisiologia. Existem sugestões de livros, vídeos e sites interessantes para os estudantes, e textos diversos para complementar os capítulos.

4.3.5 Livro didático 05 – LD05

Neste livro, o capítulo 7 é intitulado “Tendências evolutivas nos grupos animais”, com 16 páginas, em que 3 páginas são destinadas a apresentar os sistemas corporais dos animais.

Temos o capítulo 9 dedicado aos “Cordados”, e subdividido em diversos grupos. O livro apresenta 278 páginas, das quais os referidos capítulos ocupam 30.

No capítulo 7 existem diversas ilustrações realizando comparações entre os tipos de sistemas dos animais invertebrados e vertebrados. Já no capítulo 9, a maioria das ilustrações apresentam somente exemplos de animais e aspectos de seus estilos de vida.

Ao final do capítulo 7 temos uma atividade sobre a comparação dos sistemas circulatórios de vertebrados. Ao final do capítulo 9 são propostas atividades descritivas e com base em vestibulares e no ENEM. Este livro didático segue o padrão dos demais, sendo que algumas atividades fazem comparações sobre a morfologia e a fisiologia dos animais, e há uma sugestão de prática de laboratório, porém não há sugestões de atividades sobre morfologia e fisiologia.

Existe uma sugestão de atividade prática de dissecação de peixes, para análise anatômica, e no manual do professor, constam informações sobre uma ferramenta virtual para a atividade de dissecação de peixes. O livro também apresenta sugestões de livros, vídeos e sites interessantes para os estudantes, e existem alguns textos complementares.

4.4 PONTUAÇÃO DAS ANÁLISES QUALITATIVAS

Sobre a avaliação qualitativa, com relação a organização dos conteúdos, são pouquíssimos livros que apresentam capítulos exclusivos sobre anatomia e/ou fisiologia comparadas. A grande maioria traz apenas informações esparsas, ao longo dos capítulos sobre cada grupo de vertebrados. Alguns grupos de vertebrados são trabalhados em um mesmo capítulo, e mesmo assim, a análise demonstrou que os conteúdos são isolados em subitens dentro desses capítulos.

Notamos ainda que a maioria dos livros didáticos apresentam atividades baseadas em memorização de conceitos, e muitas outras focadas em vestibulares e no ENEM. Entendemos que é natural que isso ocorra, devido a pressão da comunidade escolar para a preparação dos jovens para a entrada no mundo acadêmico. Porém, não podemos deixar de apontar que existem outras situações importantes que devemos levar em consideração. As atividades devem instigar o estudante e levá-lo a desenvolver um raciocínio crítico e construtivo acerca dos temas estudados. Assim, a partir da avaliação qualitativa percebemos que os livros didáticos LD03 e

LD05 apresentaram a pontuação máxima. Por outro lado, os livros didáticos LD01, LD02 e LD05, apresentaram resultado igual, e inferior com relação aos outros dois livros (Tabela 5).

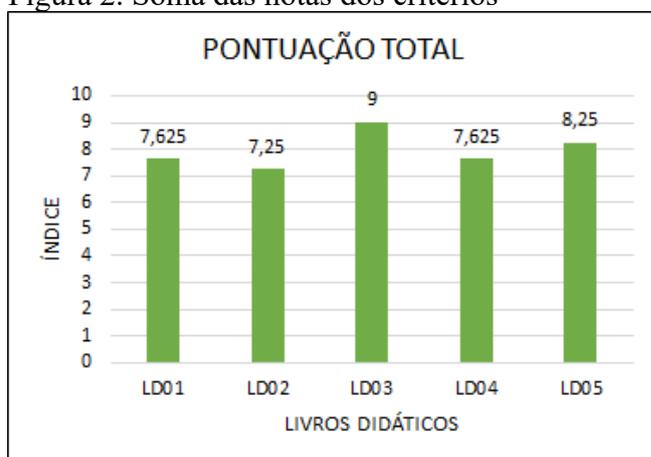
Tabela 5. Avaliação qualitativa

LIVROS DIDÁTICOS	PONTUAÇÃO
LIVRO DIDÁTICO – LD01	0,5
LIVRO DIDÁTICO – LD02	0,5
LIVRO DIDÁTICO – LD03	0,75
LIVRO DIDÁTICO – LD04	0,5
LIVRO DIDÁTICO – LD05	0,75

Fonte: Os autores.

Analisando a soma dos critérios (Figura 2) percebemos que o livro didático LD03 ficou com a maior pontuação, tendo recebido 9 pontos. O livro LD05 ficou em segundo colocado, com 8,25 pontos, enquanto o terceiro lugar ficou empatado entre os livros LD01 e LD04. O livro LD02 ficou com a menor pontuação, de 7,25 pontos.

Figura 2. Soma das notas dos critérios



Fonte: Os autores.

4.5 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A partir dos estudos realizados, propomos uma sequência didática que buscasse relacionar os grupos de animais vertebrados, indo ao encontro de uma abordagem comparativa. A proposta se baseou no fato de não havermos encontrado, dentre os trabalhos pesquisados nas duas revistas, um relato de experiência ou uma sequência proposta seguindo estes critérios. Com isso, a proposta representa uma oportunidade diferenciada para que os professores de biologia utilizem desta abordagem em suas aulas. Por meio dela, pretendeu-se tornar o conteúdo

mais atraente para os estudantes, além de fazê-lo conversar também com outras áreas do conhecimento. É possível seu uso conforme se apresenta, ou caso necessário, adequá-la de acordo com as realidades de cada localidade e/ou metodologias de cada professor.

Conforme quadro a seguir, apresentamos a sequência didática produzida:

Quadro 1. Sequência didática produzida

Conteúdo abordado

Zoologia de vertebrados.

Morfologia e fisiologia comparada dos sistemas cardiorrespiratórios.

Público-alvo/tempo de duração

O público a que se destina esta sequência didática (SD) são os estudantes do segundo (2º) ano do Ensino Médio. A previsão para sua realização é de seis a sete (6-7) aulas, com quarenta e cinco (45) minutos de duração cada (excluindo-se algumas atividades extraclasse).

Objetivos da Aula

Objetivo Geral

- Analisar e comparar a morfologia e a fisiologia dos sistemas respiratório e cardiovascular dos diferentes grupos de animais vertebrados, relacionando-os à evolução e ecologia desses grupos.

Objetivos específicos

- Reconhecer as relações evolutivas dos diferentes grupos de vertebrados.
- Perceber as similaridades, e as principais diferenças, entre as estruturas respiratórias e cardiovasculares dos vertebrados.
- Identificar as soluções adaptativas dos grupos de vertebrados para distribuição de substâncias pelo corpo e para a obtenção de energia.
- Relacionar a escala de tempo geológico aos processos de evolução dos grupos de vertebrados.

Justificativa

Estudar os animais vertebrados permite analisar vários aspectos a respeito dos seres vivos, e são necessários diversos conhecimentos complementares, de vários campos da biologia, para fazer a conexão entre informações relevantes na compreensão do fenômeno chamado vida. Segundo Amabis e Martho (2016, p. 307):

Estudar a diversidade animal é investir em autoconhecimento, pois nossas origens e a de todos os nossos parceiros de reino remontam aos mares do período Ediacarano, quando se esboçavam os primeiros passos da estratégia de vida animal.

Fica implícito aí a importância de reconhecer os processos evolutivos que deram origem as soluções adaptativas apresentadas pelos diferentes grupos de vertebrados, ou seja, a história desses animais. Partindo desse raciocínio, apesar de nos restringirmos a alguns poucos objetivos, podemos traçar uma enorme rede de relações entre a história evolutiva, a biologia e a ecologia.

Mas, qual a relação disso tudo com a temática que abordaremos? “O filo Chordata exibe maior unidade estrutural em todos os órgãos e sistemas do que outros filos.” (HICKMAN *et al*, 2019, p. 518). Assim, apesar de em uma primeira análise não parecer existir relação alguma, percebemos que ela é clara: esses animais apresentam uma grande similaridade entre seus órgãos e sistemas, e estudar a relação entre a morfologia e a fisiologia desses órgãos, por meio de uma abordagem comparativa, pode permitir um pequeno vislumbre de nosso parentesco com todas as criaturas que chamamos de vertebrados.

Ecologicamente, os cordados estão entre os organismos mais adaptáveis e são capazes de ocupar a maioria dos tipos de *habitats*. Talvez eles ilustrem melhor do que qualquer outro grupo animal os processos evolutivos básicos de origem de novas estruturas, estratégias adaptativas e diversificação adaptativa. (HICKMAN *et al*, 2019, p. 518).

A delimitação do tema aos sistemas cardiorrespiratórios dos vertebrados visa facilitar a compreensão dos estudantes, e tornar a pesquisa mais concisa e realizável. Podemos ver diferentes estruturas existentes cuja finalidade é trocar gases e substâncias com o ambiente interno e externo. Para os vertebrados, o sistema cardiovascular e respiratório está intimamente relacionado em suas funções, e ainda compartilham diversas similaridades a nível anatômico, nos diversos grupos. Analisá-los a luz de sua morfologia permite verificar como se dá essa relação, e perceber por que suas particularidades não os tornam “menos, ou mais, evoluídos” entre si, mas simplesmente adaptados a diferentes estratégias de vida.

A sofisticação e as inovações que foram surgindo nesses órgãos ao longo do tempo permitiram o desenvolvimento dos organismos que hoje compartilham a Terra como seu lar. Compreende-los é entender também uma parte da história da vida na Terra, e uma forma mais abrangente e emocionante de perceber os conteúdos presentes nos livros didáticos, com um olhar evolutivo e ecológico, e não meramente fragmentado em grupos de organismos.

Apesar do elevado número de aulas, o professor pode aproveitá-las para estar explicando concomitantemente os demais conteúdos sobre os grupos de vertebrados, facilitando o trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes. Ou seja, os conteúdos sobre os sistemas cardiorrespiratórios ficam a cargo dos estudantes, conforme os passos das estratégias pedagógicas vão se desenrolando, enquanto o professor discute demais aspectos desses fascinantes grupos de animais, de uma forma comparativa, ecológica e evolutiva. Isso dá mais significado aos conhecimentos dos quais os estudantes devem se apropriar. A seguir, apresentamos as estratégias adotadas para utilização da sequência didática.

