

Tiago de Souza Mendonça

**DISSECÇÃO DE ORIGAMIS E ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA
COMO ALTERNATIVA PARA AULAS DE ZOOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO**

Brasília, outubro de 2020.

Tiago de Souza Mendonça

**DISSECÇÃO DE ORIGAMIS E ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA
COMO ALTERNATIVA PARA AULAS DE ZOOLOGIA NO
ENSINO MÉDIO**

Projeto de Mestrado submetido ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Macroprojeto 7 – Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos A. S. Silva Ferraz.

Brasília.

Outubro 2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

ST551d Souza Mendonça, Tiago
Dissecção de origamis e Ilustração científica como
alternativa para aulas de zoologia no ensino médio. / Tiago
Souza Mendonça; orientador Marcos A. S. Silva Ferraz. --
Brasília, 2020.
123 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Ensino-aprendizagem. 2. Zoologia. 3. Ilustração
Científica. 4. Dissecção. 5. Origami. I. A. S. Silva Ferraz,
Marcos, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

TIAGO DE SOUZA MENDONÇA

DISSECÇÃO DE ORIGAMIS E ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA COMO ALTERNATIVA PARA AULA DE ZOOLOGIA PARA AULAS DE ZOOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Mestrado
submetido ao corpo docente do Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
em Rede Nacional da Universidade de
Brasília e aprovado em 25 de outubro de 2020.



Prof. Dr. Marcos A. S. Ferraz / Universidade de Brasília

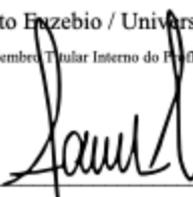
Orientador e Membro Titular Interno do ProfBio

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Umberto Enzebio / Universidade de Brasília

Membro Titular Interno do ProfBio



Prof. Dr. David Fernando Nogueira da Silva

Membro Externo

Para meu pai que não poupou nenhum
esforço até meu ingresso à universidade
e minha mãe por ter estudado ciências por
seguidas tardes comigo.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Biologia - IB

Mestrando: Tiago de Souza Mendonça

Título do TCM: Dissecção de Origamis e Ilustração científica como alternativa para aulas de Zoologia no Ensino Médio.

Data da defesa: 29/10/2020

O PROFBIO – Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional – abriu uma grande janela de oportunidade para professores de Biologia se atualizarem e retomarem à academia como estudante e pesquisador. Para isso, foram ministradas uma série de aulas ao longo de três semestres que abordaram conteúdos fundamentais para a construção do conhecimento científico ao ensino da Biologia para Ensino Médio.

Todas as atividades do programa buscaram abordar o ensino investigativo como premissa básica para o aprendizado mais significativo, instruindo estudantes a buscarem respostas por meio de atividades criadas e mediadas pelo professor. Norteadas por esse método de ensino, as aulas práticas se tornaram cada vez mais frequentes e, conseqüentemente, ocorreu uma diminuição das aulas expositivas com mera transmissão de conteúdo. Uma dessas aulas com práticas investigativas idealizou esse projeto de mestrado que foi aprimorado com ilustração científica e produção de origamis como exemplares para dissecção nas aulas de Zoologia de Vertebrados.

Escrever o projeto, obter autorização do conselho de ética, aplicar e coletar dados foram etapas muito desafiadoras, no entanto não foram tão difíceis quanto às adequações necessárias decorrentes do período de enfrentamento da pandemia no decorrer do ano de 2020. Essa situação mudou o contexto pedagógico em todas as esferas educacionais e levou, inclusive, algumas adaptações no produto desse trabalho e na prática docente dos profissionais da educação para melhor se adaptar à situação enfrentada. No entanto, essa situação demonstrou, na prática, a importância da plasticidade cerebral e profissional para se adaptar às situações mais diversas enfrentadas no processo de ensino e também quanto à flexibilização de nossos ideais iniciais. Ou seja, os professores passaram por um período sabático compulsório em que deixaram de ensinar por um tempo e passaram a estudar diferentes formas de ensinar e aprender, colocando-se assim no lugar do estudante.

Por fim, uma vez próximo da conclusão dessa etapa, percebo que o papel do professor não é apenas ensinar, mas ser parceiro no aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Sou uma pessoa muito privilegiada por trabalhar com uma profissão tão generosa e engrandecedora. Ser professor deixou de ser apenas um trabalho e já faz parte da minha personalidade e influencia muitos sonhos que almejo. No entanto, absolutamente, nada disso teria acontecido sem a ajuda e apoio de tantas pessoas e acontecimentos que a vida me presenteou.

Agradeço profundamente a Deus e meus pais, Ari e Aparecida, por tudo que fizeram e farão por mim sem hesitar. Pela educação, pela insistência e balizas impostas que ajudaram a freiar minhas impulsividades, permitindo assim focar em outras áreas que busquei e vocês viram algum potencial.

Muito obrigado Ugo, pelo exemplo de determinação diante às dificuldades descobertas ao longo de sua vida, algo que te tornou uma pessoa tão amável ao longo do tempo. Diogo, por ser uma referência diante às diversas situações que compartilhamos e que, pelo seu exemplo, moldou meu caráter.

Todo meu amor e carinho à Sara, por seu apoio incondicional na alegria, na saúde ou nos opostos, hoje e sempre. Muito obrigado Vânia por seu carinho e cuidado. Ricardo pelo seu exemplo acadêmico e referência de como podemos chegar longe, sem pressa.

Ao Prof. Dr. Marcos A. S. Silva Ferraz por sua paciência e seu olhar artístico para vida e tudo que a compõe. Muito obrigado por sua ajuda, por acreditar no potencial do projeto e por dar a autonomia necessária para a formação e sensibilização científica que me faltava.

A todos colegas de curso, em especial André, Ney, Henrique, Jonathas, Kelly, Virgínia e Suzy pelo apoio, risadas, almoços, conversas e por toda ajuda que me deram para conciliar trabalho e pesquisa.

Muito obrigado Mônica Menezes pela inspiração na oficina mais agradável e elucidativa que já fiz em 20 anos de profissão. Obrigado Andréa por nossas conversas que tanto me ajudaram a entrar nos trilhos e iniciar o mestrado.

Aos professores do programa que, por meio de suas disciplinas, contribuíram significativamente para o desenvolvimento desse trabalho. Minha admiração pelos professores Christiano Gati, Umberto Euzébio e Cynthia Kyaw pelo carinho e olhar holístico sobre educação e profissão de professor-pesquisador. Pela revisão, orientações e olhar cuidadoso da Lúcia Helena S. Silva, Ildinete S. Pereira, Élide Campos e Paulo César Motta (Tri) no projeto e TCM. Para os amigos Queijo, Thiago Alexandre, Alberto, Paulo por ensinar tudo que aprendi sobre sala de aula.

Os mais sinceros agradecimentos aos estudantes com quem já trabalhei e aos que participaram das atividades desse projeto. Vocês são os protagonistas de todo esse trabalho.

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

“Professor é aquele que se faz
progressivamente desnecessário”.

Thomas Carruters

RESUMO

O ensino de Biologia está constituído por uma série de conteúdos considerados complexos por professores e estudantes devido a necessidade de memorização de determinados processos fisiológicos e estruturas anatômicas. Nesse sentido, o ensino de Zoologia apresenta um desafio especial em tornar o aprendizado significativo por meio da aprendizagem investigativa. Esse trabalho propõe o ensino de Zoologia de Vertebrados para Ensino Médio, utilizando o estudo da Anatomia Comparada de sistemas por meio de aulas investigativas e atividades lúdicas como dissecação e ilustração em origamis. Portanto, para isso, foram utilizadas abordagens com a finalidade de estimular e desenvolver o raciocínio crítico necessário para fazer ciência com os estudantes da 2ª série, com métodos eficazes e passíveis de serem avaliados ao final do processo didático. Além de uma atividade lúdica, os origamis e a Ilustração Científica são alternativas para o uso de animais nas práticas de ensino médio que, inclusive, são consideradas ilegais segundo nosso estatuto. As perguntas norteadoras da pesquisa foram: “a ilustração de órgãos e sistemas por meio de técnicas de Ilustração Científica auxilia na aprendizagem de Zoologia de Vertebrados?”; “a ludicidade em dissecar e ilustrar origamis de diferentes classes de vertebrados desperta o interesse do estudante e amplia as possibilidades de aprendizagem investigativa?”. Sendo assim, uma das propostas desse trabalho foi elaborar uma sequência didática de Zoologia de Vertebrados que auxilia o professor e permita o estudante aprender o conteúdo dinamicamente com modelos de dobraduras (origamis), simulação de dissecação seguido de ilustração da anatomia interna. Os sujeitos envolvidos nesse projeto foram alunos e alunas da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Setor Oeste, localizado na Asa Sul, Brasília. Os levantamentos, análise e discussões dos dados são de caráter descritivo e qualitativo, buscando compreender a relação entre as atividades aplicadas e sua possível eficiência no processo de ensino-aprendizagem, sem ignorar o meio em que estudantes se encontram e os recursos que utilizam. Esse estudo fez uso de estratégias pedagógicas como sequência didática e ludicidade numa metodologia investigativa, em que o estudante busca rastrear a informação nas diferentes fontes disponíveis. O foco das aulas foi mais na pesquisa da informação – e como chegar até ela – do que o ensino expositivo do conteúdo. A experiência dessas aulas e práticas culminaram na elaboração de uma Sequência Didática de Zoologia de Vertebrados para Ensino Médio. Os dados foram obtidos por meio de materiais produzidos pelos estudantes como ilustrações no interior de origamis compilados em Caderno Volante, relatório de dissecação e entrevistas. Em seguida, os dados foram triangulados em comparação às anotações do diário de campo do pesquisador elaborado no decorrer das práticas. O estudante foi o protagonista no decorrer de toda atividade, desde o desenvolvimento do caderno volante à finalização da peça dissecada. Todo o trabalho demandou pesquisa, investigação do conteúdo trabalhado e melhores maneiras para apresentar o animal dissecado por parte do estudante. Foi constatado, após a análise dos dados por meio de *software de Análise de Sentimentos Textuais sobre Conteúdo*, uma significativa alteração de humor no decorrer da atividade de dissecação livre e orientada. Também foi verificado um aprimoramento das ilustrações após a pesquisa dos estudantes e, por meio das entrevistas coletadas, que o uso da metodologia investigativa associada à prática com os origamis favoreceu a construção do conhecimento e aumentou a aproximação dos estudantes para o ambiente e método científico.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Origami. Dissecação. Ilustração Científica. Zoologia.

ABSTRACT

Biology teaching consists of a lot of contents considered complex by teachers and students due to the need of memorizing some physiological processes and anatomical structures. In this case, Zoology is specially challenging in making students' learning through investigative learning process. This work proposes Vertebrate Zoology teaching for High School using Comparative Anatomy between different animal groups through investigative classes and recreational activities such as origami, dissection and anatomic illustration inside them. Therefore, to make it happen, approaches were used to stimulate and develop the critical reasoning between secondary students to make the learning process possible with an effective method that could be evaluated at the end of the academic process. More than a recreational activity, origami and scientific illustration are also alternatives for the use of animals in high school practices – which are illegal according to Brazilian laws. The guiding questions of this research were: “Does the illustration of organs and systems using Scientific Illustration techniques help in the understanding of Vertebrate Zoology?”; “The playfulness in dissecting and illustrating different types of vertebrates origami arouses the student's interest and expands the possibilities of investigative learning?”. Therefore, one of the proposals of this work was to elaborate a Didactic Sequence on Vertebrate Zoology that assists the teacher and allows the student to learn the content dynamically with folding models (origami), simulation of dissection followed by illustration of the internal anatomy. The subjects involved in this project were secondary students of Setor Oeste High School, located in Asa Sul, Brasília. Data collection, analysis and discussions of this essay are of a descriptive and qualitative nature, seeking to understand the relationship between the applied activities and their efficiency in teaching and learning processes, attentive to the environment in which students find themselves and daily resources. This essay uses didactic sequence and playfulness in investigative methodology as pedagogical strategies, which the student seeks to track the information in the different available sources. The teaching method was based on researching of the information – and how to find it - rather than the expository teaching of content. The experience of these classes and practices culminated in the elaboration of a Didactic Sequence on Vertebrate Zoology for High School. The research data were obtained through students' materials as illustrations inside origami compiled in a student's journal (a paper notebook made by themselves), dissection's report and interviews. Then, all data were compared to each other and to the researcher's journal notes elaborated during the practices. The student was the protagonist during all activities, from the development of student's journal to the dissected origami. All the work demanded some research from students, investigation of the content and better ways to present the dissected paper animal. After running the students reports through a Text Sentiment Analysis software, it was found a substantial change in mood during the free and guided dissection activity. There was an improvement in the illustrations after the students' research and an increase of the students' approach to the environment and scientific method with the use of the investigative methodology associated with the practice with the origami.

Keywords: Biology teaching. Origami. Dissection. Scientific Illustration. Zoology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pintura rupestre de um Mamute em uma caverna em El Pindal, Espanha.....	5
Figura 2 - Espiral de Conhecimento e Ação proposta por Carr e Kemmis, 1986.....	13
Figura 3 - Cronograma de aplicação da oficina de Dissecção e ilustração de origamis.	18
Figura 4 - Sequência de produção do caderno volante realizada em sala.	20
Figura 5 - Etapas na produção do Caderno Volante.....	20
Figura 6 - Orientações técnicas para dissecção do origami de peixe osteíte.....	23
Figura 7 - Início do processo de dissecção orientada por um estudante	24
Figura 8 - Anatomia interna dos peixes osteítes.....	25
Figura 9 - Conteúdos significativos proposto por Zabala	30
Figura 10 - Organização das sequências didáticas	31
Figura 11 - QRCode para acesso do Material do Estudante.	35
Figura 12 - Origami 1. Ilustração da anatomia externa.....	36
Figura 13 - Alguns exemplos de cadernos volantes elaborados pelos estudantes.	37
Figura 14 - Parâmetros observados na morfologia externa dos peixes.	38
Figura 15 - Parâmetros observados na anatomia interna dos peixes.....	39
Figura 16 - Comparação dos parâmetros analisados na anatomia e morfologia.....	40
Figura 17 - Origami 2 e dissecção livre.	41
Figura 18 - Origami 3. Dissecção orientada.....	42
Figura 19 - QRCode para acesso de todos relatórios de dissecção	43
Figura 20 - Comparação de humor durante a dissecção livre e orientada.....	43
Figura 21 - Comparação da análise de humor durante a dissecção livre e orientada.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados demográficos do DF.....	11
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Plano de aula do tema Peixes.....	16
Quadro 2 - Síntese da Sequência Didática	34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC – Antes de Cristo

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CEMSO – Centro de Ensino Médio Setor Oeste

CEP-FS/UnB- Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Saúde da UnB

CV – Caderno Volante

DC – Depois de Cristo

EaD – Ensino a Distância

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EF – Ensino Fundamental

EM – Ensino Médio

GPS – Guia de Posicionamento Simplificado

IC – Ilustração Científica

ICB/UnB – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília

Ideb – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

PDAD – Pesquisa Distrital por Amostras de Domicílios

PBL - *Problem Based Learning*

PROFBIO – Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SEEDF – Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

SD – Sequência Didática

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UnB – Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.	OBJETIVO GERAL	8
3.1.	Objetivo específico	8
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1.	Modelo de Pesquisa	9
4.2.	Contexto Investigado	9
4.3.	Método de Ensino e Ferramentas	12
4.4.	Metodologia na Aplicação	15
4.5.	Instrumentos na coleta de dados.....	18
4.6.	Análise dos Dados.....	27
4.7.	Aspectos Éticos da Pesquisa	27
5.	PRODUTO.....	28
5.1.	Escolha do Tema	30
5.2.	Organização das Sequências Didáticas	31
5.3.	Material do Estudante	35
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6.1.	Caderno Volante.....	36
6.2.	Dissecção e Relatórios	41
6.3.	Entrevistas Semiestruturadas	45
7.	CONCLUSÃO	47
8.	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE A.....	56
	APÊNDICE B	57
	APÊNDICE C	59
	APÊNDICE D.....	60
	APÊNDICE E	61
	ANEXO A	64
	65

1. INTRODUÇÃO

Zoologia é um conteúdo desafiador para professores de Biologia no Ensino Médio (EM) e Fundamental (EF) e muito aguardado por alguns estudantes. Curiosamente, os estudantes começam entusiasmados com o conteúdo, porém vão desanimando aula após aula com o surgimento de vários termos técnicos e a necessidade de aprender uma nova linguagem para compreender o assunto. Além disso, parte da frustração também ocorre após conhecer um pedaço do universo taxonômico e a vastidão de animais além dos mamíferos. Desse modo, todo potencial instigante e provocador da Zoologia se torna tedioso e desconexo, distanciando o estudante da compreensão de determinados conceitos que o auxiliariam a compreender o conteúdo de Biologia de modo mais abrangente (SILVA; SILVA, 2015).

Estimular o estudante a utilizar a Biologia como ferramenta de iniciação e letramento científico é tão importante quanto a escrita, a leitura e conhecimentos matemáticos. No que tange o pensamento crítico e construtivo do estudante, é necessário treinar desde os primeiros anos de vida. Além do ambiente familiar, a escola tem em seu propósito formar um cidadão que questione e reconheça criticamente seu ambiente. A prática do letramento científico é parte da solução para a lacuna de conhecimento crítico e também das diferenças socioeconômicas – que frequentemente são consideradas como a raiz do problema (SHEN, 1975).

Entretanto, o modelo de ensino baseado em mera transmissão da informação além de ineficiente, é ultrapassado uma vez que o acesso à informação em si não é barreira para um estudante que consegue rastrear a informação na Internet e em livros. O fim que o estudante dá à informação, perguntas geradas por ele a partir dessas, faz parte de seu aprendizado e Letramento Científico (CUNHA, 2017).

De acordo com Rocha *et al.* (2013), ensinar Zoologia de uma forma crítica é capaz de proporcionar reflexões profundas sobre a Biologia como um todo e também motivar o estudante diante de situações políticas e socioambientais relacionadas à realidade em que ele está inserido. Desta forma, as atividades propostas na Sequência Didática (SD) desse trabalho, buscam articular o ensino de Zoologia não só com questões anatômicas e fisiológicas, mas também evolutivas e de Sistemática Filogenética. Os dois últimos itens citados, tem revelado grande capacidade de gerar motivação e compreensão de conceitos

biológicos e biodiversidade por meio da investigação e com bons resultados na perspectiva da educação ambiental crítica (AMORIM, 2008; SILVA; SILVA, 2015).

Utilizar animais vivos, carcaças ou órgãos fixados em formol é uma prática controversa no ensino em ciências que envolvem Anatomia. Apesar de ser uma prática comum em muitos colégios de EF e EM, os animais podem ser substituídos por métodos alternativos e obter resultados significativos (BONES, 2014). Ademais, a legislação brasileira proíbe o uso de animais quando existem alternativas, e os estudantes têm o direito a não participar de tais práticas.

Esse trabalho busca criar alternativas para tornar o aprendizado de Zoologia mais significativo e também permitir uma aplicação das terminologias simultaneamente ao aprendizado. Uma das propostas é o desenvolvimento de um método interdisciplinar entre Anatomia e Fisiologia Comparada de Vertebrados utilizando a Ilustração Científica e Origamis com uso de técnicas de dissecação e ilustração como ferramentas de ensino-aprendizagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O homem se relaciona com os animais de diferentes maneiras: como animais de estimação, vestuário, pesquisa, alimentação e entretenimento. Há quem caracterize a relação entre seres humanos e outras espécies como harmônica, desarmônica e até mesmo como especismo¹ (EARTHLINGS, 2005). Independente disso, o uso de animais em pesquisas no meio acadêmico e ensino básico geram discussões que dividem opiniões. Apesar de ser uma prática comum em muitos colégios de EF e EM, os animais podem ser substituídos por métodos alternativos e obter-se resultados significativos (BONES, 2014). Ademais, a legislação brasileira proíbe o uso de animais quando existem alternativas, e os estudantes têm o direito a não participar de tais práticas.

A Lei de Crimes Ambientais (LEI nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998, Art 32, §1º) e a lei que regulamenta o uso científico de animais (LEI nº 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008), proíbem a utilização de vertebrados no ensino fundamental e médio para fins de prática anatômica. Uma jurisprudência (escusa de consciência à experimentação animal, conforme o Artigo 5º, inciso VIII da Constituição Federal de 1988), também protege o estudante que se recusar a participar de aulas práticas que utilizam animais (BONES, 2014) Mesmo com anuência do Estado para o uso de animais em práticas de Anatomia, algumas universidades tem feito uso de alternativas como modelos anatômicos, *softwares* de simulação em três dimensões e até mesmo origamis no treinamento para cirurgias (NGU *et al.*, 2020). Nesse caso, a utilização de origamis é uma alternativa viável, barata, juridicamente legal, coerente com o conteúdo e fácil de ser associado à Ilustração Científica (IC).

Além de uma alternativa, a IC e a prática com origamis quebra a rotina do ensino expositivo. A rotina de ensino meramente expositivo desestimula o estudante. Quando o estudante é confrontado com os fatos e problemas propostos, isso permite a reflexão e o questionamento (VASCONCELOS *et al.*, 2012).

No processo de dissecação, apesar do origami ser um objeto que simula a realidade, é necessário a utilização de técnicas, concentração e atenção para obter cortes e resultados que permitam a observação de determinado sistema.

¹ Relação desarmônica intra e interespecífica em que uma espécie pode escravizar, explorar e matar outra espécie considerada inferior. Esse termo não é utilizado em Ecologia, apenas por defensores dos direitos animais.

A utilização de origamis (do japonês *ori*, “dobrar, e *kami*, “papel”), arte tradicional e secular japonesa de dobrar papel e criar representações de objetos ou seres-vivos com dobras geométricas de uma folha de papel, sem cortá-la ou colá-la (HOUAISS; VILLAR, 2009). A confecção de origamis possibilita dar forma e volume para as diferentes classes de animais que serão estudadas em Zoologia de Vertebrados. Além disso, aprimora o senso de percepção espacial, micromotor, coordenação, criatividade e trabalho colaborativo (MEGAHED, 2017). A versatilidade dos origamis é tamanha que eles têm sido utilizados como ferramentas de treino para cirurgias por estudantes de medicina (KAMEL, 2018; NGU; *et al.*, 2020; HENICK; *et al.*, 2020).

A modelagem com origamis pode ser feita com qualquer estrutura física plana ou com volume. Quando aplicada em conjunto com algumas matérias no EF ou EM é mais comum com conteúdos de Geometria, Arte e Zoologia (GENOVA, 2009). A utilização de Origamis no conteúdo Zoologia como ferramenta nas práticas de dissecação é coerente pois, ao dissecar, são levados em conta parâmetros como direção, camadas, envoltórios, volume e limites de cortes presentes em técnicas de dissecação (TESTUT, JACOB e BILET; 1921). As técnicas na metodologia de dissecação – começar um corte na dissecação, a direção, ferramentas, preservação de tecidos – podem não estar presentes no cotidiano do estudante, no entanto, podem despertar interesse por áreas afins (Medicina, Ortodontia, Biologia, Necropsia) que envolvem essa habilidade. Nesse contexto, é interessante o encorajamento no uso dos origamis na prática didática em ambiente escolar tendo em vista suas vantagens cognitivas (MENEZES, 2018). Assim, toda metodologia para abertura do animal pode ser substituída e aplicada no espécime de papel, endossado eticamente (JUKES, 2004) e com caráter lúdico (LUCKESI, 2014).

A proposta de dissecação de origamis fica vaga ao abrir o animal e não encontrar nada em seu interior, exceto papel branco. Contudo, observar e ilustrar esse espaço em branco com a anatomia interna, de forma técnica e investigativa, e auxilia no ensino do conteúdo como ferramenta pedagógica (MILACH, 2015).

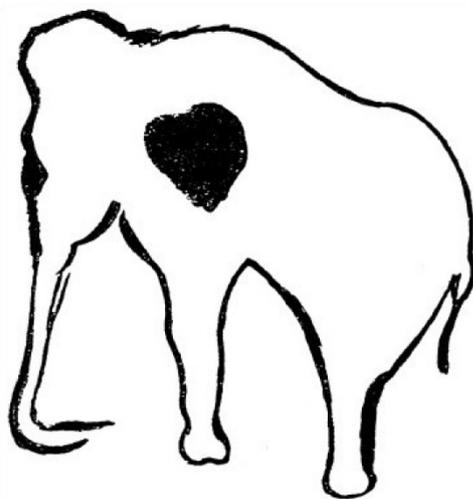
A história da Anatomia está intimamente ligada à Ilustração Científica (IC). Vai desde o estudo detalhado de uma carcaça ou uma peça anatômica preparada, até as mais sofisticadas formas de estudo *in vivo* por meio de análises de hologramas 3D (JANEIRO; PECHULA, 2016).

Os primeiros traços de ilustrações biológicas ocorreram no interior de cavernas durante o período Paleolítico e trazem uma riqueza de detalhes que permite até a

identificação de muitos animais representados (MOFFAT, 2007). Um exemplo seria a caverna de Chauvet-Pont d'Arc localizada no sul da França com ilustrações datadas de 30.000 a.C. pelo menos 13 espécies identificadas (PROENÇA, 2004). Em uma caverna em El Pindal na Espanha foi encontrada uma ilustração datada de 15.000 a.C. de um Mamute com uma mancha mais escura onde seria o coração (Figura 1). Se essa foi a intenção de quem desenhou, tratar-se-ia da primeira ilustração anatômica já feita (HAJAR, 2011).

O registro do estudo da anatomia propriamente dito começa em meados de 1600 a.C. no Egito com a escrita do papiro cirúrgico de Edwin Smith que descreve o coração e seus vasos, fígado, baço, rins, hipotálamo, útero e bexiga. Um segundo papiro datado de 1550 a.C. também descreve o coração como ponto de encontro dos vasos que conduzem sangue, ar, sêmen, muco, urina e lágrima, mas não sabiam explicar de onde vinham o suor e a saliva, tampouco a função dos rins e cérebro (POTTER, 1999). Vale ressaltar que esses papiros trazem apenas descrições anatômicas do corpo humano e propriedades médicas de ervas sem nenhuma ilustração, no entanto demonstra um olhar diferenciado e interno do corpo humano.

Figura 1 - Pintura rupestre de um Mamute em uma caverna em El Pindal, Espanha. A mancha escura pode representar o coração. O desenho seria usado para ensinar caçadores jovens onde deveriam mirar suas flechas ou lanças.



Fonte: Lyons, A.S.; Petrucelli, R.J. **Medicine: An Illustrated History**. New York. Harry N. Abrams Inc, 1987.

De acordo com Mayr (1998), os estudos de Herófilo, Eresítrato e de Galeno (129-199 d.C.) construíram a base para o ressurgimento da Anatomia e da Fisiologia durante a Renascença, particularmente nas escolas italianas. Existe pouca produção de material

anatômico até final da Idade Média, no entanto, no período Renascentista, houve um aumento do interesse pela História Natural e pela Anatomia (JANEIRO; PECHULA, 2016).

Artistas como Jacopo Berengario da Carpi (1460-1530), Leonardo da Vinci (1452-1519), Michelangelo Buonarroti Simoni (1475-1564), Juan Valverde de Amusco (1525-1588), Carlo Ruini (1530-1598), Rembrandt Harmenszoon van Rijn (1606-1669), William Cheselden (1688-1752), Jacques Fabian Gautier d'Agoty (1717-1786) e Gunther von Hagens (1945-Atual) têm sua arte vinculada à Anatomia (RIFKIN; ACKERMAN e FOLKENBERG, 2011). Alguns seguiam um estilo mais naturalista e outros científico em suas ilustrações.

Ilustração Naturalista e Científica são disciplinas próximas quanto seu eixo temático, porém distantes no objetivo (ILLUSTRACIENCIA, 2019). Enquanto a Ilustração Naturalista busca representar um elemento em seu ambiente ou contexto, a Ilustração Científica (IC) tem um objetivo mais específico. Por exemplo, para ilustrar determinados processos, esquemas de determinada parte de um ser vivo, até mesmo processos que não são visíveis. Podemos considerar a IC como uma disciplina que engloba várias técnicas de representação gráfica a serviço da ciência que inclui ferramentas como a ilustração, fotografia, vídeo e as tecnologias digitais mais recentes (HODGES, 2003); ou até mesmo como a intersecção entre Ciência e Arte que auxilia o estudante comunicar suas ideias e descobertas (SILVA-FERRAZ, 2018).

Tradicionalmente a IC aplica diferentes técnicas e materiais para ilustração, como: grafite, nanquim, aquarela, guache, lápis de cor, caneta, carvão (SILVA-FERRAZ, 2018), entretanto, recentemente, a ilustração digital se tornou mais importante no campo (RAPATÃO; PEIRÓ, 2016).

Com relação a Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP ou PBL em inglês (*Problem-Based Learning*) propõe um modelo no qual os estudantes confrontam questões e problemas presentes em sala e fora dela que consideram significativos, e como abordá-los de forma cooperativa para encontrar uma solução (BENDER; HORN, 2014). Ao contrário de um modelo de aulas meramente expositivas, a ABP é muito eficiente em envolver os estudantes com o conteúdo abordado. Por esse aspecto, é recomendado por pesquisadores, que são referências em educação como um dos melhores modelos de práticas educacionais da atualidade (BARELL, 2010; BENDER; HORN, 2014).

No ensino investigativo, os estudantes enfrentam diversas situações em uma proposição de problema que exigem engajamento, desenvolvimento de estratégias e certa

autonomia (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Esse engajamento e autonomia dependem de que os estudantes reconheçam o problema proposto que irá orientá-los no processo investigativo. Cabe ao professor apenas orientar já que a informação será rastreada pelo estudante em diferentes fontes.

Por fim, o produto proposto para o Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) foi a elaboração de uma Sequência Didática de caráter investigativo em Zoologia de Vertebrados com foco experimental em peixes, com aplicação no EM e baseado em simulação de dissecação de origamis seguido de ilustração da anatomia interna. A Sequência Didática é um importante instrumento de planejamento e reflexão da prática pedagógica que permite trabalhar com diferentes estratégias didáticas, aprimorar conteúdos curriculares, contextualizar e ampliar o repertório dos estudantes (SILVA; SILVA, 2015), conforme descrito no item 5.