Estratégias pedagógicas

Primeira Aula

Para a primeira aula, é interessante realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Pensou-se para isso, aplicar um questionário, relativo ao tema, onde cada estudante deverá responder algumas perguntas. A fim de não “contaminar” as respostas dos estudantes com o que assumimos que eles já sabem sobre o assunto, torna-se essencial

que esse questionário seja aplicado antes de qualquer explicação sobre os detalhes do trabalho que desenvolverão. Assim, pode-se simplesmente dizer a eles que farão um trabalho sobre os animais vertebrados. Este levantamento prévio é importante, pois conforme nos aponta Carvalho (2018, p. 2):

[...] qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivistas e revolucionou o planejamento de ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas.

O mesmo questionário, utilizado para o levantamento dos conhecimentos prévios, pode ser utilizado por eles posteriormente, como forma de comparar o que sabiam, com aquilo que aprenderam após a aplicação da sequência didática. Para o professor, essa é uma ótima forma de realizar a avaliação dos estudantes, percebendo se realmente alcançaram os objetivos propostos.

Apesar das questões serem as mesmas, os formulários terão títulos diferentes, pois um será aplicado antes da intervenção, e o outro após. Isso permite ao professor, uma comparação quali-quantitativa entre os dados obtidos. (Os formulários estão disponíveis como Apêndice B. Questionário para levantamento de conhecimentos prévios; e, Apêndice C. Avaliação dos conhecimentos apreendidos).

Segunda aula

Para a segunda aula os estudantes devem ser divididos em grupos. Cada grupo de trabalho receberá um tema de pesquisa, relacionado à construção de um modelo dos aparelhos cardiovascular e respiratório. Eles também deverão desenvolver um trabalho escrito, relacionada a essas estruturas, porém nesta pesquisa deverão discorrer sobre todos os grupos de vertebrados. Foi escolhido trabalhar em grupos, pois conforme nos aponta Carvalho (2018, p. 5), “O trabalho em grupo sobe de *status* no planejamento do trabalho em sala de aula passando de uma atividade optativa do professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos”.

Ao organizar os grupos, e ter a classe pronta, o professor pode lhes explicar os objetivos dos trabalhos que desenvolverão, e distribuir os temas de pesquisa. Os temas a serem distribuídos são: 1. “**Peixes**”, 2. “**Anfíbios**”, 3. “**Répteis**”, 4. “**Aves**” e 5. “**Mamíferos**”. Aqui, tomamos uma “licença pedagógica” para distribuir os temas dessa forma, apesar de termos ciência de que alguns desses grupos de animais são artificiais (peixes e répteis), e sua nomenclatura já está em desuso por grande parte da comunidade científica. Para exemplificar a necessidade de realizar essa estruturação em torno de grupos que já se sabem estar desatualizados, Hickman et al (2019, p. 518) no desenvolvimento de seus próprios estudos nos diz que:

Em nosso tratamento dos cordados, retivemos a classificação lineana tradicional [...] por causa das subáreas da zoologia estarem organizadas de acordo com esse esquema e porque a alternativa – uma completa revisão, seguindo os princípios cladistas – iria requerer uma extensa mudança e o abandono das organizações familiares.

Para além desse ponto de vista, os livros didáticos ainda trazem essa nomenclatura, e ainda do ponto de vista das estruturas respiratórias e cardiovasculares, essas divisões de grupos são suficientes para realizar uma boa investigação por parte dos estudantes. Mesmo assim, eles serão alertados durante seus estudos sobre o abandono dessa nomenclatura, em prol da nomenclatura atual.

É necessário que existam pelo menos 5 grupos de trabalho, sendo assim temas diferentes para a construção dos modelos serão distribuídos para cada um. A forma de distribuição dos temas pode ficar a critério do professor.

Para que cada grupo saiba o que é necessário produzir, criamos uma ficha explicativa para cada tema (conforme modelos constantes no Apêndice D), que pode ser impressa, e entregue a cada equipe. As fichas apresentam textos adaptados a partir do livro: **Princípios integrados de zoologia**, de Hickman et al (2019). Nelas, são apresentadas algumas informações básicas sobre o tema para o qual desenvolverão o modelo, e são feitas algumas perguntas, a fim de estimular os estudantes a realizarem o trabalho. Escolhemos esta forma de trabalho, baseados no que diz Carvalho (2018, p. 3) em seus estudos:

[...] o planejamento de uma sequência de ensino que tenha por objetivo levar o aluno a construir um dado conceito deve iniciar por atividades manipulativas. Nesses casos, a questão, ou o problema, precisa incluir um experimento, um jogo ou mesmo um texto.

Caso o professor tenha necessidade, pode criar um número maior, ou menor, de equipes de trabalho, e distribuir de maneira mais conveniente as fichas com os temas. O fato de cada equipe pesquisar sobre todos os grupos de vertebrados, e criar o seu modelo a partir de um único grupo daqueles que pesquisaram, visa permitir que os estudantes apresentem um conhecimento geral a partir da pesquisa, e um objeto de estudo mais detalhado de conhecimento mais aprofundado.

Aguiar (2015, p.57) nos fala, a respeito da importância dos modelos para a ciência, quando diz que:

Na produção do conhecimento, é objetivo das ciências buscarem o entendimento e explicações simples para os fenômenos que ocorrem no mundo real e, para tal, fazem uso de modelos como ferramentas importantes no desenvolvimento de suas atividades: o conhecimento científico é uma construção apoiada em modelos.

É importante que, além do livro didático, o professor tenha materiais próprios para disponibilizar para os estudantes, para que possam iniciar sua pesquisa. Caso contrário, a adoção do livro didático pode servir para iniciar o trabalho, e como forma de complementá-lo, os estudantes podem realizar suas pesquisas *online*, na sala de informática.

Quanto ao modelo que se solicita aos estudantes construir, é importante dar liberdade de escolhas e estimulá-los para que usem sua criatividade e materiais diversos. Piaget (1976) citado por Carvalho (2018, p.2) diz que “[...] propondo problemas, questões e/ou propiciando novas situações para que os alunos resolvam [...] é que terão condições de construir novos conhecimentos [...]”. Você pode sugerir, por exemplo, que utilizem massa de modelar, isopor, folhas de EVA, argila, massa de *biscuit*, ou mesmo até que utilizem somente materiais recicláveis.

Aguiar (2015, p.57) nos diz sobre os modelos que: “A construção de um modelo busca facilitar as diversas interações com alguma coisa que ele representa. [...] é possível simular o que acontece na realidade, fazendo inferências e previsões de propriedades a partir

de modelos”. Assim, a proposta é que os estudantes levem hipóteses durante a etapa de construção do modelo, registrem cada momento de sua atividade no caderno, e verifiquem posteriormente os resultados que alcançaram a fim de perceber se suas hipóteses se confirmaram.

Por se tratar de um projeto de complexidade maior, sugerimos que o professor trabalhe com a turma de forma diferenciada, dando-lhes prazos maiores para realizar algumas etapas do trabalho, e acompanhando o desenvolvimento da pesquisa e a construção do modelo em momentos pontuais na sala.

Sabemos que o ideal, para a maioria dos professores, seria acompanhar todos os momentos de construção do modelo, dos registros e do trabalho escrito, porém compreendemos que o tempo disponível para trabalhar os conteúdos curriculares é curto, e que existe uma cobrança por parte dos pais e da própria gestão das instituições escolares em torno desses conteúdos. Por isso, torna-se necessário permitir aos estudantes que realizem algumas etapas do trabalho como tarefa, em momentos extraclasse. Essa é uma ótima oportunidade para que os estudantes desenvolvam autonomia.

Devemos nos atentar para o cumprimento dos prazos estabelecidos, para que os estudantes apresentem responsabilidade, e realizem uma pesquisa de qualidade, bem como desenvolvam um bom modelo. Além disso, o professor também pode contribuir com mais ideias, conforme os estudantes vão apresentando seus resultados parciais durante as aulas.

Para finalizar, peça aos estudantes que leiam a respeito do tema que receberam, a partir do livro didático, e prepare-os para a atividade da próxima aula: início das montagens dos modelos, e pesquisas no laboratório de informática da escola, e/ou biblioteca. Um documento que pode auxiliar na visualização dos sistemas está disponível a partir do link do repositório da Universidade Federal de Brasília - UnB: [Anatomia comparativa de Vertebrados - Atlas fotográfico](#) (Volume 1 – Sistemas cardiovascular e respiratório). Outro link interessante é do Laboratório de Anatomia Comparativa de Vertebrados (LACV) no Youtube: <https://www.youtube.com/user/LacvUnb>.

Terceira aula

O professor pode encaminhar os estudantes até a sala de informática e/ou biblioteca, a fim de iniciarem sua pesquisa. Na sala de informática, o professor pode passar indicações de vídeos ou sites que contemplem cada conteúdo, bem como verificar o que os estudantes já desenvolveram.

Nesta aula, a partir das discussões feitas na aula anterior, e do início das pesquisas por parte dos estudantes, eles já têm a possibilidade de tentar produzir seus modelos. Se ainda não surgiram ideias de como produzir os modelos, os estudantes terão a oportunidade de estar pensando mais a respeito. Além disso, o Anexo A deste documento apresenta algumas imagens e esquemas ilustrativos adaptados de livros, que podem ser impressos e utilizados para inspirar os estudantes a terem algumas ideias.

O professor pode aproveitar esta etapa para realizar apontamentos para os ajustes necessários nos trabalhos que já foram iniciados, e algumas orientações para nortear aqueles que ainda precisam de ajuda para dar início aos trabalhos. O trabalho de pesquisa e a construção de modelos deve ser acompanhada de perto, para que os estudantes sintam segurança naquilo que estão produzindo, e possam tirar suas dúvidas. Nesse momento cabe apontar aos estudantes a importância dos aspectos ecológicos e evolutivos relativos aos sistemas cardiorrespiratórios, para que eles pesquisem sobre isso também.