3. OBJETIVO GERAL

Propor como produto uma Sequência Didática de caráter investigativo em Zoologia de Vertebrados, aplicável em escolas do Ensino Médio, que auxilie o estudante aprender o conteúdo, dinamicamente, com modelos de dobraduras (origamis), simulação de dissecação e ilustração da anatomia interna e verificar a aplicabilidade dessas técnicas.

3.1. Objetivos específicos

- a) Aproximar o estudante do ambiente científico por meio de atividade prática, ilustrativa e com técnicas de dissecação adaptadas para ambiente escolar utilizando ferramentas do cotidiano do aluno.
- b) Analisar a viabilidade e vantagens do ensino de Anatomia utilizando dobraduras e ilustrações como método de ensino.
- c) Elaboração de uma Sequência Didática em Zoologia, Anatomia e Fisiologia dos Peixes para Ensino Médio de caráter investigativo seguindo a proposta de dissecação e ilustração da anatomia interna em Origamis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Nesse tópico serão discutidas cada etapa para análise do meio para aplicação da oficina, o perfil dos estudantes, o conteúdo, métodos e ferramentas de ensino, metodologias para coleta e análise dos dados utilizadas, aspectos éticos e contextualização da pesquisa.

4.1. Modelo de Pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa, por meio da metodologia de Pesquisa-ação (TRIPP, 2005) entendida como a mais adequada à prática que propõe intervenções pedagógicas em uma turma da 2ª série do Ensino Médio.

4.2. Contexto Investigado

A pesquisa foi realizada com estudantes da 2ª série do Ensino Médio do turno Matutino no Centro de Ensino Médio Setor Oeste (CEMSO), localizado na SGAS 912, Asa Sul, Brasília – DF. O colégio está situado em uma área nobre e possui infraestrutura recém reformada, porém ainda em defasagem com relação a setores como laboratório, biblioteca e recursos multimídia. Algumas salas de aula foram totalmente reformadas. Possuem televisão para projeção de conteúdo em multimídia, são climatizadas e possui sua área externa bem arborizada, o que torna o ambiente mais agradável, principalmente no período de estiagem e calor do DF.

A criação do Colégio Setor Oeste foi proposta na década de 1980, por professores que ministravam aulas na rede pública e particular do DF que observaram a discrepância entre a quantidade de estudantes da rede privada aprovados nos vestibulares, comparados aos da rede pública. A principal proposta era o ensino de excelência, com base sólida e consciência crítica dos estudantes. A proposta foi aceita pela Secretaria de Educação (na época conhecida como Fundação Educacional) e o colégio foi fundado em 1986 com aprovação de centenas de estudantes em instituições de ensino superior no Brasil (LISBOA, 2019). Apesar disso, o colégio conseguiu ficar apenas em 116º dentre todos os 236 colégios

participantes do ENEM² 2017 e 2018 (ZBS, 2019) e ficar com o indicador de rendimento de 0,89 no último IDEB³ aplicado em 2017, no entanto não apresenta notas referentes ao SAEB⁴ (BRASIL, 2017).

A escola está localizada na Região Administrativa I, Brasília / Plano Piloto (RA-I). Segundo o último PDAD⁵ de 2019 (Tabela 1), a população urbana de toda RA-I era de 225.002 pessoas em 2019, com idade média de 39,3 anos, sendo 53,6% do sexo feminino, renda média domiciliar estimada de R\$ 15.056,90 (quinze mil, cinquenta e seis reais e noventa centavos) e renda média individual de R\$ 6.770,20 (seis mil, setecentos e setenta e vinte centavos). Aproximadamente 94% dos estudantes não se deslocam do Plano Piloto para os estudos sendo que 67,4% dos estudantes de 4 a 24 anos, estudam em escolas particulares e apenas 32,6% dos demais em escolas públicas (CODEPLAN, 2019).

No entanto, os dados citados anteriormente não estão diretamente relacionados a maior parte do público que constitui o corpo discente do CEMSO. Apesar dos moradores da região terem preferência no momento de matrícula, boa parte dos estudantes que frequentam o CEMSO moram em outras Regiões Administrativas do Distrito Federal. Entre as causas podemos citar que muitos estudantes se deslocam do Paranoá e São Sebastião para o Plano Piloto, devido a escassez de vagas nessas regionais, para acompanhar os pais que trabalham na Asa Sul ou até mesmo buscam um ensino de melhor qualidade. Para fins comparativos, a Tabela 1 traz informação sobre os estudantes, dados da Asa Sul, Paranoá, Itapoã e São

² O Exame Nacional do Ensino Médio é largamente utilizado por universidades públicas e privadas no processo seletivo.

³ Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, Ideb, é uma iniciativa do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) que visa mensurar o desempenho do sistema educacional brasileiro a partir da combinação entre a proficiência obtida pelos estudantes em avaliações externas de larga escala (Saeb) e a taxa de aprovação, indicador que tem influência na eficiência do fluxo escolar, ou seja, na progressão dos estudantes entre etapas/anos na educação básica. Essas duas dimensões, que refletem problemas estruturais da educação básica brasileira, precisam ser aprimoradas para que o país alcance níveis educacionais compatíveis com seu potencial de desenvolvimento e para garantia do direito educacional expresso em nossa constituição federal.

⁴ O Sistema de Avaliação da Educação Básica, Saeb, é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante.

⁵ A Pesquisa Distrital por Amostras de Domicílios - PDAD, realizada pela Codeplan (Companhia de planejamento do DF) ocorre a cada dois anos e traça um perfil das Regiões Administrativas do DF e do próprio Distrito Federal. Ela analisa aspectos demográficos, migração, condições sociais e econômicas, situações de trabalho e renda, características do domicílio, condições de infraestrutura urbana, entre outras informações, de modo a oferecer um diagnóstico detalhado da população e das condições de moradia. De acordo com a pesquisa, o DF tem uma estimativa populacional de 2.894.953 residentes e 887.256 domicílios segundo o último PDAD realizado em 2018.

Sebastião sendo que as três últimas RAs surgiram de forma não planejada na porção leste do DF (CODEPLAN, 2018).

Tabela 1 - Dados referentes às populações residentes na Asa Sul e outras três Regiões Administrativas onde residem estudantes das escolas públicas do DF.

Região Administrativa	População	Idade Média (anos)	Renda Domiciliar Estimada (em Reais)	Renda média Individual	Estudam em Escola Pública (4 a 24 anos)	Estudam na RA em que residem	Estudam na RA do Plano Piloto
Asa Sul	225.002	39,3	15.056,90	6770,20	32,6%	94,3	-
Paranoá	66.138	29,5	2.381,60	826,80	63,5%	66,7%	23,3%
Itapoã	60.325	27,9	2.907,80	930,80	60,1%	43,6% ⁶	22,9%
São Sebastião	119.293	28,6	3.618,80	1.351,20	61,7%	71,8%	21,9%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Outro dado analisado é o Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM) com dados que envolvem renda, longevidade e educação. O Plano Piloto está com 0,936; Paranoá com 0,785 e São Sebastião⁷ com 0,820 (BRASIL, 2010). Ou seja, conforme citado no período da inauguração do colégio, a discrepância intelectual nas aprovações nos vestibulares do Brasil até foram reduzidos, mas as sociais só aumentaram desde então.

Segundo a Subsecretaria de Inovação e Tecnologias Pedagógicas e de Gestão da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, o censo escolar de 2019 traz como indicador de eficiência e rendimento que o total de 15,49% estudantes do turno diurno de escolas públicas do DF apresentam defasagem na relação entre idade de conclusão e série cursada (SEEDF, 2020). Essa mesma relação se encontra em 28,7% em nível nacional, segundo o INEP em 2019 (BRASIL, 2020). No entanto, na contramão desses dados, o CEMSO apresenta apenas 1,85% dos estudantes da 2ª série em defasagem, num total de 7,97% de todos estudantes do EM⁸ (SEEDF, 2020).

A escolha do colégio para coleta de dados levou em consideração os seguintes critérios: a) escola pública; b) escola de Ensino Médio; c) oferta de turmas da 2ª série no período matutino; d) mesmo colégio que o pesquisador ministra aulas, porém no contra turno

⁶ Estudam no Paranoá pois em todo Itapoã tem-se apenas um colégio de EM e um de EF – Centro de Ensino Zilda Arns.

⁷ A região do Itapoã não teve seus dados coletados no DF em 2010 (último censo realizado até a data de publicação desse material).

⁸ O CEMSO teve sua última turma de Ensino Médio do turno noturno em 2018, por isso os dados contemplam apenas os estudantes do diurno.

e com estudantes de outro professor de biologia. A principal proposta do critério “d” foi evitar que os estudantes que já conheciam e tinham aula com o pesquisador se sentissem intimidados ao serem entrevistados. Uma vez que o pesquisador não é o professor que acompanhará os estudantes ao longo do ano, isso permite que eles sejam mais precisos e transparentes nas respostas.

A aplicação das aulas e atividades foram realizadas pela manhã devido o maior número de estudantes por turma e também por apresentar um leque maior de oportunidades para coletar dados dentre as nove turmas. Apenas uma turma foi escolhida para aplicação da atividade por se tratar de uma pesquisa descritiva e investigação de natureza qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1991). Outro fator determinante na escolha de apenas uma turma para o levantamento de dados foi a disponibilidade de duas manhãs para os trabalhos oferecidas pela Secretaria de Educação do DF conforme as coordenações externas no contra turno do pesquisador.

Os estudantes participariam da pesquisa desde que cumprissem os seguintes critérios: a) estar matriculado na 2ª série no período matutino do Centro de Ensino Médio Setor Oeste (CEMSO); b) ter preenchido, datado e assinado (pelos pais) os documentos que comprovassem a anuência da coleta e publicação de dados, uso de imagens e áudio determinados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Saúde da UnB; c) estar presente nas aulas cedidas pelo professor de Biologia do CEMSO, que foram ministradas pelo pesquisador, durante o período de coleta de dados.

O colégio Setor Oeste funciona no modelo de semestralidade, ou seja, todo conteúdo de Biologia é ministrado em seis meses para metade das turmas do Ensino Médio. No caso das 10 turmas da 2ª série, enquanto cinco turmas assistem aulas de Biologia, Química, História e Filosofia, as demais cinco turmas têm aulas de Física, Geografia, Inglês, Artes; no semestre seguinte, ocorre o inverso. Os conteúdos de Matemática, Educação Física e Português são ministrados ao longo de todo ano letivo.

4.3. Método de Ensino e Ferramentas

A metodologia adotada para o trabalho foi a investigativa, ou seja, não seria feita apenas uma atividade e constatação de teorias no decorrer das aulas e práticas. A proposta-base foi um problema que o estudante pudesse resolver por diversos caminhos, inclusive os convencionais (ZANON; FREITAS, 2007). O envolvimento do professor com a atividade e

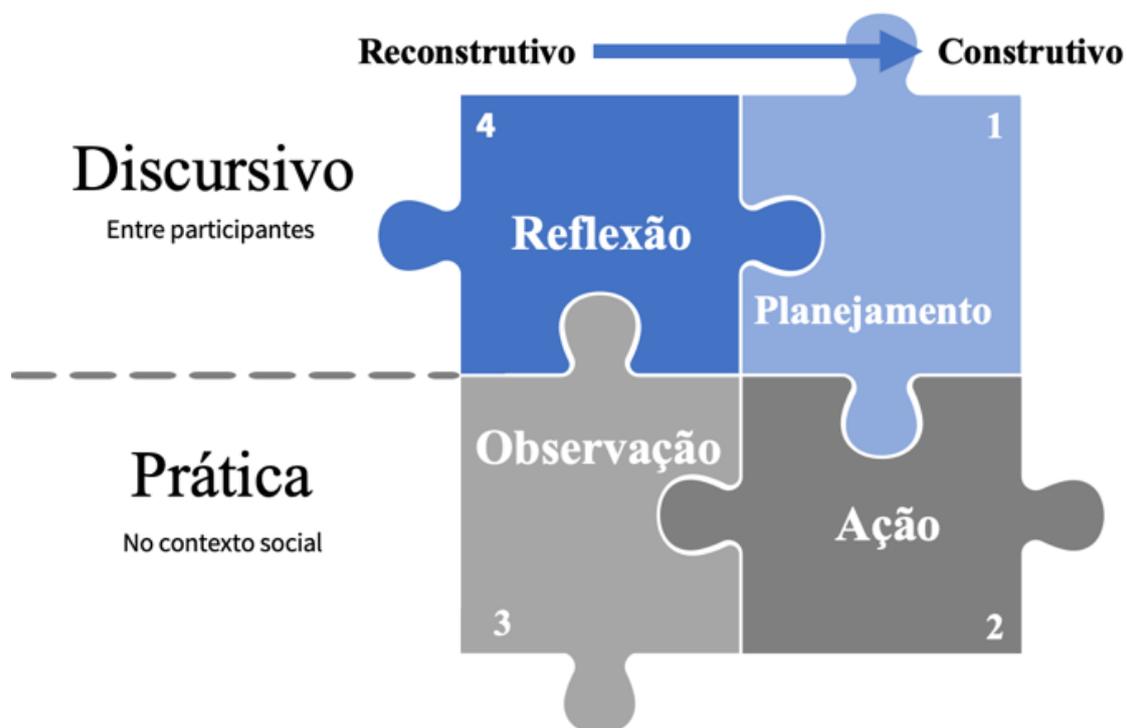
os estudantes foi peça fundamental na metodologia adotada. Como citado por Luckesi, 2014; p.14:

O educador é um orientador, mas também um acompanhante do aprendiz, por isso, não basta estudar em livros o que ocorre com o outro; necessita aprender experimentando, a fim de que possa, a partir da experiência pessoal, compreender o outro quando com ele estiver trabalhando.

O conteúdo de Zoologia dos Vertebrados foi ministrado seguindo a proposta cíclica de Carr e Kemmis (1986) com os seguintes passos: planejamento, ação, observação, reflexão e replanejamento (Figura 2). Tais passos estão organizados em duas dimensões: a primeira se refere ao caráter construtivo do processo, já a segunda à dinâmica prática da sequência didática (ABEGG; BASTOS, 2005).

No ensino por investigação é importante ressaltar os seguintes fatores: a) em qualquer ponto dos objetivos e procedimentos, as informações fornecidas tem que fazer sentido para os estudantes; b) orientar os estudantes ao longo das diferentes etapas que serão executadas, permitindo assim sua aproximação com as práticas argumentativas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; RODRIGUES; DUSCHL, 2000).

Figura 2 - Espiral Auto-reflexiva de Conhecimento e Ação proposta por Carr e Kemmis, 1986.



Fonte: Adaptado de Carr e Kemmis (1986, p.186)

Ao trabalhar com anatomia, devemos considerar parâmetros como direção, camadas, envoltórios, volume e limites de cortes (TESTUT, JACOB e BILET; 1921). A proposta no uso de origamis visa auxiliar na prática anatômica e dissecação, mas também amparado legalmente (JUKES, 2004) e com caráter lúdico (LUCKESI, 2014). Também aprimora o senso de percepção espacial, micromotor, coordenação, criatividade, trabalho colaborativo (MEGAHED, 2017). Assim, de modo similar, usamos em nossas práticas como simulação de dissecação por apresentar grau de dificuldade semelhante devido a complexidade e precisão exigida na execução.

A Ilustração Científica (IC) tem uma função fundamental no campo científico, completando o trabalho de pesquisadores, professores e diversos profissionais (HALL; BAILEY; TILLMAN, 1997). Podemos considerar a IC como uma disciplina que engloba várias técnicas de representação gráfica a serviço da ciência que inclui ferramentas como a ilustração, fotografia, vídeo e as tecnologias digitais mais recentes (HODGES, 2003). Também pode ser definida como a intersecção entre Ciência e Arte que auxilia o estudante comunicar suas ideias e descobertas (SILVA-FERRAZ, 2018). Dessa forma, a IC como recurso associado a conceitos de Anatomia e Fisiologia, constitui uma ferramenta eficiente para conteúdos em que a morfologia precisa ser descrita. No caso da atividade aplicada na oficina, a IC auxilia os estudantes a descrever graficamente no interior do origami a presença de determinadas estruturas anatômicas, suas características, diferenças entre outros animais permitindo até a classificação deles num escopo evolutivo.

Por fim, também foi utilizado o ©2014 *Google Classroom*. Trata-se de uma ferramenta gratuita para aqueles que possuem conta ©2004 *GMail* onde é possível oferecer diferentes serviços de conexão e divulgação de conteúdo para os estudantes. Essa plataforma de ensino tem como objetivo facilitar a comunicação professor-aluno por meio da divulgação de conteúdo via remota (APÊNDICE). Para acesso desse conteúdo virtual o aluno pode escrever o endereço que estará indicado ou fazer a leitura do *QRCode*⁹ com um celular que automaticamente será direcionado para o conteúdo estudado. Como o tempo para oficina de dissecação estava muito reduzido, o ©2014 *Google Classroom* acelerou as práticas principalmente devido à produção dos origamis em casa pelos estudantes. Nesse formato de ensino conhecido como *flipped learning* (aula invertida), o estudante aprende o conteúdo

⁹ *Quick response code* (código de resposta rápida). Trata-se de um código bidimensional que pode ser lido por aparelho celular que possui câmera. Esse código pode ser convertido em texto, URL, localização georeferenciada, SMS ou *e-mail*.

fora da escola e exerce atividades práticas e debate o conteúdo estudado no ambiente escolar (BERGMANN; SAMS, 2014). Apesar de suas vantagens, várias desvantagens serão discutidas em análise de dados.

4.4. Metodologia na Aplicação

Para obter dados, analisá-los e buscar atingir os objetivos propostos, foi utilizada uma abordagem qualitativa, por meio da metodologia de Pesquisa-Ação (TRIPP, 2005) entendida como a mais adequada à prática que propõe intervenções pedagógicas em uma turma da 2ª série Ensino Médio como a do Centro de Ensino Setor Oeste - CEMSO, Asa Sul, Brasília – DF.

Trata-se de uma proposta de ensino investigativo, com um momento curto de exposição de conteúdo teórico, práticas que envolvem elaboração de material, ilustração e prática de técnicas de dissecação. A proposta consistiu em trabalhar algum assunto de Zoologia de Vertebrados para verificar a aplicabilidade da metodologia de ensino adotada e das práticas que envolviam dissecação e ilustração de origamis. Como foram ofertadas apenas três aulas para fazer a oficina (Figura 3), não seria possível desenvolver todo conteúdo de Zoologia de Vertebrados, por esse motivo foi escolhido o tema “Peixes” (Quadro 1). Porém, mesmo com o conteúdo reduzido, foi possível trabalhar conceitos básicos acerca do tema, classificação biológica, realizar as práticas envolvendo produção de dobraduras e ilustração, treinar técnicas de dissecação, produção de relatório e pesquisa de conteúdo por livros e/ou Internet na Sala de Multimídia.

Quadro 1 - Plano de aula do tema Peixes.

Plano de Aula - Peixes	
Público Alvo e Sinopse	Ensino Médio – 2ª série. Nesse momento o estudante continua aprofundando seus conhecimentos em classificação biológica e evolução dos vertebrados. Compreensão das principais características anatômicas nos peixes ciclostomados, condrictes, ósseos e determinações fisiológicas.
BNCC (Base Nacional Comum Curricular)	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Conteúdo	Conceitual Zoologia dos Vertebrados, classificação biológica, diferenciação dos Agnatostomados, Peixes (Condrictes, Actinoptérigi, Actinistia, Dipnoi), tetrápodes, anatomia e fisiologia comparada, origem evolutiva dos vertebrados.
	Procedimental Ilustração anatômica de peixes ósseos e cartilaginosos; Dissecção do origami de peixe ósseo; observação anatômica; dobradura;
	Atitudinal Desenvolvimento da prática investigativa; estimulação da capacidade de organização e apresentação de material produzido; aprimoramento micromotor; compreensão da importância da anatomia para a classificação biológica.
Objetivo / Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade na leitura de árvores filogenéticas e percepção temporal de eventos de especiação e extinção em massa. - Aplicar as regras de nomenclatura científica e saber sua importância no desenvolvimento em ciências como a Zoologia, Botânica e Microbiologia. - Diferenciar os cordados dos não cordados bem como suas principais características anatômicas utilizando o Anfíoxo como referência.
Número de aulas	- 2 Aulas Duplas (90 minutos cada)
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação do caderno de campo¹⁰ Organização, conceitos, qualidade das ilustrações e origami dissecado - Atividades para casa - Produção dos relatórios
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Livro / Projetor / Internet (imagem de um peixe dissecado, ilustração ou real) - Folha A4; - Tesoura; - Cola (em bastão, de preferência); - Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc); - Caderno de campo; - Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet¹¹.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

¹⁰ São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

¹¹ Esses recursos listados não são fundamentais. O propósito da SD não é enrijecer num modelo cristalizado de aula, mas sim dar opções e sugestões de andamento para a prática docente. Se tiver apenas quadro negro, mesmo sem giz colorido, o professor pode utilizar diferentes texturas ao desenhar junto com os estudantes, por exemplo: notocorda mais destacada com força e tubo nervoso dorsal com traços transversais. Se os estudantes tiverem acesso à Internet por meio de celular, nada impede que seja feita uma pesquisa por imagens num site de busca para ilustração no caderno de campo.

4.4.1. Cronograma de aplicação

O cronograma tinha como proposta inicial a aplicação da oficina em outubro de 2019. No entanto, com a aprovação do Comitê de Ética apenas na segunda quinzena de dezembro do mesmo ano, consideramos melhor aplicar a atividade no início do ano letivo de 2020, em fevereiro e antes do feriado de Carnaval (24/2). Só foi possível aplicar a oficina, logo no início do ano letivo, porque toda atividade já estava acordada com o CEMSO e com o professor de Biologia da 2ª série do Ensino Médio desde o final do segundo semestre de 2019. As aulas e aplicação das atividades seguiram o calendário escolar¹² da Rede de Ensino do DF, a partir do dia 12/2/2019 até dia 5/3/2019 (Figura 3). Vale destacar que em 14/03, o GDF publicou um decreto¹³ que suspendeu as aulas na rede pública e privada de escolas e universidades por mais 15 dias devido a pandemia de Covid-19¹⁴, sendo renovado e que se estendeu até meados do 2º semestre¹⁵.

Durante o período de aplicação das atividades foi possível registrar, coletar o material produzido e realizar entrevistas com algumas duplas. O primeiro plano de aula criado foi aprimorado nos pontos considerados frágeis e adaptado na Sequência Didática para o contexto de ensino à distância. Desse modo, os professores que farão uso dessa proposta, encontrarão na SD impressa uma interface digitalizada com vídeos explicando cada prática, lista de exercícios, mapas conceituais e resumos teóricos sobre zoologia de vertebrados.

A participação dos estudantes na prática foi fundamental para o andamento e coleta de dados. Todos estudantes presentes participaram voluntariamente o que tornou o trabalho muito mais fácil e agradável. Como toda turma de Ensino Médio, alguns estudantes não colaboravam, mas o comportamento inapropriado era cerceado e rapidamente o foco era retomado.

¹² Portaria nº326, de 27 de setembro de 2019.

¹³ Decreto nº 40.520, de 14 de março de 2020.

¹⁴ Doença respiratória infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2 que promoveu um quadro pandêmico no decorrer de 2020, período em que esse trabalho foi escrito.

¹⁵ Até a primeira quinzena de agosto, o GDF ainda não havia retornado as atividades escolares, período em que esse trabalho estava sendo escrito.

Figura 3 - Cronograma de aplicação da oficina de Dissecção e ilustração de origamis.



Fonte: Adaptado do cronograma da SEEDF, 2020.

Os origamis e as ilustrações dos estudantes demonstraram várias qualidades acerca do trabalho realizado, como compreensão da atividade e do conteúdo. Foram realizadas uma série de atividades em sala e domicílio que envolviam elaboração e dissecção de dobraduras de peixes, seguidos de ilustração da anatomia interna e externa. Tais atividades foram compiladas em um caderno volante elaborado pelos estudantes. A atividade de dissecção foi feita em duplas para que um estudante dissecasse enquanto o outro relatava todo o processo, sendo esse relatório um dado importante sob a ótica dos estudantes.

Os dados foram coletados por meio de quatro ferramentas:

- a) Caderno volante com atividades compiladas;
- b) Relatório de dissecção da dupla;
- c) Entrevista semiestruturada com os estudantes participantes;
- d) Diário de campo com anotações das rotinas, falas, observações, acontecimentos e fotos.

4.5. Instrumentos na coleta de dados

Nesse tópico, foram descritos três materiais desenvolvidos juntamente com os estudantes: caderno volante, relatório de dissecção e entrevistas semiestruturadas. Em

seguida, os dados foram triangulados com o diário de campo que descreveu toda prática com observações e fotografias de cada etapa.

Entende-se por triangulação:

A triangulação implica que os pesquisadores assumam diferentes perspectivas sobre uma questão em estudo ou, de forma mais geral, ao responder a pergunta de pesquisa. Essas perspectivas podem ser substanciadas pelo emprego de vários métodos e/ou em várias abordagens teóricas. Ambas estão e devem estar ligadas. Além disso, refere-se à combinação de diferentes tipos de dados no contexto das perspectivas teóricas que são aplicadas aos dados. Essas perspectivas devem ser tratadas e aplicadas, ao máximo possível, em pé de igualdade e de forma igualmente consequente. Ao mesmo tempo, a triangulação (de diferentes métodos e tipos de dados) deve possibilitar um excedente principal de conhecimento. Por exemplo, a triangulação deve produzir conhecimento em diferentes níveis, o que significa que eles vão além daquele possibilitado por uma abordagem e, assim, contribuem para promover a qualidade na pesquisa. (FLICK, 2009, p. 62).

Resumidamente, a triangulação é a combinação de metodologias no estudo dos mesmos fenômenos. A triangulação pode ocorrer entre teorias, investigadores e métodos (FLICK, 2009). Nesse trabalho foram trianguladas três metodologias de coleta de dados para confirmar ou refutar a eficiência e aplicabilidade da associação de origami, IC e dissecação como ferramentas didáticas no ensino de Zoologia de Vertebrados.

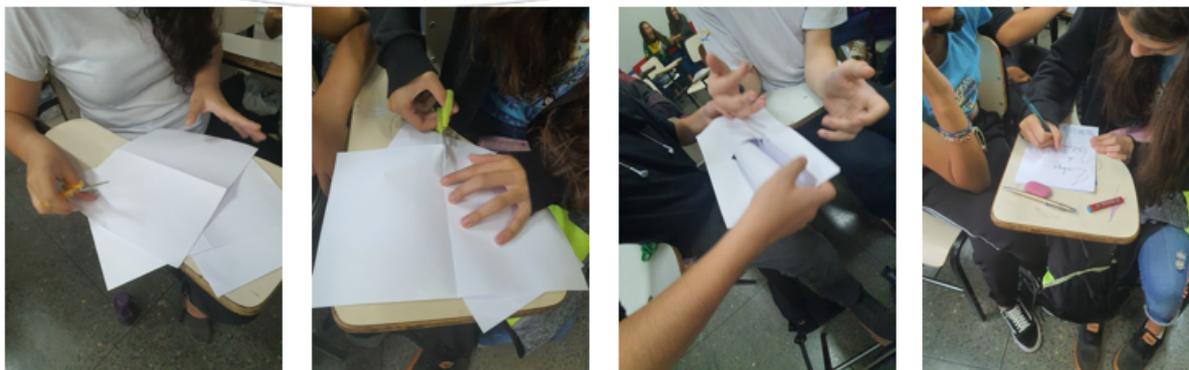
4.5.1. Caderno Volante

A produção do próprio material didático pode aumentar o interesse pelas aulas de ciências além de estreitar a relação professor-aluno (MENEZES, 2018). Para isso, foi adotado o caderno volante e origamis ilustrados como recursos didáticos e avaliação.

Na proposta desse trabalho, a aplicação da Ilustração Científica e origamis ocorreu com materiais simples, baratos, fáceis de serem encontrados e do cotidiano dos estudantes. Com os materiais definidos, seguimos a proposta de orientar os estudantes de acordo com a técnica mais apropriada e melhor formatação para apresentação do trabalho.

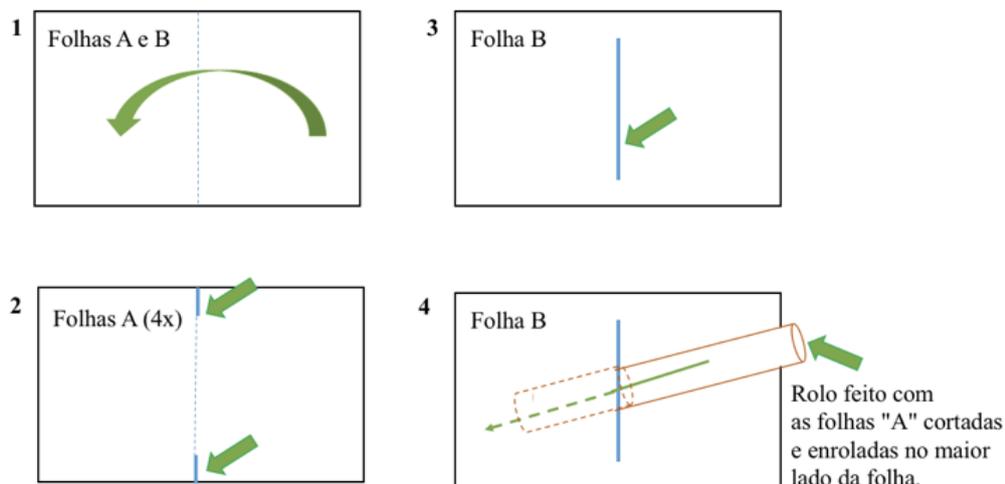
Os estudantes que participaram da oficina receberam um bilhete (APÊNDICE) no dia anterior à prática solicitando que trouxessem tesouras, material de ilustração e cola em bastão todas as Quintas-feiras que tivéssemos aula. O Caderno Volante (Figura 4) foi elaborado logo na primeira aula com a distribuição de seis folhas A4 para cada dupla seguido das orientações dadas pelo professor (Figura 5).