Para que todos os estudantes sejam beneficiados pelas pesquisas produzidas, eles devem apresentar os resultados da pesquisa, bem como dos modelos produzidos, para os seus colegas. Aqui, sugerimos que você dê tempo para que os estudantes possam construir o modelo com calma, trabalhando no espaço extracurricular. Deixe os estudantes cientes da necessidade de apresentação dos trabalhos, e separe a próxima aula para averiguar como ficaram os modelos. Caso necessário, seria interessante deixar um prazo um pouco maior para a entrega do modelo pronto.

Quarta aula

Os estudantes devem estar com os modelos construídos e prontos. Assim, combine com eles para que tragam o material produzido para a escola, e análise com eles como ficou a produção. Esta aula servirá para tirar as dúvidas finais sobre o modelo, e sobre a apresentação. Também poderá ser aproveitado este tempo para avaliar como cada grupo se saiu até aqui, o que conseguiram compreender dos conteúdos estudados e o que ainda precisam aprimorar.

As duas aulas seguintes servirão para finalização do trabalho, entregando a parte escrita e apresentando os modelos produzidos, por meio de um seminário. De acordo com o tamanho da turma, a quantidade de grupos, e o número de estudantes, o professor pode separar uma só aula para esta etapa.

Quinta e Sexta aulas

Nestas aulas os estudantes apresentarão seus resultados para os colegas da classe. Neste momento, como forma de avaliar o que os estudantes produziram, pode se levar em consideração a estética do modelo, a explicação de como ele representa o objeto de estudos, se os estudantes compreenderam os aspectos que ele representa e aquilo que ele não consegue representar, entre outros fatores. Os apêndices F e G apresentam alguns critérios que podem ser utilizados como parâmetro para a avaliação do trabalho de pesquisa, e da apresentação do seminário.

Sétima aula

Para a última aula da sequência, como forma de averiguar se os objetivos foram alcançados, pode-se reaplicar o questionário da primeira aula. Neste momento, utilizamos a nomenclatura: Avaliação dos conhecimentos apreendidos (apêndice C); pois na realidade, teremos de fato, o que cada um dos estudantes conseguiu assimilar a partir de sua prática e de seus estudos. Sugerimos que este documento seja comparado ao documento inicial, tendo assim uma aproximação real do que foi apreendido. Dessa forma, cada estudante tem uma ficha de levantamento dos conhecimentos prévios e uma da avaliação dos conhecimentos apreendidos.

Materiais didáticos e recursos utilizados

- Materiais impressos:
 - Apêndice B. Levantamento de conhecimentos prévios. (1 para cada estudante).
 - Apêndice C. Avaliação dos conhecimentos apreendidos. (1 para cada estudante).
 - Apêndice D. Fichas dos temas de pesquisa. (1 para cada grupo)
 - Apêndice E. Esquemas ilustrativos. (1 para cada grupo)

- Apêndice F. Critérios de avaliação de trabalho de pesquisa (1 para cada grupo avaliado)
- Apêndice G. Critérios de avaliação de seminário (1 para cada grupo avaliado).
- Sala de recursos tecnológicos/informática;
- Biblioteca escolar;
- Materiais diversos: livros, folders, cartazes etc.

Formas de avaliação

A avaliação deve ser contínua e processual. É uma etapa crucial do ensino-aprendizagem, pois aponta a necessidade de melhorias no processo, sendo ferramenta útil tanto para os professores, quanto para os estudantes. Sugerimos que a avaliação seja feita por diversos meios, tais como:

1. Questionário de levantamentos prévios (Apêndice B) comparado ao Questionário da avaliação da aprendizagem (Apêndice C);
2. Pesquisa realizada e entregue (Apêndice E. Modelo de trabalho de pesquisa);
3. Modelo produzido e sua apresentação no seminário (Apêndice F. Critérios de avaliação trabalho de pesquisa e Apêndice G. Critérios de avaliação de seminário).
4. Participação ativa e interesse nas atividades em sala.

Fonte: os autores.

5 CONCLUSÃO

A biologia é uma disciplina bastante abrangente, possuindo diversas áreas de estudos. A maioria das pessoas, em geral, só tem contato com esta ciência ao longo do ensino médio. Apesar disso, sua abrangência é de extrema importância, visto que decisões diárias são tomadas com base no que conhecemos sobre esse assunto. Dentre as áreas desta ciência, temos a zoologia de vertebrados, um tema que desperta o interesse da maioria dos estudantes. Apesar disso, as aulas expositivas tradicionais acabam resultando em pouco aproveitamento dos estudos. Nos estudos de zoologia, algumas dificuldades são encontradas para a realização de experimentos práticos. O uso de animais, por exemplo, não é permitido por lei em estabelecimentos a nível de ensino fundamental e médio.

A comparação em zoologia de vertebrados permite uma análise a luz de outros campos da biologia, como a evolução e a ecologia, permitindo despertar ainda mais o interesse dos estudantes, e extrapolando as aulas tradicionais. Assim, buscamos artigos relacionados ao tema de zoologia comparada de vertebrados em duas revistas periódicas, com repositório *on-line*, e de abrangência nacional, a fim de verificar a existência de trabalhos com abordagem comparativa da zoologia dos vertebrados. Encontramos alguns trabalhos de zoologia, a maioria sobre invertebrados, mas nenhum que possuísse o caráter comparativo entre os grupos de vertebrados.

Visto que a grande maioria dos professores brasileiros se baseiam no livro didático como ferramenta de ensino, e que a forma como os livros abordam os conteúdos acaba influenciando na organização do ensino e das aulas, foi realizada a análise de alguns deles, a fim de conhecer a abordagem do tema. Com isso, analisamos cinco livros didáticos dentre as dez opções de livros didáticos das coleções aprovadas pelo PNLD 2018. Constatamos que existe um grande grau de uniformidade na abordagem dos conteúdos deste tema, nos referidos livros. Poucos deles apresentaram algum capítulo para falar sobre a comparação entre os animais vertebrados. Além disso, eles apresentam o tema de forma histórico linear, sequencial, colocando os grupos de vertebrados em capítulos separados. Mesmo quando abordam mais de um grupo por capítulo, fazem isso por meio de subseções.

A partir destes fatos, foi produzida uma sequência didática cujo intuito foi trazer uma abordagem comparativa que integrasse os aspectos evolutivos e ecológicos, aos estudos de zoologia dos vertebrados. Buscou-se também uma metodologia que tornasse o estudante mais

participativo durante as aulas, com o intuito de tornar a temática mais interessante e, de fazer do aluno o agente construtor de seu próprio conhecimento. Para isso, sugeriu-se a elaboração de um trabalho de pesquisa por parte dos alunos, além da construção de um modelo didático.

Para tornar a execução deste projeto mais simples, e priorizando as temáticas de evolução e ecologia, associadas a zoologia, pensou-se em delimitar o tema da construção dos modelos em torno dos sistemas cardiovasculares e respiratórios dos animais vertebrados. Estes sistemas foram escolhidos devido ao fato de estarem presentes em todos os grupos de animais vertebrados, e apresentarem características facilmente identificáveis.

Além disso, a sequência elaborada foi pensada como uma ferramenta à disposição dos professores interessados por essa abordagem. Ela traz consigo alguns dispositivos que podem ser utilizados, e inclusive adaptados para outros temas e trabalhos, tais como fichas de critérios de avaliação de trabalhos e seminários, fichas de levantamento de conhecimentos prévios, fichas de avaliação de conhecimentos apreendidos, e imagens e ilustrações dos sistemas cardiovasculares e respiratórios dos animais vertebrados. Esperamos, com isso, contribuir para um ensino-aprendizagem mais dinâmico, nas aulas sobre zoologia de vertebrados.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Lucia Cristina da Cunha. Modelos biológicos de porcelana fria. *In*: SANTORI, Ricardo Tadeu; SANTOS, Marcelo Guerra (Org.). **Ensino de Ciências e Biologia: Um manual para elaboração de coleções didáticas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015. Cap. 3. p. 56-76.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 2. 279 p.
- BRASIL. Secretária de Educação Básica. **PNLD 2018: biologia – guia de livros didáticos – Ensino Médio**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro--didatico/item/11148-guia-pnld-2018>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva. **As imagens no ensino de ciências: uma análise de esquemas**. IV ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, SP, 2003. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL074.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2019.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2018. Cap. 1. p. 1-20.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: Tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p.
- DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 10. ed. Campinas: Autores associados, 2015. 148 p.
- FIGUEIRÓ, João Paulo de Souza; ROTHE, Sirlei Rosemeri. **Modelos anatômicos como recurso didático em aulas práticas de ciências e biologia**. 2014. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- FUTUYAMA, Douglas J. **Biologia evolutiva**. 3. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2009. 631 p.
- HICKMAN, Cleveland P.; ROBERTS, Larry S.; KEEN, Susan L.; EISENHOUR, David J.; LARSON, Allan; I'ANSON, Helen. **Princípios integrados de zoologia**. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 937 p.
- HILDEBRAND, Milton; GOSLOW, George. **Análise da estrutura dos vertebrados**. 2. ed. São Paulo: Atheneu editora, 2006. 638 p.

HILL, Richard W.; WYSE, Gordon A.; ANDERSON, Margaret. **Fisiologia animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 920 p.

KARDONG, Kenneth V. **Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. 824 p.

KLUNK, Cristian Luan; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina. Biodiversidade: o quê, como e por quê?. In: FREITAS, Renato Hajenius Aché de et al (Org.). **Sporum: dispersando curiosidades biológicas**. Florianópolis: UFSC, 2017. Cap. 5. p. 31-37.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011. 200 p.

MARTINE, Gabriela; SANTOS, Eliane Gonçalves. Construção de um insetário: Utilizando a atividade prática como modalidade didática diferenciada nas aulas de ciências. **Revista de Ensino de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.2176-2183, out. 2014. Anual.

MEIRELLES, Elisa. **Como organizar sequências didáticas**. 2014. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>. Acesso em: 01 ago. 2018.