Figura 4 - Sequência de produção do caderno volante realizada em sala.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 5 - Etapas na produção do Caderno Volante.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O conteúdo do Caderno Volante consiste em capa, índice, resumos sobre os temas, origamis fechados e dissecados, ambos para ilustrações externa e interna, respectivamente. Após a primeira aula sobre conceitos básicos em Zoologia de Vertebrados e feitura do Caderno Volante, os estudantes levaram para casa a tarefa de elaborar três Origamis de peixes idênticos. O primeiro origami de peixe seria colado no caderno para que os estudantes ilustrassem e indicassem a anatomia externa. O segundo origami seria para dissecção livre e o terceiro para dissecção orientada. Para elaboração dos origamis, eles acessaram uma sala na plataforma ©2014 Google Classroom em que eles encontravam as atividades e vídeos de como elaborar os origamis. A atividade de dissecção orientada ocorreu em sala de aula na

semana seguinte. Todos os origamis, ilustrações, resumos de conteúdo que os estudantes produziram foram compilados e organizados no caderno volante que foram recolhidos após a terceira aula para posterior avaliação dos parâmetros pelo pesquisador.

Os dados obtidos foram plotados na versão gratuita da ferramenta ©2020 *Microsoft PowerBI* (MICROSOFT, 2020) com a produção de alguns gráficos comparativos. As imagens foram tiradas e os áudios gravados com celular *Samsung® Galaxy S10* e organizadas em ©2016 Microsoft Power Point versão 16.0 para ©2020Mac OS X.

Como um dos objetivos foi analisar a viabilidade e vantagens de utilizar dobraduras e ilustrações como método de ensino de anatomia em Zoologia de Vertebrados, as duplas não foram avaliadas individualmente, mas sim a presença dos parâmetros listados anteriormente em todos CV. Dessa forma, de acordo com a presença ou ausência de determinados parâmetros, avaliamos a viabilidade dessa metodologia de ensino conforme a prática avançava, ou seja, até a finalização da atividade se ocorreria um aumento na presença de tais parâmetros.

Em casa, as duplas deram acabamento ao Caderno Volante, fizeram um resumo sobre vertebrados, colaram o origami no CV, desenharam e identificaram a anatomia externa de cada peixe. Feito isso, eles ainda tiveram um segundo encontro totalmente prático. Os CV foram colocados de lado temporariamente para realização dessa prática, no entanto, ao término da prática, eles levaram o CV para casa novamente para documentar e concluir as atividades antes de entregar definitivamente.

4.5.2. Relatório Durante a Prática de Dissecção

No início da segunda aula, os estudantes foram separados em duplas e receberam uma ficha de relatório para descrever o processo de dissecção de modo informal. Eles escolheram os melhores origamis e prepararam os materiais e o ambiente para iniciar a prática.

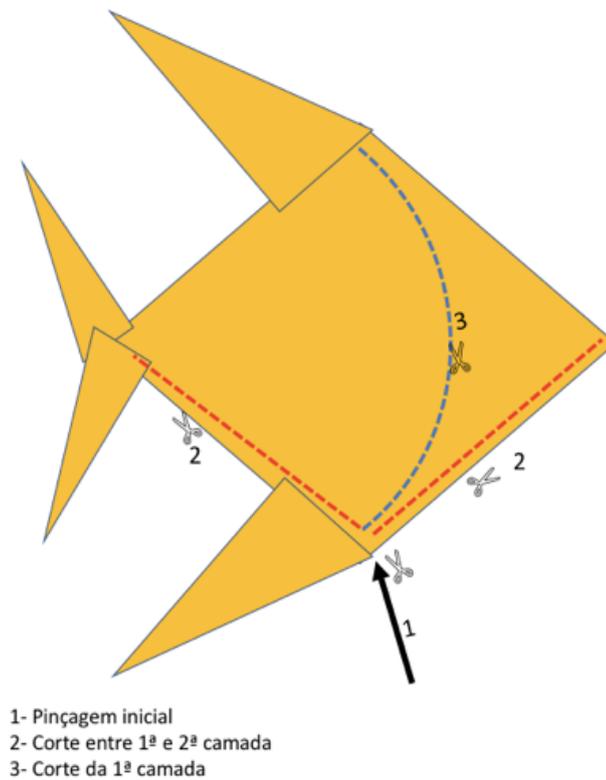
Enquanto um estudante dissecava o outro tomava nota do passo-a-passo, dificuldades, conclusões e dúvidas durante o processo (APÊNDICE). Nos relatórios de dissecção, os estudantes descreveram suas observações no processo de abertura do origami utilizando tesoura e pinça. Receberam como única orientação *apresentar o espécime aberto de modo que fosse possível observar dentro dele e preservando suas partes.*

Dissecar um origami não é uma atividade fácil pois o papel não possui sustentação periférica, ainda mais se tratando de uma folha com gramatura média de 75g/m² que foi usada na dobradura. Folhas mais grossas não são indicadas pois dificultam na precisão da dobra e não criam vincos para o encaixe entre as dobras (GENOVA, 2009). Não obstante, elaborar origamis de alguns animais também é difícil pois demanda atenção, prática e orientação técnica de quem já tenha executado essa tarefa anteriormente. No processo de dissecação de um ser vivo, o técnico encontra diferentes camadas, texturas e resistências de tecidos para serem vencidas e ainda deve preservar a integridade anatômica da peça que será exibida.

Terminado essa etapa, os estudantes foram orientados com algumas técnicas¹⁶ para abrir o Origami de peixe de modo que tanto a anatomia interna quanto a estrutura da dobradura ficassem mais apropriadas para a prática de dissecação (Figura 6). Como na dissecação anterior, um dos estudantes realizava a dissecação enquanto outro tomava as notas no decorrer de todo o processo.

¹⁶ As orientações técnicas dessa etapa foram adaptadas das obras de Testut, Jacob e Bilet (1921) e Nelson (2006).

Figura 6 - Orientações técnicas para dissecação do origami de peixe osteíte.

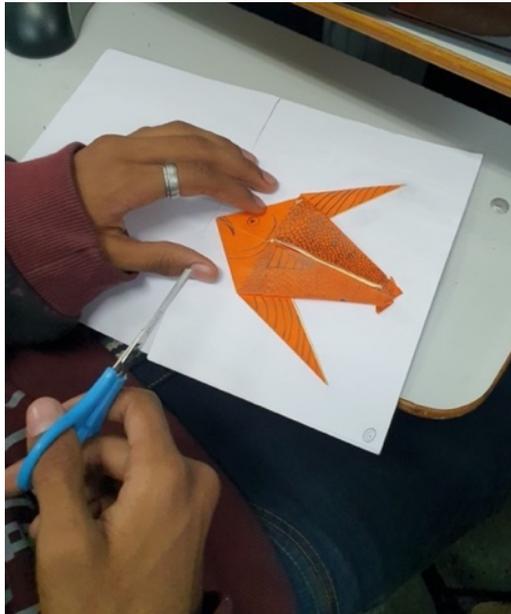


Fonte: Elaborado pelo autor com referência nas obras de Testut, Jacob e Bilet (1921) e Nelson (2006).

As orientações técnicas para a prática de dissecação tinham como objetivo facilitar o trabalho, manter a estrutura do origami e permitir uma melhor visualização do interior do animal. Os estudantes organizaram novamente o ambiente de trabalho e colaram um origami de peixe ósseo em uma das páginas do caderno volante (Figura 7).

Para iniciar uma dissecação, é fundamental fazer a análise de quatro pontos: a) posição da peça; b) limites; c) incisão dos tecidos; (TESTUT, JACOB e BILET; 1921). Foram usadas como referência as técnicas de dissecação em humanos com poucas adaptações para o peixe.

Figura 7 - Início do processo de dissecação orientada de um origami de peixe ósseo realizado por um estudante da 2ª série do EM.



Fonte: Autor, 2020.

A posição (a) do corpo do peixe ósseo (*Osteíctes*) foi alterada de “decúbito dorsal ou ventral” para “decúbito lateral” sendo que posição da cabeça (direita ou esquerda) ficava a critério da dupla, no entanto foi informado que a alteração de posição muda todas as demais (por exemplo, a nadadeira lateral deixa de ser a direita e passa ser a esquerda, na perspectiva do cadáver) e também foi sugerido que fizessem para o mesmo lado que a fotografia do animal projetado na imagem para facilitar a ilustração da anatomia (Figura 8).

O limite (b) foi considerado toda região lateral, excluindo a cauda, com preservação do tegumento¹⁷. Foi considerado que todo o tecido muscular estaria imediatamente abaixo do tegumento, assim, quando aberto, o animal apresentaria parte de sua musculatura associada à pele que fora rebatida para os lados.

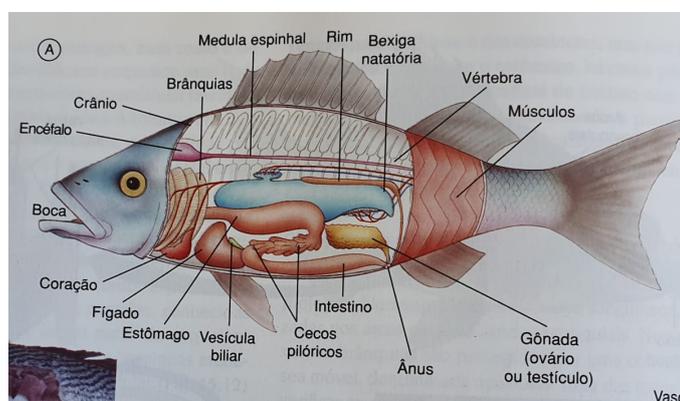
A incisão (c) dos tecidos ocorreu como uma pinçagem inicial na região limítrofe cranial, próximo ao opérculo, seguido de uma secção de toda região ventral no sentido cefolocal (representado pelo pontilhado 2, Figura 6).

¹⁷ Como o tegumento também é uma característica de classificação entre *Condrictes* e *Osteíctes*, foi solicitado preservar o tecido e ilustrar os detalhes.

Finalizada a dissecação, os estudantes iniciaram a ilustração dos órgãos internos. Foi projetada uma imagem como sugestão de ilustração da anatomia interna do animal, mas eles podiam pesquisar nos livros didáticos e Internet. Considerando o grau de dificuldade e detalhamento dessa etapa, os estudantes iniciaram a atividade em sala e concluíram em casa.

Nas orientações para conclusão dessa etapa, os estudantes deveriam ilustrar a anatomia interna do modo mais organizado possível e nomear as estruturas internas. Nenhum parâmetro avaliativo foi informado aos estudantes, assim, os dados obtidos, avaliariam o conhecimento prévio dos estudantes.

Figura 8 - Anatomia interna dos peixes osteíctes.



Fonte: Amabis & Martho, 2004.

Devido ao tempo reduzido, no terceiro e último dia de atividade a oficina foi concluída com poucos estudantes em sala. Como planejado, na terceira aula os estudantes tiveram uma devolutiva das atividades em uma roda de conversa rápida, no entanto, devido ao feriado de carnaval, muito estudantes não compareceram. Mesmo assim, uma devolutiva rápida ocorreu no último encontro com a turma quando alguns foram entrevistados.

Para analisar os relatórios de dissecação, foi utilizado o *software online* ©Tone Analyser da @IBM Watson Developer Cloud de Análise de Sentimentos Textuais sobre Conteúdo (IBM, 2020). Geralmente essas ferramentas são utilizadas para obter informações de consumidores que utilizam vias de comunicação pública da *web* como blogs, revisões de produtos e redes sociais. Tais informações convertidas em emoções pré-programadas que auxiliam traçar melhor o perfil dos consumidores auxiliando que a publicidade e estratégias de venda sejam mais assertivas (SOUZA *et al.*, 2017).

A maioria dos métodos de análise de humor por método léxico têm o inglês como língua nativa na entrada de dados. Dessa forma, o texto é traduzido para a língua inglesa e em seguida tem a classificação quanto ao sentimento (REIS *et al.*, 2015). Porém, ruídos

decorrentes de uma tradução incorreta aumenta o risco de erro na interpretação emocional do texto (SOUZA *et al.*, 2017). Entretanto, os aplicativos em português disponíveis estavam com valores inacessíveis e optamos por uma versão gratuita que, mesmo com uma menor precisão, obtivemos resultados significativos com polarização emocional em situações distintas.

4.5.3. Entrevistas semiestruturadas

As entrevistas foram realizadas com as duplas que participaram da atividade no dia 5 de março de 2020, no laboratório de Informática do CEMSO, durante a aula de Biologia com a retirada de uma dupla por vez.

Cada entrevista durava em média 7 minutos, com perguntas direcionadas à dupla de estudantes e gravadas¹⁸ por meio de um aplicativo instalado de fábrica no aparelho celular ®*Samsung Note10*. Algumas anotações foram feitas no caderno de campo ao término da entrevista para relatar o nome de cada integrante, participação de cada e pontos em destaque da entrevista.

A entrevista foi de caráter participativo com observações feitas pelo entrevistador. As perguntas foram semiestruturadas para aumentar as possibilidades de interação com os entrevistados, sem ordem definida e feitas conforme o andamento da entrevista.

Foram feitas quatro perguntas (fora perguntas para iniciar a rotina da entrevista) na coleta de dados para triangulação de métodos.

- Se você pudesse escolher entre dissecar o origami ou um peixe de verdade, qual você escolheria? Por que?

- Você percebeu alguma diferença na dissecação livre da orientada? O que mudou em sua dissecação após a orientação? Alguma técnica te ajudou?

- Você conseguiu entender o conteúdo explicado pelo professor enquanto desenhava? Desenhar ajudou compreender o conteúdo?

- Por que você acha que ilustramos dentro do origami e não direto no caderno?

Todas as oito entrevistas (oito duplas de estudantes distintas de A à H) foram aplicadas oralmente e com a entrega de um documento resumo de toda prática (APÊNDICE), transcritas, analisadas, arquivadas e posteriormente utilizadas na triangulação de metodologias.

¹⁸ As gravações ocorreram com a anuência dos estudantes.

4.6. Análise dos Dados

Foi feita a análise dos três materiais desenvolvidos juntamente com os estudantes: caderno volante, relatório de dissecação e entrevistas semiestruturadas. Também foi utilizado para a análise dos dados um diário de campo que descreveu a prática cotidiana com observações e fotografias de cada etapa que serão descritas no item 5, resultados e discussão.

Para compreender os resultados obtidos com os principais parâmetros das ilustrações e colocações nas entrevistas, foi utilizado como referência a Análise de Conteúdo proposto por Bardin, definida da seguinte forma:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção de mensagens (BARDIN, 1979, p. 42).

Dentre os parâmetros qualitativos que essa pesquisa busca compreender estão os caminhos percorridos pelos estudantes para entender a ciência de Zoologia de Vertebrados. Foi verificado a qualidade, organização das ilustrações e indicações anatômicas para cruzar tais informações com as entrevistas, dados obtidos dos relatórios de dissecação com *software* de análise léxica de humor e caderno de campo do pesquisador. Foi verificado a eficiência da metodologia aplicada, compreensão e satisfação dos estudantes.

4.7. Aspectos Éticos da Pesquisa

Por se tratar de um trabalho realizado com seres humanos e também menores de 18 anos de idade, foram tomadas todas precauções determinadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Saúde da UnB – CEP – FS/UnB. A pesquisa foi aprovada em 19/11/2019 sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº18318519.2.0000.0030 em sua 3º versão e com financiamento próprio (ANEXO A).

A pesquisa prática com os estudantes em sala de aula só iniciou após a aprovação do comitê. Foi realizado um encontro inicial com os estudantes da turma selecionada para esclarecer a prática de pesquisa e também para repassar o cronograma e documentos que garantiam, em linguagem acessível aos estudantes e responsáveis, o direito de sigilo, termos de cessão e concordância para uso de conteúdo, voz e imagem para fins acadêmicos e as diretrizes da pesquisa (TCLE e TALE). Esses documentos foram entregues em duas vias, assinados, datados e devolvido uma das vias para a o pesquisador.

Também foram coletadas assinaturas dos responsáveis para fins de aplicação e autorização da prática de pesquisa das instituições coparticipantes (Direção do CEMSO) e proponentes (ICB/UnB), bem como termos que envolvem o assentimento, responsabilidade e compromisso do pesquisador. Todos esses documentos citados do projeto de pesquisa estão digitalizados e armazenados na Plataforma Brasil.

Vale ressaltar que a atividade foi aplicada no modelo de oficina não obrigatória e que também não era contabilizado como nota para o final do bimestre. Assim, além de manter a lisura na qualificação dos dados, não gerava nenhum constrangimento ao participante que se recusasse a participar. Também foi planejado uma segunda oficina no contraturno dos estudantes das outras turmas caso quisessem participar da atividade, no entanto devido a reclusão social decorrente da pandemia ocorrida em 2020, essa atividade foi suspensa.

As fotografias com estudantes presentes foram alteradas para preservar a identidade dos menores de 18 anos. Com relação às imagens e referências utilizadas na Sequência Didática, quando não de autoria própria, tiveram as fontes devidamente citadas conforme regulamentado pela Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98) e ABNT.

5. PRODUTO

Foi proposto um planejamento em SD para organizar a aplicação da atividade e também para orientação dos docentes que pretendem utilizar a metodologia proposta. Zabala define Sequência Didática como:

Conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998, p. 18).

Foi produzida uma Sequência Didática (SD) de Zoologia de Vertebrados com práticas de caráter investigativo que utilizam como principais ferramentas pedagógicas o uso de Ilustração Científica (IC) e produção de origamis que foram “dissecados” para permitir a visualização da anatomia interna de um origami de “peixe” para fins comparativos.

Ao preparar uma SD baseada em investigação, deve-se graduar a dificuldade da tarefa e organizar a orientação do professor em função das dificuldades do estudante (GUISASOLA *et al.*, 2009). Além da dificuldade, a SD leva em consideração a realidade dos estudantes. A proposta de materiais básicos e baixo custo visa agregar estudantes

independente das classes de modo que o próprio colégio pode fornecer os materiais de estudo e práticas.

Para formatar de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foram acrescentadas algumas competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propostas no documento (BRASIL, 2018). Também por esse motivo teriam proposto aos estudantes que possuem acesso à Internet uma página interativa no ©2006 *GSuite*, nesse caso o Google Sala de Aula® (©2014 *Google Classroom*) onde terão acesso à vídeos, exercícios, atividades práticas e a possibilidade de interatividade com o professor. A ferramenta de acesso virtual Google Sala de Aula® funciona bem como alternativa de ensino remoto tanto como opção, auxílio para estudantes que faltam determinada aula ou em casos de força maior como ocorreu em 2020 com a pandemia de Covid-19. Devido o quadro pandêmico, algumas cidades brasileiras passaram a adotar uma política de distanciamento, isolamento social, quarentena e até mesmo *lockdown*¹⁹. Desse modo, as escolas adotaram o ensino à distância como alternativa para diminuir o período que os estudantes ficariam sem aulas. Com isso em mente, o material impresso foi desenvolvido em paralelo com sua versão complementar na Internet.

Ao contrário que pareça, a Educação a Distância (EaD) não é uma novidade pedagógica (MOORE, KEARSLEY; 2010). Com o desenvolvimento de novas tecnologias, diferentes ferramentas passam a ser utilizadas e o processo educativo ganha novas possibilidades de disseminação. Vale destacar a diferença entre EaD e Ensino Mediado por Tecnologias, em que, no primeiro, não há o acompanhamento síncrono do professor em momento algum. No entanto, apesar das novas tecnologias, o professor continua como mediador do ensino auxiliando o estudante em suas limitações e estimulando cada vez mais seu protagonismo, disciplina e motivação (PRETI, 2011). O material presente na SD, permite manutenção do processo de ensino-aprendizagem pelo professor *in loco* ou como tecnologia de ensino com mediação nas atividades.

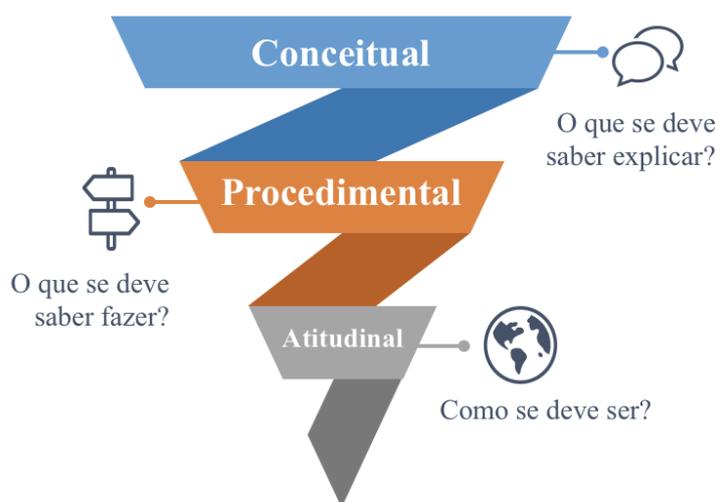
¹⁹ No distanciamento social, o estado promove campanhas e mudanças de rotina de modo que restrinja a aproximação das pessoas de forma voluntária. O isolamento social afasta as pessoas sintomáticas durante um período de 14 dias (no caso do Covid-19, tempo que o corpo leva para manifestar os sintomas da doença) ou mais dependendo dos resultados laboratoriais. Na quarentena ocorre restrição do acesso e circulação de pessoas que foram ou podem ter sido infectadas. Já no *lockdown*, ocorre uma paralização das atividades e uma considerável diminuição da circulação de pessoas e automóveis. As duas últimas são compulsórias sob tutela do estado (BRASIL, 2020).

5.1. Escolha do Tema

O conteúdo de Zoologia de Vertebrados possui uma vasta terminologia técnica relacionada às estruturas anatômicas e processos embriológicos. A associação de uma atividade lúdica como origami, técnica como a Ilustração Científica e acadêmica como a dissecação, torna o conteúdo de Zoologia prático e aplicável no cotidiano do estudante e diminui a distância entre a Universidade e o Ensino Médio.

Sobre os conteúdos, pode-se definir como o que se tem que aprender para atingir determinados objetivos que abrangem tanto as capacidades cognitivas como as demais capacidades: motoras, afetivas, de relações interpessoais e de inserção social (ZABALA, 1998). Os conteúdos da Sequência Didática seguem a fragmentação proposta por Zabala em três categorias de conteúdos de ensino: conceitual, procedimental e atitudinal (Figura 9).

Figura 9 - Conteúdos significativos proposto por Zabala.



Fonte: Adaptado de Zabala, 1998.

Conteúdo conceitual: corresponde a *o que devo saber explicar*, os conceitos propriamente ditos. Exemplo: aves e mamíferos são animais endotérmicos.

Conteúdo procedimental: corresponde a *o que se deve saber fazer*. Exemplo, conseguir identificar uma determinada espécie ao correr uma chave de identificação taxonômica.

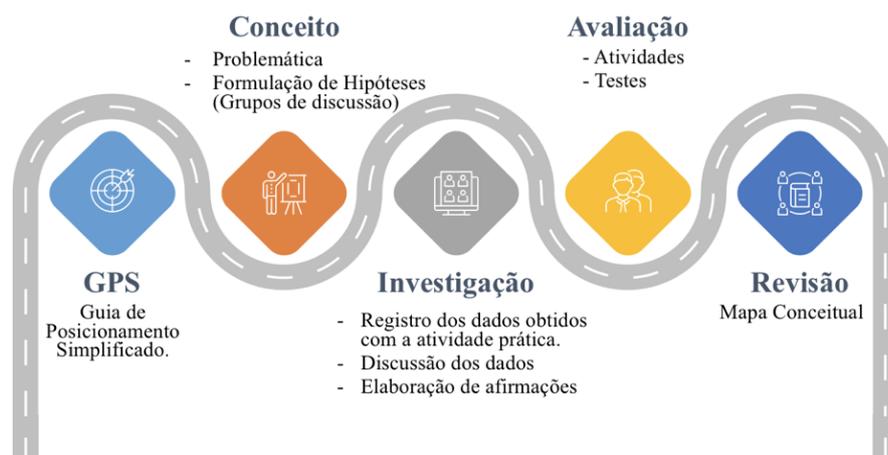
Conteúdo atitudinal: corresponde a *como se deve ser*. Engloba valores, atitudes e normas cotidianas que serão aplicadas em uma atividade. Exemplo, ao executar as dobraduras para fazer os origamis dos animais, o estudante presta atenção, coopera com a turma e colegas que não estão conseguindo, seja organizado e saiba aguardar as instruções.

5.2. Organização das Sequências Didáticas

São quatro Momentos no decorrer da Sequência Didática (SD) do conteúdo de Zoologia de vertebrados. Cada momento é formado por um pré-encontro executado exclusivamente pelo estudante (consiste em assistir uma vídeo-aula, algum texto ou exercício) e uma aula prática de 90 minutos no total (aula dupla). Cada Momento será apresentado com a seguinte divisão: GPS (Guia de Posicionamento Simplificado), Conceito, Investigação, Avaliação, Revisão (Figura 10).

Tais conteúdos, juntamente com as competências requisitadas, permeiam o letramento científico do estudante de modo que ele tenha mais fluidez no pensamento crítico científico.

Figura 10 - Organização da sequência didática em que cada plano de aula (momento) apresenta a seguinte sequência de etapas. A primeira e quinta etapa são semelhantes, no entanto, enquanto o GPS inicia o conteúdo, a revisão resgata todo conteúdo com o mapa conceitual após uma e duas semanas.



Fonte: Adaptado de Trivelato e Tonidandel (2015, p.108)

1ª Etapa – GPS²⁰: Antes de iniciar e aprofundar em qualquer conceito científico é fundamental que o estudante saiba se localizar e se encontra no conteúdo e saber a aplicação e relevância desse conceito em sua vida. Também é interessante situar o estudante onde ele se encontra no conteúdo anual, quanto tempo está previsto para conclusão do conteúdo que será estudado e o que ele será capaz de compreender ao concluir essa matéria.

²⁰. As etapas de cada um dos 4 Momentos que será trabalhado tem como base as quatro etapas que definem as habilidades fundamentais da metodologia científica segundo Zabala (1998): explorar, investigar, solucionar problemas e avaliar. Foi acrescentado GPS e Revisão, sendo que a “solução de problemas” de Zabala está embutido no tópico “investigação” da SD proposta.

Para isso é importante uma introdução do conteúdo que permita o posicionamento do estudante na matéria. Na Sequência Didática denominamos essa etapa de Guia de Posicionamento Simplificado, ou GPS. O GPS do conteúdo pode ser feito com uma indagação pertinente, uma situação problema, um vídeo ou um texto curto, bem como numa roda de conversa. Portanto, para cada tema trabalhado, foi sugerido na sequência didática um mapa conceitual para ser usado no início e no fechamento de cada conteúdo. A maneira que o professor irá trabalhar com tais mapas depende da dinâmica de cada turma, conteúdos já trabalhados e do grau de aprofundamento do conteúdo adotado pelo professor e currículo escolar. Vale lembrar que, nesse primeiro momento de apresentação do conteúdo para o estudante não é necessário aprofundar nos conceitos e terminologias.

2ª Etapa – Conceito: Para que essa etapa seja significativa é importante a formulação de uma problemática que sirva de norte para o levantamento de informações acerca do conteúdo. A problemática proposta para os estudantes pode ser introduzida com uma pergunta, uma breve aula ou revisão de terminologias para melhor compreensão do conteúdo que será estudado.

Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), no ensino por investigação os estudantes enfrentam diversas situações na proposição de um problema que exigem engajamento, desenvolvimento de estratégias e certa autonomia. Tal engajamento e autonomia dependem de os estudantes reconhecerem a o problema proposto que irá orientá-los no processo investigativo. Se essa questão se encontra distante ou fora da estrutura cognitiva do aluno não há como ser reconhecida como um problema a ser investigado. O papel do professor é fundamental nessa e na próxima etapa na elaboração de perguntas pertinentes e coerente com o público, estimulando a investigação realizada pelo estudante, porém guiada pelo professor.

3ª Etapa – Investigação: A investigação de conceitos é o momento em que o estudante busca respostas utilizando diferentes ferramentas (caderno de anotações, livro didático, apostilas, revistas, sites de busca, aplicativos, vídeo aulas, jogos) para a resolução de um problema proposto. Entretanto é importante ressaltar que essa etapa deve ter caráter investigativo. Ou seja, invés de trabalhar determinado conceito de modo meramente expositivo, aplica-se uma problemática em que o estudante formule hipóteses e discuta os resultados obtidos com base na pesquisa realizada por ele.

A obtenção de dados é inerente a própria natureza científica e também deve integrar uma SD investigativa. Por meio da coleta de dados iniciais, tanto os diretos ou indiretos, fornecidos ou obtidos por literatura, tomados por meio de observação qualitativa ou quantitativa, podem fornecer a maioria dos dados científicos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). O estudante está relativamente familiarizado com muitos fenômenos científicos em seu cotidiano, no entanto não ocorre a significação entre fenômeno com a ciência. A relação desses fenômenos com as teorias explicativas que permeia a compreensão.

Por fim, a partir da compreensão dos dados, os estudantes serão estimulados a formularem hipóteses. Não é raro fazerem algumas sugestões de respostas baseadas nas observações coletadas para solucionar o problema proposto. A formulação dessas sugestões é uma das premissas básicas na ciência e tem um papel importante no desenvolvimento da atividade no processo de ensino investigativo, auxiliando o estudante a formular suas concepções e afirmações sobre determinado tema e também auxilia o professor que passará a ter elementos para planejar intervenções e reestruturações necessárias (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

4ª Etapa – Avaliação: Talvez seja a etapa mais importante para trabalhar a familiarização pedagógica no binômio professor e estudante, principalmente por ser um instrumento que traz muitos dados ao professor além de ser uma boa ferramenta de verificação e fixação da aprendizagem. No entanto o temor dos estudantes por essa etapa acaba por ofuscar suas vantagens.

Por meio da avaliação é possível averiguar as diferentes formas de entender o mesmo assunto, as dinâmicas e práticas executadas pelos estudantes, verificar possíveis falhas no ensino de determinado tema, qualidade das respostas e claro, um retorno dos resultados para a turma. Dessa forma é possível entender em que estágio a turma se encontra e orientar melhor o conteúdo de acordo com o perfil dos estudantes que compõe a turma. O caderno de campo foi proposto com a intenção de facilitar o processo avaliativo além do ser caráter lúdico e agregador.

5ª Etapa – Revisão: Esse momento exige pouco tempo investido e um retorno muito positivo quanto a sedimentação do conhecimento. O simples fato de uma informação ser esquecida justifica uso de um recurso de repetição do conteúdo em uma SD. O esquecimento

pode ser abordado em três perspectivas: (1) falha no resgate da informação retida na memória; (2) distorções mnemônicas decorrentes de uma influência ativa de conhecimentos previamente esquematizados; (3) resultado da interferência entre diferentes informações armazenadas (SCHWARTZ; REISBERG, 1991).