MOHR, Adriana. **Análise do conteúdo de “saúde” em livros didáticos**. Ciência & Educação, v. 6, n. 2, p. 89-106, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v6n2/02.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MOYES, Christopher D.; SCHULTE, Patricia M. **Princípios de Fisiologia animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 757 p.

NEVES, Maria Luiza Rodrigues da Costa; SOARES, Núbia Rodrigues. O jogo como estratégia pedagógica na construção de conceitos em ecologia no ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 7, p.2927-2938, out. 2014. Anual.

PANSERA, Eliane Maria. **Técnicas dinamizadoras e experimentais de anatomia e fisiologia animal no ensino médio**. 2008. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário La Salle, Canoas, 2008.

REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1442 p.

ROSA, Marcelo D'Aquino. **Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didáticos do ensino fundamental de Florianópolis**. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/132379>. Acesso em: 20 ago. 2018.

SADAVA, David et al. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 3 v.

SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Máira Batistoni e (Org.). A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, Anna Maria

Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências por investigação:** Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018. Cap. 8. p. 129-152.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. **O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

APÊNDICE A – Tabelas de Análises dos Livros Didáticos

LIVRO ANALISADO

SOBRENOME, Nome do Autor. **Título do Livro**. x. ed. Local da publicação: Editora XXX, 20XX (Ano de publicação).

1. ANATOMIA E FISIOLOGIA COMPARADA

Em relação aos conteúdos:	SIM	PARCIAL	NÃO
Capítulo exclusivo para a temática			
Conceituação ou definição da temática			
Há informações complementares sobre o assunto			

2. IMAGENS, QUADROS E TABELAS

Em relação às imagens:	SIM	PARCIAL	NÃO
Presença ilustrações que representem o conteúdo			
Estão adequadas ao texto e ao conteúdo			
Não apresentam possibilidades de interpretação equivocada			

3. ATIVIDADES, EXERCÍCIOS E PRÁTICAS PROPOSTOS

Atividades práticas e exercícios propostos:	SIM	PARCIAL	NÃO
Apresenta atividades práticas investigativas sobre o assunto			
As atividades são passíveis de execução pelo estudante			
Há sugestões de atividades e recursos complementares			

4. MANUAL DO PROFESSOR

Recursos:	SIM	PARCIAL	NÃO
Guia do professor			
Sugestões de sites, livros e vídeos			
Atividades complementares ao tema			

Comentários:

APÊNDICE D – Fichas de pesquisa

Data: ____ / ____ / ____
 Professor: _____

Foto. *Abudefduf saxatilis*



Trabalho de Biologia

Alunos:

FICHA 1. OS PEIXES

Fonte: **Sergant Major**. SANTOS, P. T. dos. Disponível em: <https://www.casadasciencias.org/imagem/5996>. Acesso em: 20 jan. 2019.

O que é um peixe? Geralmente, as pessoas pensam em peixes como animais que vivem na água. Mas esse não é um bom conceito, tem vários tipos diferentes de animais que podem viver na água: crocodilos, baleias, sapos e hipopótamos, por exemplo. Apesar de seu parentesco evolutivo, isso não faz deles uma espécie de peixe.

Apesar de estarmos considerando “peixes” como um grupo taxonômico, os biólogos não usam esse nome para designar um grupo de animais. Isto é, quando falamos **peixes** nos referimos a animais muito diferentes entre si, podendo ser classificados em vários grupos. Eles constituem um conjunto de vertebrados aquáticos distantemente aparentados, com nadadeiras, e que respiram majoritariamente por meio de brânquias. Nesse caso, para facilitar nossos estudos, consideraremos os peixes que fazem parte do grupo dos condrictes, e também os osteíctes.

Para conhecer melhor as características dos animais desses grupos, vamos realizar uma pesquisa, tentando responder as seguintes perguntas:

1. Se os animais precisam respirar, como se faz isso debaixo da água?
2. Além disso, como esses animais fazem para distribuir os gases da respiração por todo o seu corpo?

Ao final de sua pesquisa, produza um modelo que possa ser usado para explicar as respostas que você encontrou. Esse modelo, a ser construído por vocês, deve apresentar:

1. as estruturas respiratórias;
2. a estrutura cardiovascular.

Lembre-se: o modelo será usado para explicar essas estruturas (e seu funcionamento) para os seus colegas, ao final do trabalho de pesquisa. Capriche na montagem, e mostre aos colegas quais aspectos dessas estruturas o modelo representa (e o que ele não consegue representar também deve ser apontado, justificando esse fato).

Orientações ao professor:

Ao iniciar as pesquisas, os estudantes podem se deparar com uma situação inusitada: eles perceberão que alguns peixes respiram por brânquias e que existem aqueles que respiram

por pulmões primitivos. Nesse caso, eles podem ficar em dúvida sobre qual modelo representar. Cabe a você decidir qual seria o melhor modelo a ser adotado.

Se achar conveniente, divida o tema peixes para dois grupos, um para modelar a respiração branquial, e outro a respiração dos peixes pulmonados. Porém, não esqueça que os peixes pulmonados apresentam respiração branquial também. Um documento que pode auxiliar na visualização dos sistemas está disponível a partir do link do repositório da Universidade Federal de Brasília - UnB: [Anatomia comparativa de Vertebrados - Atlas fotográfico](#) (Volume 1 – Sistemas cardiovascular e respiratório).

Data: ____/____/____

Professor: _____

Trabalho de Biologia**Alunos:**

Foto. *Aplastodiscus leucopygius*

Fonte: Tanatose. DANHÃO, E. disponível em: <https://www.casadasciencias.org/imagem/9104>. Acesso em: 20 jan. 2019.

FICHA 2. OS ANFÍBIOS

Ao falarmos sobre anfíbios, logo vem em mente a imagem dos sapos. Esses animais fazem parte da ordem dos Anuros (ordem Anura). Apesar disso, esse grupo de animais tetrápodes, apresentam ainda outras duas ordens: Caudata (ou Urodela); e Apoda (ou Gymnophiona). Nelas encontramos, as salamandras e as cobras-cegas, respectivamente.

Nesse grupo de animais existe uma grande dependência de água. A maioria deles ainda se reproduz da mesma maneira que seus ancestrais: depositam seus ovos na água, e quando eles eclodem dão origem a larvas aquáticas que usam brânquias para respirar. Mas as brânquias não permanecem para sempre. Os anfíbios passam por uma metamorfose, na qual as brânquias se perdem, e eles passam a respirar por outros meios.

Poucas espécies de anfíbios são exceções a esse padrão geral, mas mesmo aqueles que não passam por metamorfose, ou que passam a sua vida inteira no solo sem produzir larvas aquáticas como descendentes, ainda tem algo em comum: a grande dependência de água para viver.

Agora, fica em aberto algumas questões, para que você realize uma pesquisa e encontre respostas:

1. Se os anfíbios não são peixes, por que eles precisam tanto assim de água para viver?
2. Ao perder as brânquias, como os anfíbios fazem para conseguir oxigênio? Será que a distribuição desse gás é feita da mesma forma que ocorre nos peixes?

Ao final de sua pesquisa, produza um modelo que possa ser usado para explicar as respostas que você encontrou. Esse modelo, a ser construído por vocês, deve apresentar, no mínimo:

1. As estruturas respiratórias;
2. A estrutura cardiovascular.

Lembre-se: o modelo será usado para explicar essas estruturas (e seu funcionamento) para os seus colegas, ao final do trabalho de pesquisa. Capriche na montagem, e mostre aos colegas quais aspectos dessas estruturas o modelo representa, e o que ele não consegue representar.

Orientações ao professor:

Ressalte aos estudantes que alguns anfíbios mantem as brânquias mesmo enquanto adultos, e que há outros ainda que não desenvolvem fase larval aquática. Assinale a eles que o importante durante as pesquisas e a modelagem é demonstrar as estruturas respiratórias pulmonares, e a respiração cutânea. Um vídeo do Laboratório de Anatomia Comparativa de Vertebrados da UnB, que pode auxiliar os estudantes está a disposição no link do youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=xGx0EXJOf2k>.

Data: ____ / ____ / ____

Professor: _____

Trabalho de Biologia**Alunos:**



Fonte: Lagarto endêmico da Austrália. LOPES, M. disponível em: <https://www.casadasciencias.org/imagem/9002> Acesso em: 20 jan. 2019.

FICHA 3. OS RÉPTEIS

Os répteis são animais incríveis. Seus ancestrais desenvolveram uma habilidade ímpar, durante o período histórico que iniciou sua evolução: encerrar uma “poça d’água” dentro de seus ovos usando uma casca resistente, que lhes permitiu abandonar de vez a necessidade constante de viver perto d’água, ou de ambientes extremamente úmidos. Mas, geralmente não é por isso que são lembrados. Na maioria das vezes, as pessoas lembram-se deles por conta de um dos seus grupos mais proeminentes: os dinossauros. Esses animais agora podiam vagar pelas terras sem se preocupar em buscar uma lagoa ou poça para pôr seus ovos, e rapidamente se espalharam nos mais diversos *habitats* terrestres.

Porém, aqui temos um caso semelhante ao que ocorre com o do grupo dos peixes: répteis é um nome usado por conveniência, pois esse grupo é tão diverso que engloba mais animais do que podemos imaginar. As aves, por exemplo, são descendentes de dinossauros e na verdade fazem parte desse grupo. Ainda assim, nós as estudaremos a parte, devido a certas características.

Para conhecer melhor as características dos animais desse grupo, vamos realizar uma pesquisa, tentando responder as seguintes perguntas:

1. Como um réptil respira, enquanto está se desenvolvendo dentro de um ovo com casca dura? E, depois que nasce, como ele consegue respirar em meio a um deserto seco, por exemplo? E o transporte desses gases, como se realiza?

Ao final de sua pesquisa, produza um modelo que possa ser usado para explicar as respostas que você encontrou. Esse modelo, a ser construído por vocês, deve apresentar:

1. as estruturas respiratórias dos répteis;
2. a estrutura cardiovascular dos répteis.