Quadro 2 - Síntese da Sequência Didática

Momento	Tema do Momento	Aula	Duração	Tema e Conceito das Aulas
Momento Zero	Administrativo	Pré-encontro	-	Como usar plataforma e elaboração do caderno de campo.
Momento 1	Características Gerais e Protocordados	Pré-encontro 1	-	Atividade: Relógio do Tempo. Características Gerais e Classificação dos Cordados. Protocordados
		Aula 1	90 minutos	Atividade prática de classificação de material escolar.
		Aula 2	90 minutos	Atividade prática de dissecação de origami de protocordado.
Momento 2	Peixes	Pré-encontro 2	-	Ilustração e dissecação do origami de anfioxo. Características Gerais ²¹ , Classificação e Evolução dos Craniatas Agnatos, cartilaginosos e ósseos.
		Aula 3	90 minutos	Ilustração e dissecação do origami de condricte e osteícte.
Momento 3	Anfíbios e Répteis	Pré-encontro 3	-	Características Gerais, classificação, evolução, toxicologia, comparação anatômica e fisiológica.
		Aula 4	90 minutos	Ilustração e dissecação do origami de sapo e tartaruga.
Momento 4	Aves e Mamíferos	Pré-encontro 4	-	Características gerais, classificação, anatomia e fisiologia comparada, endotermia.
		Aula 5	90 minutos	Ilustração e dissecação origami de ave e mamífero (escolha do aluno).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

²¹ A partir desse ponto, entende-se como Características Gerais anatomia e fisiologia dos animais. Interessante sempre fazer uma abordagem comparativa dos sistemas com as diferentes classes, por exemplo: o sistema circulatório possui coração com diferentes quantidades de câmaras, podendo a circulação ser completa ou incompleta, simples e dupla, fechada ou parcialmente fechada.

A repetição do conteúdo realizada visa fidelizar o resgate da informação de modo mais significativo. De acordo com a investigação empírica e sistemática do processo de esquecimento feita por Ebbinghaus, uma parte considerável do conteúdo é esquecido logo nos primeiros minutos no decorrer da atividade ou aula expositiva após a aprendizagem (PERGHER; STEIN, 2003).

O ideal é que seja feito um resgate de parte do conteúdo antes do início de uma próxima etapa. Essa pincelada superficial do conteúdo pode ocorrer após a primeira semana e na subsequente, no entanto não deve tomar mais cinco minutos da aula. O objetivo é manter presente um conteúdo já visto, criando uma redundância proposital mesmo depois do estudante rever o assunto em atividades extraclasse.

5.3. Material do Estudante

O material do estudante foi elaborado para auxiliar o estudante na resolução das atividades e compreensão do conteúdo de Zoologia de Vertebrados. O material também pode ser utilizado pelo professor para orientar a condução do conteúdo e explicação dos exercícios.

O Material do Estudante foi organizado em: características gerais, classificação, Urocordados, Cefalocordados, Craniatas (com a classificação da Superclasse Peixes e principais características).

Todo material encontra-se anexado à Sequência Didática (Produto, item 4) para fins de distribuição caso o professor tenha interesse em fotocopiar o material para seus estudantes ou digitalizado para acesso remoto (Figura 11).

Figura 11 - QRCode para acesso do Material do Estudante. Também pode ser acessado pelo endereço <https://bit.ly/3ksRaZq>



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

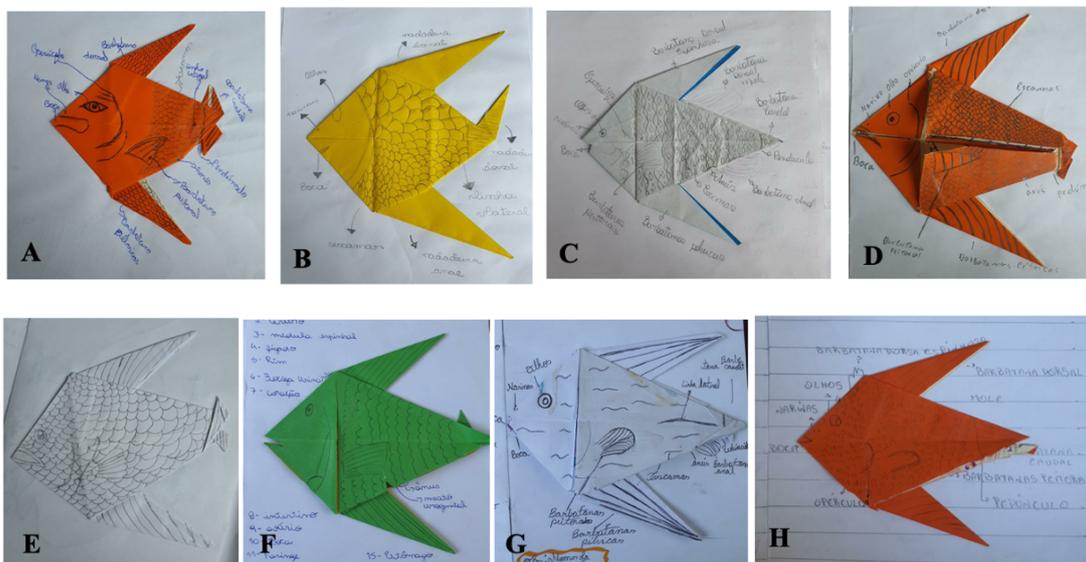
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três materiais produzidos pelos estudantes foram analisados, tiveram dados coletados e os resultados estão repassados individualmente nesse tópico. Em seguida, esses resultados foram triangulados comparativamente e discutidos em seguida.

6.1. Caderno Volante

De um total de 11 duplas de estudantes, 8 delas entregaram seus CV, as demais não compareceram ao encontro de devolução do CV ou disseram que iriam entregar num dia combinado e não entregaram. O sigilo dos estudantes foi preservado com letras para cada dupla (de A até K) (Figura 12).

Figura 12 - Origami 1. Ilustração da anatomia externa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Apesar de ser um momento fora do conteúdo de Biologia, tirar parte da aula para interagir com os estudantes na elaboração do Caderno Volante, foi uma ótima forma de aproximar e descontrair o ambiente já que o pesquisador ainda era desconhecido por eles. Além disso, o Caderno Volante organiza todo material produzido e trabalhado para ser recolhido. Muitos aproveitaram o tempo extra para personalizar a capa e organizar o sumário de atividades, inclusive com temáticas sobre o conteúdo de Zoologia de Vertebrados (Figura 13).

Figura 13 - Alguns exemplos de cadernos volantes elaborados pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

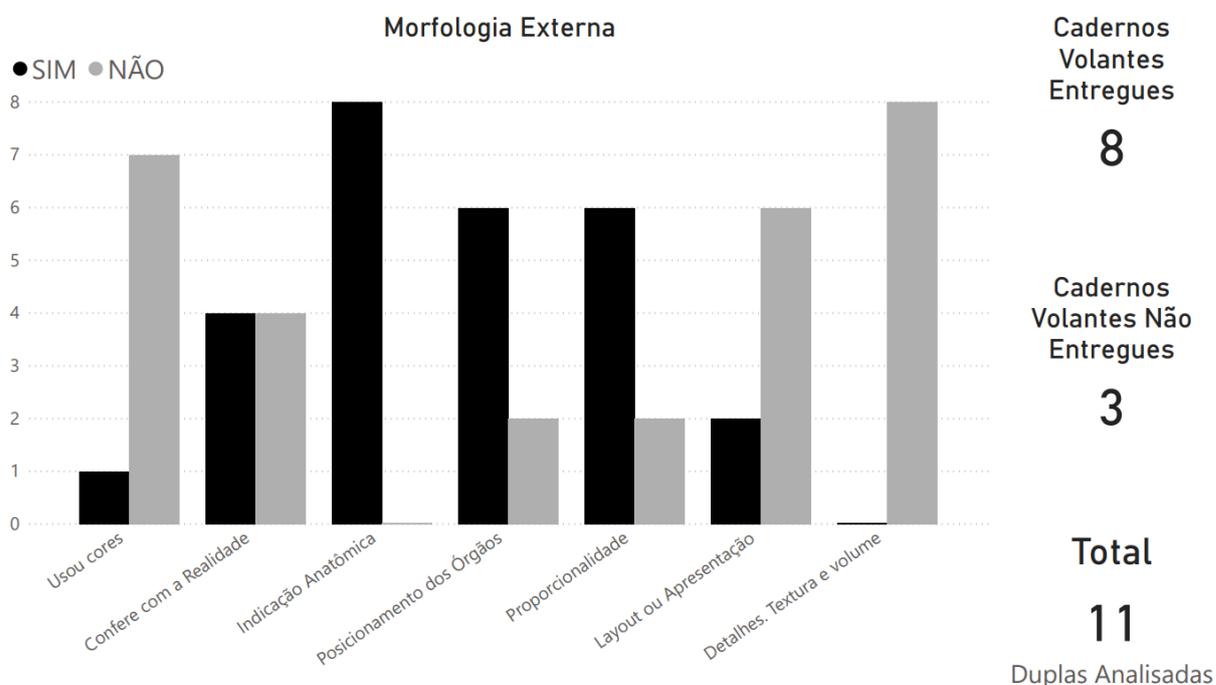
Os parâmetros analisados em cada Caderno Volante foram: a) se confere com a realidade; b) Indicação anatômica; c) posicionamento dos órgãos; d) proporcionalidade; e) *layout* ou apresentação do material; f) se usou cores; g) detalhes como textura e volume. Esses parâmetros foram verificados em uma tabela avaliativa para facilitar a visualização, verificação e análise (APÊNDICE A). Foram escolhidos parâmetros objetivos para serem plotados de forma binária como “confere” / “não confere” ou simplesmente “sim” ou “não”. O parâmetro “qualidade da dobradura” foi avaliado, porém retirado da análise dos dados por ser o único item dissonante à ilustração científica e também porque todos estudantes fizeram vários origamis como treino e escolheram apenas os melhores.

O parâmetro “confere com a realidade” (Figura 14) refere-se à ilustração mais fidedigna possível utilizando uma foto e uma ilustração de peixe como referência. Algumas duplas representaram a morfologia externa do peixe de modo bem fidedigno, no entanto, outras duplas ilustraram olhos com sobrancelha e pálpebra, escamas invertidas, boca representada apenas por traço sorridente ou triste, sardas. Nesses casos, as duplas foram orientadas posteriormente sobre os detalhes da morfologia do animal ilustrado. Apesar disso, todas duplas desenharam e indicaram a presença de opérculo²² nos peixes (com exceção da

²² Placa óssea presente ao lado da cabeça dos peixes ósseos posicionada sobre as brânquias. Ausente nos peixes cartilagosos.

dupla G). Provavelmente os estudantes estavam mais atentos para esse detalhe porque foi trabalhado em sala as diferenças entre peixes ósseos e cartilagosos pouco antes das ilustrações da morfologia externa dos peixes.

Figura 14 - Parâmetros observados na morfologia externa dos peixes.

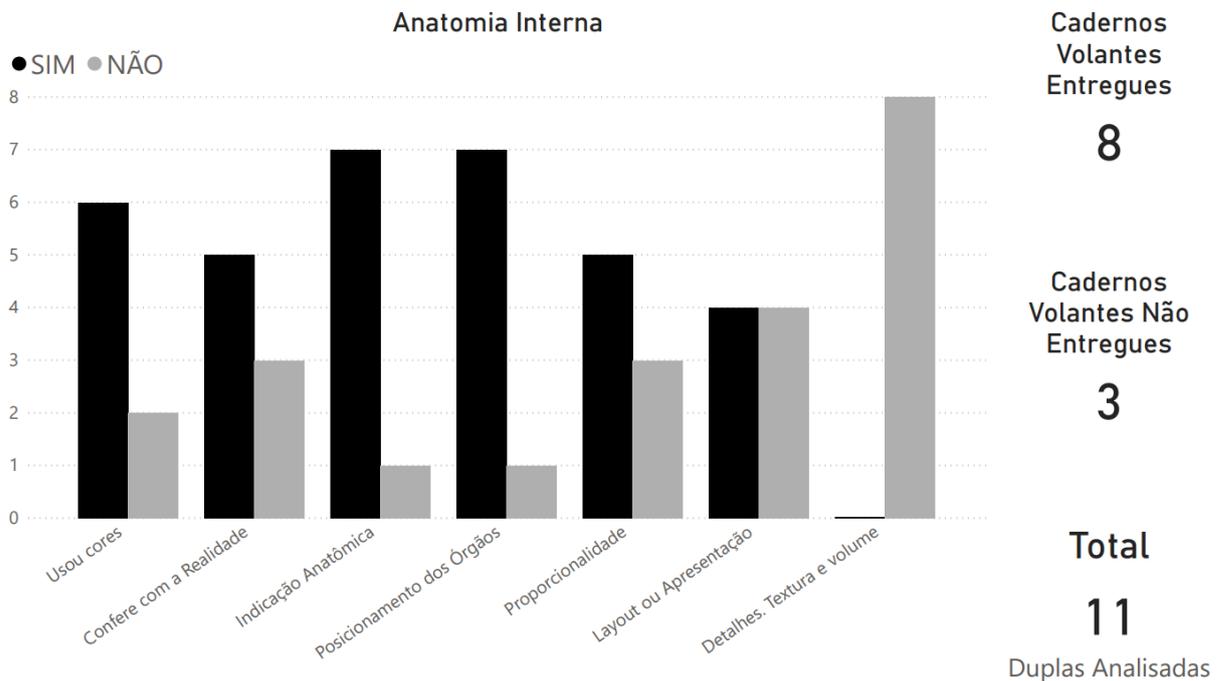


Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Um dado curioso foi a quantidade de estudantes que não utilizaram cores para colorir os origamis externamente nessa primeira etapa. Muito provavelmente porque as orientações sobre técnicas de ilustração científica foram repassadas só no segundo encontro quando os origamis foram dissecados e ilustrados em seu interior. O mesmo se aplica ao parâmetro “confere com a realidade” e “*layout* ou apresentação” que na segunda aula foi ensinado a importância da observação, de desenhar detalhadamente, destacar determinada característica e organização da prancha de apresentação.

Na representação da anatomia interna teve uma mudança significativa na quantidade de ilustrações com o uso de cores, um cuidado maior com a representação mais fidedigna da imagem do espécime projetado, e posicionamento dos órgãos (Figura 15). O parâmetro “proporcionalidade” apesar de ter diminuído pouco, foi um avanço considerando que o estudante observa a anatomia externa muito mais do que a interna no cotidiano.