Lembre-se: o modelo será usado para explicar essas estruturas (e seu funcionamento) para os seus colegas, ao final do trabalho de pesquisa. Capriche na montagem, e além disso, mostre aos colegas quais aspectos dessas estruturas o modelo representa, e o que ele não consegue representar.

Orientações ao professor:

Indique aos seus alunos que apesar dos crocódilianos fazerem parte do que comumente chamamos de répteis, não os consideraremos para a pesquisa, pois seus sistemas respiratórios e cardiovasculares são bem diversos em relação aos demais reptilianos não aves.

Data: ____ / ____ / ____

Professor: _____

Trabalho de Biologia**Alunos:**

FICHA 4. AS AVESFoto. *Larus michahellis*

Fonte: Gaivotas-de-patas-amarelas. FELIX, F. disponível em: <https://www.casadasciencias.org/imagem/9024>. Acesso em: 20 jan. 2019.

Essas criaturas vêm fascinando a humanidade há muito tempo, seja pela beleza do colorido das suas penas, pelas suas melodias enquanto cantam, ou ainda pela excentricidade de alguns de seus exemplares. Mas a característica que nos faz diferenciar outro animal qualquer de uma ave são as penas. Se o animal apresenta penas, é uma ave (apesar de nem sempre ter sido assim). E, uma das coisas que muito nos fascina também, e que não poderíamos deixar de lado, é a sua habilidade de voar (apesar de nem todas fazerem isso).

Para alcançar e dominar os céus com suas asas, esses animais foram passando por diversas mudanças ao longo do tempo. Seu corpo precisa ser leve, seus ossos esponjosos permitem isso muito bem, pois mesmo rígidos, são cheios de cavidades; seu metabolismo é mais exigente, para conseguir se manter no ar, precisam de muita energia; sua digestão tem de ser eficiente, para conseguir retirar essa energia dos alimentos, e não manter a “barriga cheia” (devido ao aumento do peso corporal); o sistema circulatório tem alta pressão; entre outras mudanças importantes.

Sabendo de tudo isso, vamos realizar uma pesquisa, tentando responder as seguintes perguntas:

1. Como as aves fazem para respirar de forma eficiente, a ponto de conseguir toda a energia necessária para voar? Como funciona esse sistema circulatório de alta pressão?

Ao final de sua pesquisa, produza um modelo que possa ser usado para explicar as respostas que você encontrou. Esse modelo, a ser construído por vocês, deve apresentar:

1. as estruturas respiratórias das aves;
2. a estrutura cardiovascular das aves.

Lembre-se: o modelo será usado para explicar essas estruturas (e seu funcionamento) para os seus colegas, ao final do trabalho de pesquisa. Capriche na montagem, e além disso, mostre aos colegas quais aspectos dessas estruturas o modelo representa, e o que ele não consegue representar.

Orientações ao professor:

Explique aos estudantes que apesar de estarem modelando um sistema, baseado em um organismo, existem variações naturais nos sistemas dos diversos mamíferos. É importante não perder de foco a existência de diferenças entre os organismos, mesmo quando fazem parte de um mesmo grupo.

Além disso, também é interessante apontar que esse é o grupo de vertebrados mais diversos (depois dos peixes). Além disso, são amplamente distribuídas pelos mais diferentes *habitats* da terra.

Data: ____/____/____

Professor: _____

Trabalho de Biologia**Alunos:**

Foto. *Mus musculus*

Fonte: **Rato doméstico**. SANTOS, P. T. dos. disponível em: <https://www.casadasciencias.org/imagem/8467>. Acesso em: 20 jan. 2019.

FICHA 5. OS MAMÍFEROS

O nosso grupo, os mamíferos, tem uma ampla distribuição pelo mundo. Mamíferos apresentam grande diversidade de tamanhos, formas e funções em relação ao corpo, desde alguns animais de 2 gramas de peso, até outros de 170 toneladas. Uma das primeiras características que surgiram, e nos distinguem dos demais grupos animais, são os pelos. A maioria dos mamíferos têm pelos. Eles apresentam diversos usos, dadas suas adaptações ao longo do tempo: podem servir para camuflagem; para sinalizar comportamentos; para ter um isolamento da água; para sentir vibrações; como espinhos de defesa, entre outros. Talvez a função mais primordial desses pelos seja a de isolante térmico, e com isso, os mamíferos podem manter sua temperatura corporal e dominar os mais diferentes *habitats*, aquáticos e terrestres.

Existem outras características que os mamíferos compartilham, como o fato de ter glândulas mamárias para alimentar os seus filhotes, o que dá o nome ao nosso grupo. Tem também um conjunto de ossos na orelha média, que permitem a transmissão de sons para a orelha interna, um diafragma para ventilação eficiente dos pulmões, entre outras características.

Para entender um pouco mais sobre esse grupo tão diversificado, vamos realizar uma pesquisa, tentando responder as seguintes perguntas:

1. Sabendo que existem mamíferos terrestres e aquáticos, como esses animais respiram? Além disso, como animais tão pequenos com 2 gramas, e outros tão grandes com 170 toneladas, fazem para distribuir os gases da respiração por todo o seu corpo?

Ao final de sua pesquisa, produza um modelo que possa ser usado para explicar as respostas que você encontrou. Esse modelo, a ser construído por vocês, deve apresentar:

1. as estruturas respiratórias dos mamíferos;
2. a estrutura cardiovascular dos mamíferos.

Lembre-se: o modelo será usado para explicar essas estruturas (e seu funcionamento) para os seus colegas, ao final do trabalho de pesquisa. Capriche na montagem, além disso, mostre aos colegas quais aspectos dessas estruturas o modelo representa, e o que ele não consegue representar.

Orientações ao professor:

Explique aos estudantes que apesar de estarem modelando um sistema, baseado em um organismo, existem variações naturais nos sistemas dos diversos mamíferos. É importante não perder de foco a existência de diferenças entre os organismos, mesmo quando fazem parte de um mesmo grupo.

APÊNDICE E – Modelo de trabalho de pesquisa

TÍTULO DO TRABALHO (EM MAIÚSCULAS)

**SOBRENOME, Nome do estudante; SOBRENOME, Nome do estudante;
SOBRENOME, Nome do professor.**

INSTRUÇÕES 1. O título do trabalho deve refletir o conteúdo do trabalho e não deve conter abreviações, fórmulas ou símbolos. Deve ser centralizado e digitado em fonte *Times New Roman tamanho 14*, em negrito.

Os nomes dos estudantes e do professor devem ser centralizados, deixando-se um espaço livre antes do título **INTRODUÇÃO**, a fonte deve ser *Times New Roman tamanho 12*, em negrito.

INTRODUÇÃO

INSTRUÇÕES 2. A Introdução do trabalho deve conter a justificativa para a realização do mesmo, situando a importância do problema/pesquisa a ser solucionado/realizada, curiosidade investigada ou dúvidas a serem testadas em busca de comprovação. A informação contida na Introdução deve ser suficiente para o estabelecimento da justificativa/problemática/objetivo do trabalho. Também pode-se registrar as hipóteses (caso existam) e no último parágrafo da Introdução, os autores devem apresentar o objetivo do estudo.

METODOLOGIA

INSTRUÇÕES 3. Nesta parte do trabalho deve-se apresentar a descrição das condições de desenvolvimento do trabalho e quais métodos foram utilizados, de tal forma que haja informação suficiente e detalhada para que o trabalho seja compreendido ou até mesmo repetido por outros.

Metodologia é a seção que será uma descrição detalhada dos materiais utilizados e a forma como foram empregados. Apresentação dos procedimentos técnicos, do material, dos métodos utilizados para a análise dos dados. Procura responder perguntas: o que foi utilizado?

Onde? Quando? Como? Quais foram os procedimentos de análise dos dados? (compara-se ao modo de preparo de uma receita).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

INSTRUÇÕES 4. Em relação aos Resultados e Discussão, deve-se apresentar uma discussão detalhada dos dados obtidos na fase experimental e de levantamento de dados. Explicitar os dados coletados e analisá-los. Os autores devem apresentar os resultados da pesquisa e discuti-los no sentido de relacionar as variáveis analisadas com os objetivos do estudo.

Para a apresentação dos resultados geralmente são utilizados tabelas ou figuras/ilustração (desenhos, esquemas, fluxogramas, fotografias, gráficos, mapas, organogramas, plantas, quadros, retratos e outras figuras). As tabelas ou ilustrações devem ser inseridas centralizadas ao corpo do texto, conforme vão sendo comentadas, sendo sua legenda autoexplicativa, sem necessidade de recorrer ao texto para sua compreensão (deve responder O que, onde e quando?). A legenda deve: estar localizada acima da mesma; centralizada, numeradas sequencialmente (Figura 1, Figura 2, ...) e uma abaixo da outra; ser escrita em fonte *Times New Roman*, negrito, tamanho 10 e com espaçamento simples entre linhas. Já sua fonte deve ser informada na parte inferior; centralizada; ser escrita em fonte *Times New Roman*, negrito, tamanho 10 e com espaçamento simples entre linhas.

No decorrer da discussão pode-se utilizar de aporte teórico para melhor analisar os dados coletados. As citações de autores, no texto, devem ser em caixa alta apenas quando estiver entre parênteses. Em azul, seguem alguns exemplos de citação.

Exemplo 1

Segundo Hamson e Lynch (1998), a atividade investigativa destaca a essência do projeto. Essência esta que consiste na arte de proporcionar ao estudante pesquisador a oportunidade de desenvolver pesquisa sobre algum tema que é de seu interesse.

Exemplo 2

A pesquisa em sala de aula precisa do envolvimento ativo e reflexivo permanente de seus participantes. A partir do questionamento é fundamental pôr em movimento todo um conjunto de ações, de construção de argumentos que possibilitem superar o estado atual e atingir novos patamares do ser, do fazer e do conhecer (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012, p. 15).

Exemplo 3

Oliveira, Piehowiak e Zandavalli (2015, p. 39) destacam que o envolvimento de diferentes instituições na organização favorece o bom andamento da feira, comprometendo-se com a organização do evento e constituindo a mesma.

Exemplo 4

Enfim, aqui está a relevância socioeducativa que a Rede de Feiras de Matemática tem levado à sociedade ao longo de suas edições (ZERMIANI; SCHROEDER; SABEL, 2012).

Mais de um artigo dos mesmos autores, no mesmo ano, devem ser discriminados com letras minúsculas: Haag *et al.* (1992).

CONCLUSÕES

INSTRUÇÕES 5. Nesta etapa os autores buscam responder à questão elaborada para a pesquisa, confirmando ou não a hipótese do trabalho, caso existam e estando de acordo com os objetivos estabelecidos. Os autores devem ficar atentos para que as Conclusões não sejam um resumo dos principais resultados.

REFERÊNCIAS

INSTRUÇÕES 6. Referência é o conjunto padronizado de elementos descritivos, retirados de um documento, que permite a sua identificação individual. As referências devem ser escritas em fonte *Times New Roman*, tamanho 12 e com espaçamento simples entrelinhas. Deve-se deixar um espaço simples em branco entre elas. Devem ser elaboradas levando em consideração a NBR 6032/2002 da ABNT. Trata-se de uma lista ordenada dos documentos efetivamente citados no texto, devem estar em ordem alfabética de autores e, dentro desta, em ordem cronológica de trabalhos; havendo dois ou mais autores, separá-los por ponto e vírgula; quando existir mais de três autores, usar o primeiro seguido da expressão *et al.*; os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso; incluir apenas os trabalhos citados no texto, em tabelas e/ou em figuras, de acordo com os seguintes eventos:

a. Periódicos

CAMARGO, C.E.O. et al. Comportamento agrônômico de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, n. 2, p.35-44, set. 2001.

b) Livros e capítulos de livros

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3ed. São Paulo: Contexto, 2006.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, Roque; LIMA, Valdeir M. do R. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

HAMSON, M. J.; LYNCH, M.A.M. Student perceptions of large Systems Modelling Projects. In: GALBRAITH, P. et al. **Mathematical Modelling: Teaching and Assessment in a Technology – Rich World**. England: Horwood Series in Mathematics & Applications, 1998. p. 55-62.

i. Dissertações e Teses

OLIVEIRA, H. de. **Estudo da matéria orgânica e do zinco em solos sob plantas cítricas sadias e apresentando sintomas de declínio**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

ii. Página na Internet

MELLO, Luiz Antonio. **A Onda Maldita: como nasceu a Fluminense FM**. Niterói: Arte&Ofício, 1992. Disponível em: <<http://yahoo.com.br/curiosidades>>. Acesso em: 13 out. 2007.

e) CD-ROM

STRESSER, C. F.; GADOTTI, A. C.; SCHELLER, M. Curva de Crescimento de frangos de corte e suínos. In: XIII FETEC, 2012, Rio do Sul. **Anais da XIII FETEC**, 2012. CD-ROM.

APÊNDICE F – Fichas de avaliação de trabalho de pesquisa

AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE PESQUISA

Nome do(a) Aluno(s)(a/as):		Turma:
Tema do trabalho		
Aspectos a considerar	Valor	Nota
I - Identificação do problema (Definição clara do problema pesquisado)	2,0¹	
II - Fontes de informação (Qualidade e variedade dos dados/evidências e fontes citadas)	2,0¹	
III - Análise do problema (A equipe aprofundou seus conhecimentos e apontou soluções)	2,0¹	
IV - Escrita dentro das normas ortográficas e gramaticais (compreensível ao leitor).	2,0¹	
V - Coerência da pesquisa com o tema (fuga do tema)	1,0²	
VI - Uso de imagens, figuras, tabelas, entre outros. (com contribuições relevantes ao trabalho)	1,0²	
NOTA FINAL (somatório de todas as notas atribuídas a cada critério).	10,0	

(I, II, III e IV)¹ 0 - Insuficiente; 0,5 – Quase insuficiente; 1 - Regular; 1,5 - Bom; 2 - Ótimo.
(V e VI)² 0 - Não; 0,5 - Regular; 1 - Sim.

APÊNDICE G – Fichas de avaliação de seminário

AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO

Nome do(a) Aluno(s)(a/as):		Turma:
Tema do trabalho		
Aspectos a considerar	Valor	Nota
I – Eficácia da apresentação (transmissão da mensagem)	2,0¹	
II – Criatividade (Imaginação usada para desenvolver e fazer a apresentação)	2,0¹	
III - Organização e planejamento da apresentação	2,0¹	
IV - Recursos didáticos (imagens, textos, etc, foram usados de maneira correta)	2,0¹	
V - Uso do tempo de forma adequada (15 a 20 minutos)	1,0²	
VI - Postura (gestos, movimentação, olhar, voz)	1,0²	
NOTA FINAL (somatório de todas as notas atribuídas a cada critério).	10,0	

**(I, II, III e IV) ¹ 0 - Insuficiente; 0,5 - Quase insuficiente; 1 - Regular; 1,5 - Bom; 2 - Ótimo.
(V e VI) ² 0 - Não; 0,5 - Regular; 1 - Sim.**

ANEXO A – Imagens e Esquemas ilustrativos

Figura 1. Fluxo unidirecional e bidirecional

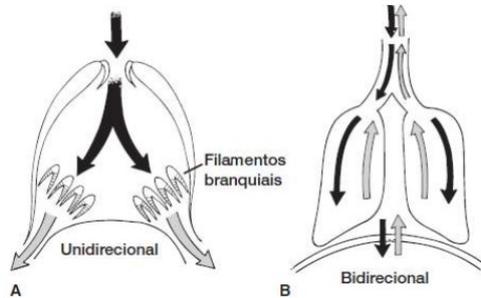
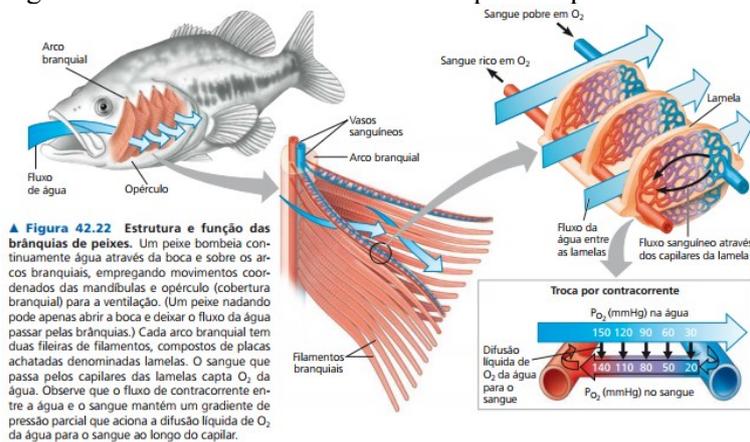


Figura 11.3 Fluxo unidirecional e bidirecional. A. Nos peixes e em muitos anfíbios, o movimento de água é unidirecional, visto que a água flui pela boca, através dos filamentos branquiais e para fora da câmara branquial lateral. B. Em muitos vertebrados com respiração aérea, o ar flui para dentro do órgão respiratório e, em seguida, inverte a sua direção para sair pela mesma via, criando um fluxo bidirecional.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 489.

Figura 2. Fluxo contracorrente em brânquias de peixe



▲ Figura 42.22 Estrutura e função das brânquias de peixes. Um peixe bombeia continuamente água através da boca e sobre os arcos branquiais, empregando movimentos coordenados das mandíbulas e operculo (cobertura branquial) para a ventilação. (Um peixe nadando pode apenas abrir a boca e deixar o fluxo da água passar pelas brânquias.) Cada arco branquial tem duas fileiras de filamentos, compostos de placas achatadas denominadas lamelas. O sangue que passa pelos capilares das lamelas capta O_2 da água. Observe que o fluxo de contracorrente entre a água e o sangue mantém um gradiente de pressão parcial que aciona a difusão líquida de O_2 da água para o sangue ao longo do capilar.

Fonte: Adaptado de: REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 935.

Figura 3. Respiração cutânea

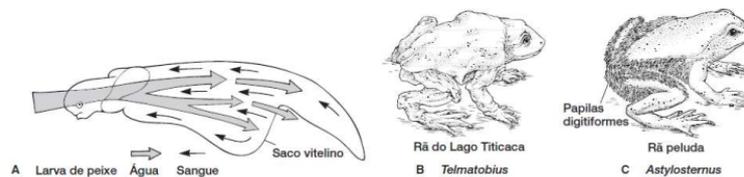


Figura 11.7 Adaptações para respiração cutânea. Muitos vertebrados exibem especializações complexas ou elaboradas que aumentam a eficiência da troca gasosa através da pele. A. Enquanto ainda pequena, essa larva do peixe *Monopterus albus* ocupa a fina camada de água adjacente à superfície, onde os níveis de oxigênio são relativamente altos. Suas nadadeiras peitorais batem, forçando a água a fluir pela sua superfície corporal. O sangue que circula através da pele flui na direção oposta da água, estabelecendo uma troca por contracorrente entre o sangue e a água. B. Na rã do Lago Titicaca, *Telmatobius culeus*, pregas de pele frouxa, proeminentes no dorso e nos membros, proporcionam uma extensa área de superfície para respiração cutânea. C. No macho da rã *Astylosternus robustus*, numerosas papilas aparecem durante a estação de acasalamento, formando um órgão respiratório complementar pregueado nas laterais e nos membros posteriores.

A, de Liem; B, C, de Feder e Burggren.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 494.

Figura 4. Respiração pulmonar em anfíbios.

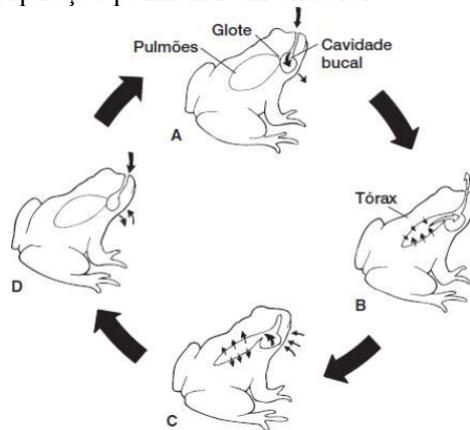


Figura 11.25 Ventilação pulmonar na rã. A. A garganta da rã se abaixa para reabastecer o ar na cavidade bucal. B. Com a abertura da glote, o tórax é comprimido, forçando o ar consumido dos pulmões a passar por aquele mantido na cavidade bucal e expelindo-o (*setas vazadas*). C. A elevação da garganta e o fechamento das narinas forçam o ar fresco da cavidade bucal para dentro dos pulmões. D. O bombeamento repetido da garganta (*múltiplas setas*) limpa a cavidade bucal.

Modificada de Gans, De Jongh e Faber.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 509.

Figura 5. Respiração pulmonar em lagartos

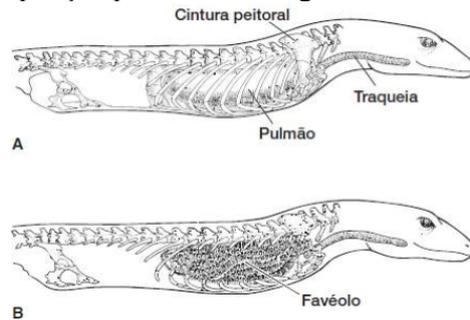


Figura 11.26 Ventilação pulmonar em um lagarto. A. Os pulmões estão localizados no tórax, circundados pelas costelas e conectados com a traquéia. A compressão e a expansão da caixa torácica forçam o ar para dentro e para fora dos pulmões. B. Vista em corte do revestimento interno dos pulmões, mostrando numerosos favéolos que, em seu conjunto, conferem ao revestimento uma aparência de favo de mel. Os favéolos internos dos pulmões aumentam a área de superfície respiratória e atuam na troca gasosa com os capilares que revestem suas paredes.

De Duncker.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 510.

Figura 6. Respiração pulmonar em cobras

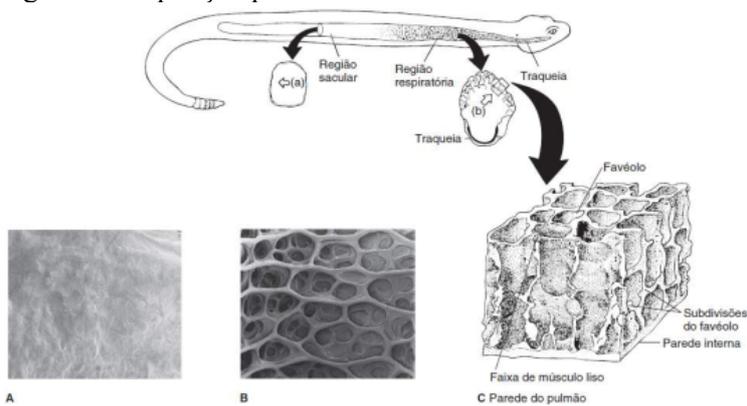


Figura 11.27 Pulmão de cobra, cascavel. À semelhança do corpo da cobra, o único pulmão da cascavel é longo e fino. O ar percorre a longa traqueia até alcançar o pulmão. A maioria das cobras tem dois pulmões de tamanho desigual; todavia, em muitas cobras venenosas, o pulmão esquerdo é perdido. A traqueia da cascavel se torna uma abertura através da qual se une ao pulmão. A parte anterior do pulmão é altamente vascularizada e atua na troca respiratória. A parte posterior é, basicamente, uma região sacular avascular. As costelas ao longo das partes laterais do corpo se comprimem e se expandem para esvaziar ou encher os pulmões. Quando a cobra engole uma presa, o ápice da traqueia é empurrado à frente dela, de modo que a respiração possa continuar. À medida que a presa se move ao longo do esôfago, que é paralelo à traqueia, as costelas anteriores se expandem para possibilitar sua passagem. Nesse momento, não podem comprimir nem expandir a parte anterior do pulmão. Por conseguinte, as costelas posteriores atuam na região sacular do pulmão, funcionando como um fole para movimentar o ar pelas superfícies respiratórias. Cortes transversais representativos das regiões sacular e respiratória estão ilustrados na parte superior das figuras. As vistas mostradas nas fotos (A) e (B) estão indicadas no corte transversal do pulmão da cobra, acima. A. Vista luminal da superfície da região sacular. B. Vista luminal da região respiratória, mostrando os favéolos. A entrada de cada favéolo é definida por uma rede de músculos lisos em formato de favo de mel. C. Corte da parede da região respiratória, mostrando as subdivisões adicionais dentro dos favéolos.

De Luchtel e Kardong.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 512.

Figura 7. Respiração pulmonar em aves

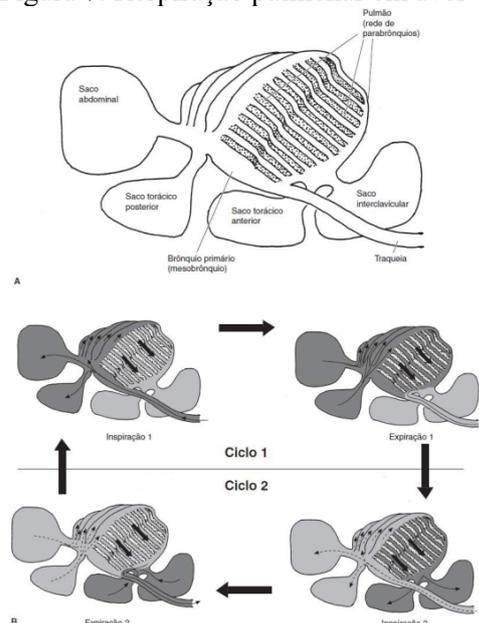
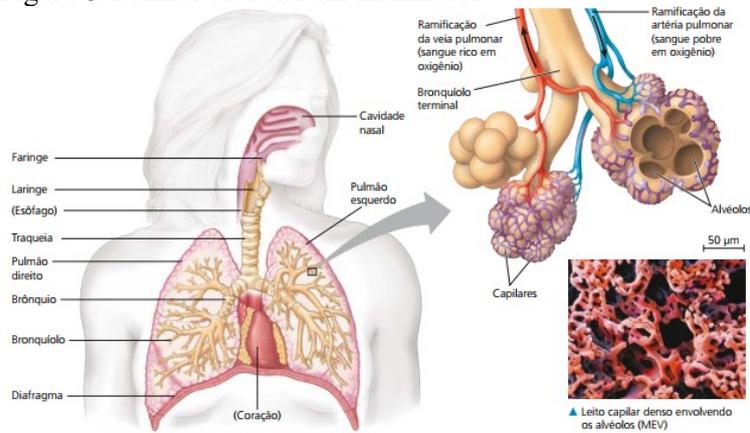


Figura 11.37 Representação esquemática da hipótese de ventilação pulmonar nas aves. A. O sistema respiratório das aves inclui sacos aéreos anteriores (interclavicular e torácico anterior) e posteriores (torácico posterior e abdominal), que se conectam com a rede de parabronquios e, portanto, com o tecido respiratório. B. Padrões de fluxo de ar durante a respiração. O movimento de uma inalação de ar para dentro, através do corpo e para fora exige dois ciclos de inspiração/expiração. Durante a primeira inspiração (1), a inalação de ar (seta cinza) entra e o ar é dividido: uma parte preenche os sacos aéreos posteriores, e o restante passa para a rede de parabronquios. Na expiração (1), o ar fresco dos sacos aéreos posteriores passa para os pulmões, empurrando o ar consumido para fora. No segundo ciclo (seta rosa) de inspiração (2), o ar entra e é dividido: uma parte reabastece os sacos aéreos posteriores, e o restante passa para a rede de parabronquios, empurrando o restante do ar da primeira respiração para dentro dos sacos aéreos anteriores. Durante a expiração (2), o ar consumido é empurrado para fora dos pulmões e sai com o ar dos sacos aéreos anteriores.

Com base em Schmidt e Pappas, 1988.

Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 519.

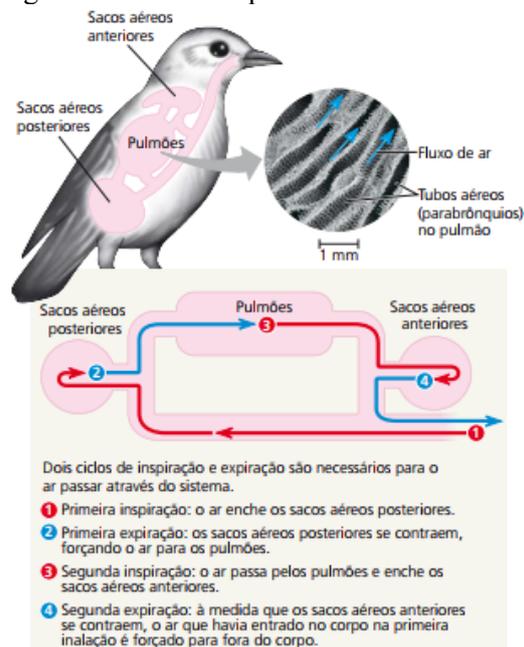
Figura 8. Pulmão alveolar em mamíferos



▲ **Figura 42.24 Sistema respiratório dos mamíferos.** Da cavidade nasal e faringe, o ar inspirado passa através da laringe, traqueia, brônquios até os bronquíolos, que terminam em alvéolos microscópicos revestidos por um epitélio fino e úmido. As ramificações das artérias pulmonares transportam sangue pobre em oxigênio para os alvéolos; as ramificações das veias pulmonares transportam sangue rico em oxigênio dos alvéolos de volta ao coração.

Fonte: Adaptado de: REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 937.

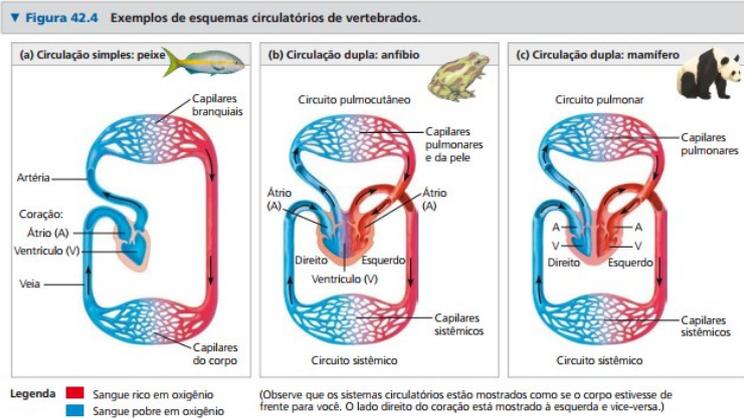
Figura 9. Sistema respiratório de aves



▲ **Figura 42.26 Sistema respiratório de aves.** Este diagrama acompanha a passagem do ar pelo sistema respiratório de uma ave. Conforme mostrado, dois ciclos de inspiração e expiração são necessários para o ar percorrer todo o sistema e sair da ave.

Fonte: Adaptado de: REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 939.

Figura 10. Sistemas cardiovasculares



Fonte: Adaptado de: REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 919.

Figura 11. Circulação simples e circulação dupla

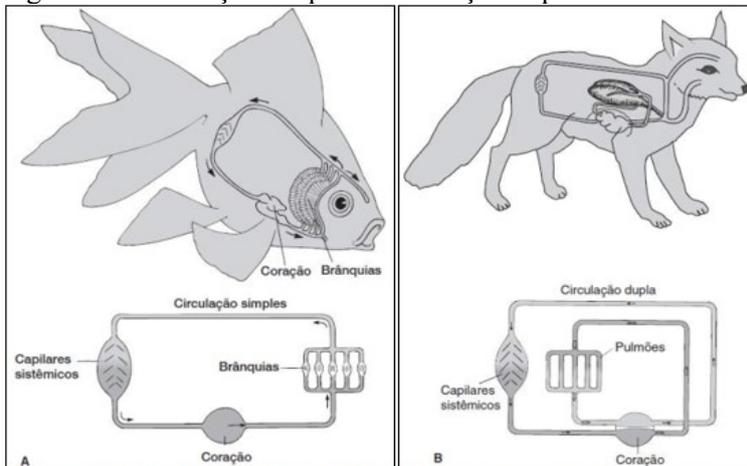
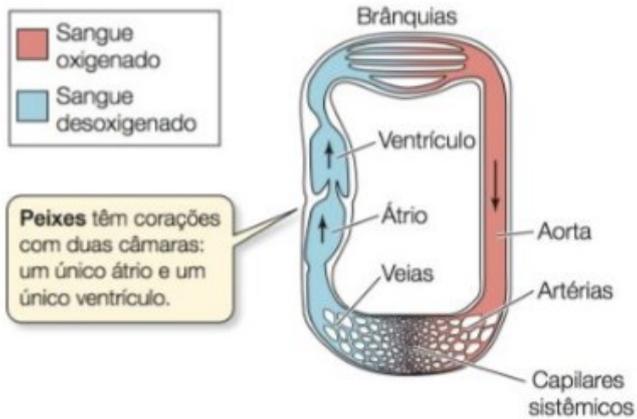


Figura 12.6 Circulações simples e dupla. **A.** A circulação simples dos peixes inclui o coração, as brânquias e os capilares sistêmicos em série entre si (as setas indicam o trajeto do fluxo sanguíneo). **B.** A circulação dupla da maioria dos amniotas inclui o coração, os pulmões e os capilares sistêmicos. O sangue passa duas vezes pelo coração antes de completar um ciclo. Isso posiciona os pulmões e os tecidos sistêmicos em circuitos separados, porém paralelos entre si.

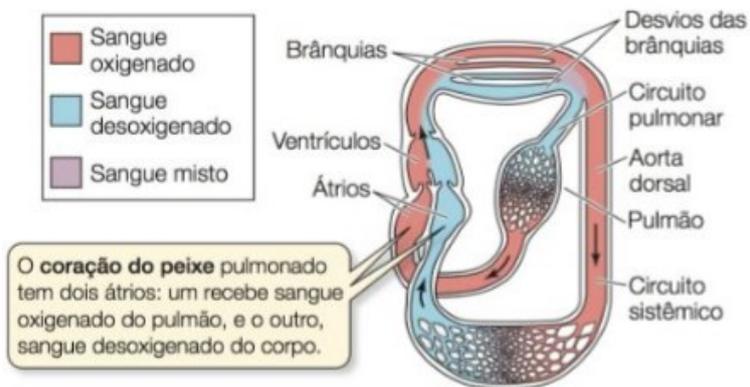
Fonte: Adaptado de: KARDONG, Kenneth V. **Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 537.

Figura 12. Circulação sanguínea em peixes



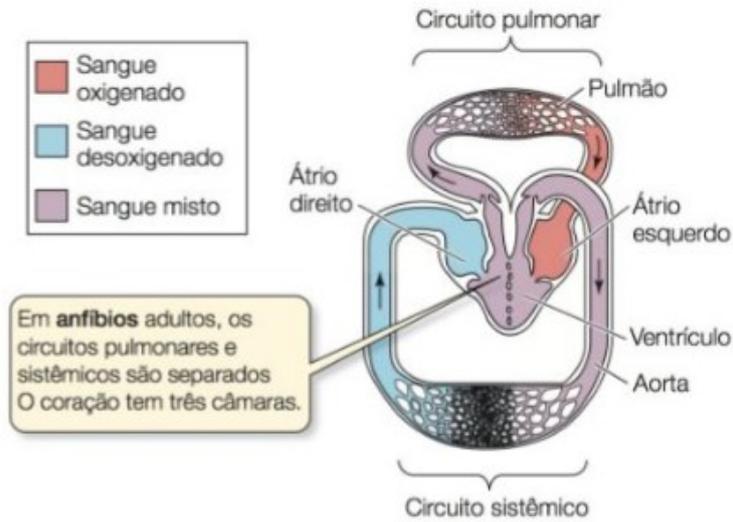
Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.183. v. 3.

Figura 13. Circulação sanguínea em peixes pulmonados



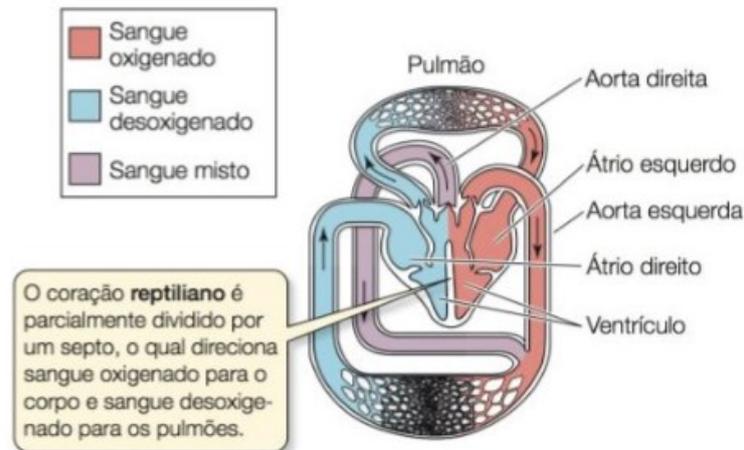
Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.184. v. 3.

Figura 14. Circulação sanguínea em anfíbios



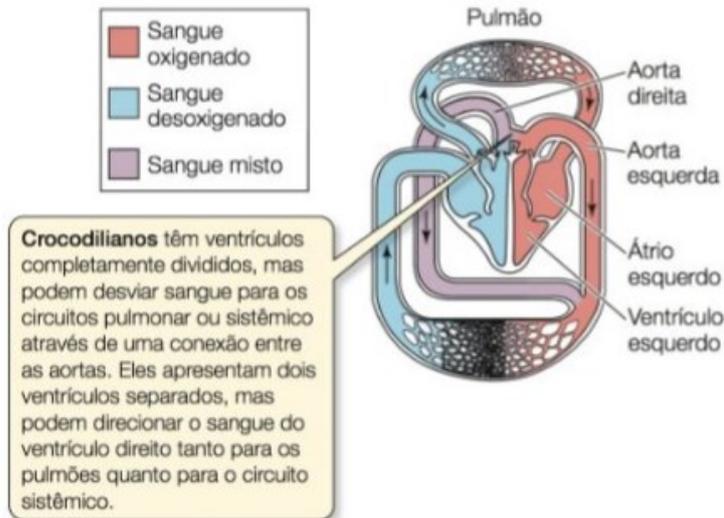
Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.184. v. 3.

Figura 15. Circulação sanguínea em répteis não crocodilianos



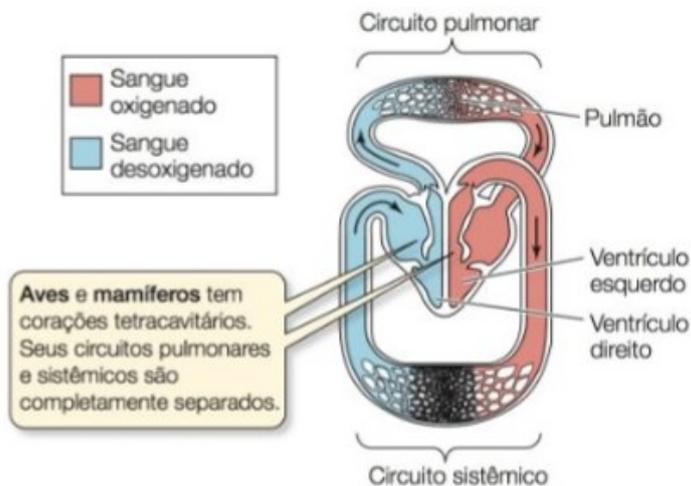
Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.184. v. 3.

Figura 16. Circulação sanguínea em répteis crocodilianos



Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.185. v. 3.

Figura 17. Circulação sanguínea em aves e mamíferos



Fonte: Adaptado de: SADAVA, David; HELLER, H. Craig; ORIAN, Gordon H.; PURVES, William K.; HILLIS, David M. **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 1.185. v. 3.