Figura 15 - Parâmetros observados na anatomia interna dos peixes.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

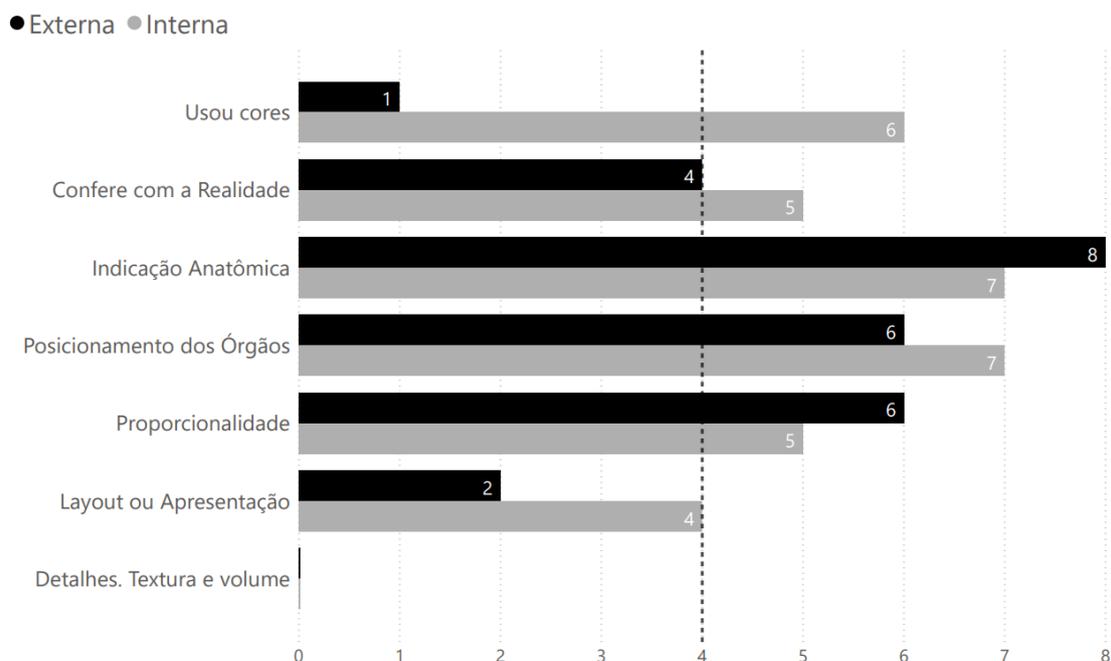
Dentre os itens listados, o CV que consta não apresentar indicação na Anatomia Interna (CV dupla-E) até possuía indicação, no entanto a dupla optou por fazer as indicações em uma ilustração e não no próprio origami, o que caracteriza também uma piora no *layout*.

Na comparação entre as ilustrações da Anatomia Interna e Morfologia Externa (Figura 16) fica evidente a necessidade de trabalhar de modo mais aprofundado técnicas de ilustração como noções de profundidade, volume e sombra bem como o próprio *layout* do trabalho produzido. Não se trata apenas de uma questão estética, mas sim de rigor científico, um dos pilares da IC (ILLUSTRACIENCIA, 2019). Essa limitação pode ser diminuída com ensino interdisciplinar de Biologia e Educação Artística no Ensino Médio ou, ainda melhor, entre Ciências e Artes no Ensino Fundamental pois a prática de atividades que envolvam desenho e pintura estão mais presentes.

O uso de cores não é um parâmetro que denota qualidade da IC, mas sim uma técnica que pode ser utilizada quando se busca uma representação gráfica fiel às cores do material de estudo que, em muitos casos, é uma característica importante na identificação de espécies e diferenciação de estruturas (RAPATÃO; PEIRÓ, 2016). Cabe ao ilustrador escolher a melhor técnica para representar o espécime estudado, nesse caso as cores facilitam didaticamente a distinção dos órgãos no interior do peixe dissecado. Também seria possível

fazer essa distinção usando técnicas com grafite, carvão ou nanquim desde que fosse trabalhado textura, volume e profundidade (LIDDLE, 1982).

Figura 16 - Comparação dos parâmetros analisados na anatomia interna e morfologia externa. A indicação 4 representa 50% da amostra.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Na IC é fundamental um certo nível de conhecimento das técnicas para uma representação fiel do material biológico (LIDDLE, 1982). No entanto, essa oficina de prática de dissecação de origamis teve como um dos objetivos a aproximação do estudante do meio acadêmico apresentando os requisitos necessários para se obter um nível de excelência sem desmotivar os estudantes que acabaram de ingressar nessa ciência. A ilustração em si não é uma novidade, mas o rigor científico é um critério até então desconhecido por muitos estudantes. O incentivo é um recurso obrigatório nessa etapa para evitar a desmotivação dos estudantes mais exigentes e permitir que ocorra uma evolução natural da qualidade das ilustrações com a prática contínua de diferentes técnicas (EDWARDS, 1999).

6.2. Dissecção e Relatórios

Repassar conceitos de dissecção, técnicas de IC e o conteúdo de Zoologia de Vertebrados até pode ser feito de forma direta e expositiva, no entanto, utilizar uma situação problemática para motivar e incentivar o estudante a buscar a informação pode ser muito mais significativo.

Como já descrito na metodologia, no segundo encontro com a turma foi realizada uma prática de dissecção do origami de peixe e anotações dos processos, etapas e observações dos estudantes em um relatório de dissecção.

A primeira etapa foi a dissecção livre e a segunda foi a dissecção orientada. Na primeira, todas duplas não conseguiram manter a integridade estrutural da peça de origami (Figura 17).

Figura 17 - Origami 2. Exemplos de dissecção livre realizada pelos estudantes sem orientação técnica. Primeira foto à esquerda com origami e relatório de dissecção embaixo. Observe que algumas peças perdem o formato inicial e/ou não conseguem expor o conteúdo interno mantendo a integridade da peça.



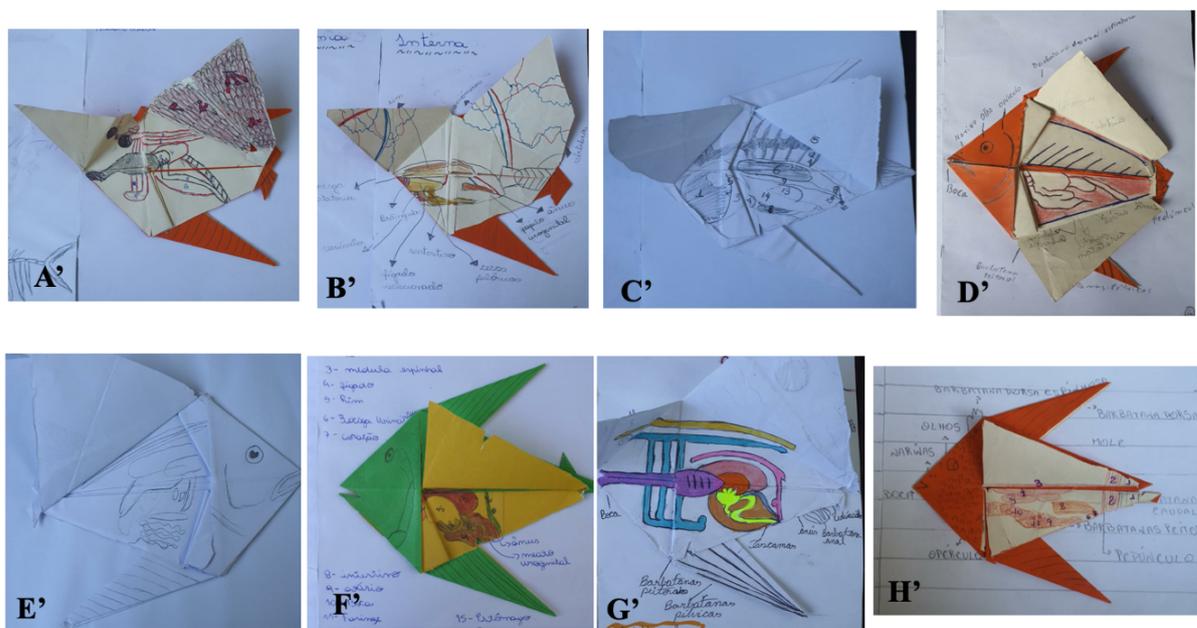
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Em seguida, os estudantes iniciaram a dissecção orientada dos origamis. As duplas inverteram quem estava dissecando e quem estava fazendo as anotações no relatório de dissecção, dessa forma os estudantes participavam de todas etapas propostas. Eles receberam a orientação de como executar a dissecção (Figura 6), iniciaram a atividade e continuaram com as descrições no relatório de dissecção. Todas as duplas seguiram as orientações demonstradas, exceto a dupla D que optou por criar o próprio método. A dupla até se propôs a dissecar conforme as orientações propostas (Figura 6), no entanto foi solicitado que mantivessem para fins comparativos, pois o método utilizado por eles foi original e muito mais prático para um origami. A abertura lateral fica muito mais firme e, apesar de não mostrar o interior do crânio, é possível observar quase todo o interior do animal sem destacar

a pele da carcaça. A justificativa para a adoção da técnica repassada para os estudantes foi para simular a dissecação em um animal real, por isso o corte ventral e não lateral como adotado pela dupla D. As duplas F e H não completaram a dissecação até o dorso do peixe. As demais duplas completaram a dissecação conforme o proposto.

Ao término da dissecação orientada, os estudantes ilustraram os órgãos e sistemas (Figura 18) conforme a imagem projetada em sala (Figura 8). Eles receberam como orientação *fazer o desenho apenas no interior do animal e que a pele do animal não serve para ampliar a área de ilustração*. Também foram orientados para deixar o *layout* bem estruturado de modo que as estruturas anatômicas ficassem bem indicadas.

Figura 18 - Origami 3. Dissecação orientada. Após a dissecação, as duplas ilustraram o interior do peixe utilizando uma ilustração projetada como referência.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

As duplas A e B ilustram a parte interna do tegumento com estruturas próprias como vasos sanguíneos. As duplas C e E ilustraram apenas com uso de grafite, os demais coloriram com canetas e lápis de cor. As duplas G e E também fizeram uma ilustração do peixe e sua anatomia interna além do feito no interior do origami. Na verdade, essas duplas externaram a vontade dos demais estudantes por mais espaço para desenhar a anatomia interna. No decorrer da prática, muitos estudantes reclamavam sobre a dificuldade de desenhar toda anatomia no interior do peixe e por isso preferiam fazer com mais tempo em casa.

Quanto aos relatórios de dissecação orientada, ocorreu uma pequena diminuição do processo descritivo nessa etapa (Figura 19) porém, mesmo assim, com caráter semântico significativo já que a aferência de humor projetou em direção oposta à dissecação livre. Em outras palavras, no que tange à percepção dos estudantes nos dois momentos distintos dessa prática com dissecação livre e orientada, eles tiveram uma percepção distinta segundo a leitura do *software online ©Tone Analyser*.

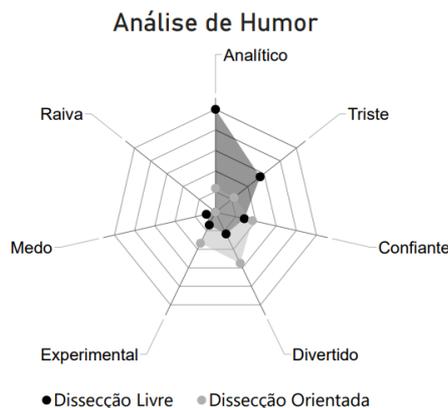
Figura 19 - QRCode para acesso de todos relatórios de dissecação. Também pode ser acessado pelo endereço <https://bit.ly/33KFTyh>



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

No primeiro momento, os estudantes estão mais analíticos e insatisfeitos com os resultados. Já na dissecação orientada, apesar de mais complexa, os estudantes estão mais satisfeitos com os resultados. (Figura 20).

Figura 20 - Comparação de humor durante a dissecação livre e orientada analisada por um gráfico radial.

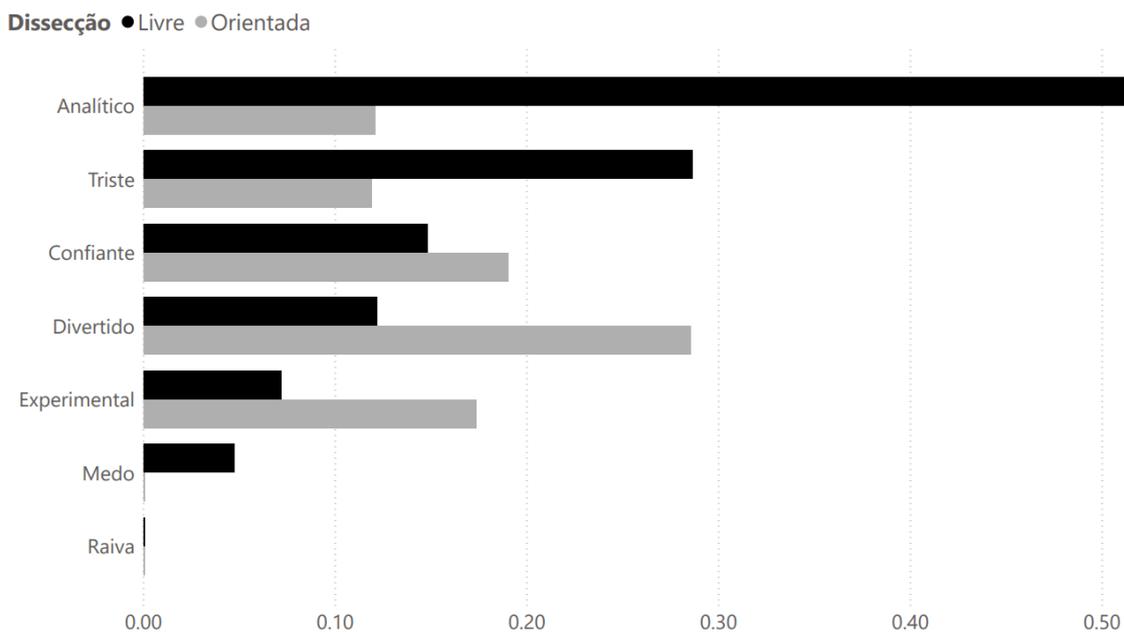


Parâmetro	Média da Dissecação Livre	Média da Dissecação Orientada
Raiva	0.00	0.00
Medo	0.05	0.00
Experimental	0.07	0.17
Divertido	0.12	0.29
Confiante	0.15	0.19
Triste	0.29	0.12
Analítico	0.52	0.12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020

Os resultados dos fatores “analítico” e “triste” foram dados interessantes de se observar com a utilização dessa metodologia de análise de conteúdo (Figura 21). Uma vez que a atividade tem caráter investigativo, é natural a busca por respostas e a insatisfação com os primeiros resultados.

Figura 21 - Comparação da análise de humor durante a dissecação livre e orientada.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Evidentemente que essa pequena amostra não é determinista, ainda mais em um trabalho que busca analisar qualitativamente a atividade aplicada, no entanto, abre um novo olhar sobre o uso das ferramentas de análise de humor que geralmente é usado pelas mídias sociais como ferramenta para medir o sentimento ou polaridade em redes sociais online (REIS; *et al.*, 2015). O registro online de interações sociais e experiências interpessoais continuará em ampla ascensão, fornecendo conjuntos de dados cada vez mais ricos e a consequente oportunidade e necessidade investigações em diferentes áreas da ciência (DODDS; DANFORTH, 2009).

6.3. Entrevistas Semiestruturadas

As entrevistas semiestruturadas tem como vantagem a maior interatividade na interlocução, de modo que o entrevistado pode discorrer sobre sua prática a partir do foco proposto pelo entrevistador. Ao mesmo tempo, permite uma maior liberdade e espontaneidade do informante nas respostas (TRIVIÑOS, 1987).

Nos argumentos dos estudantes ficou evidente o aumento de interesse na atividade envolvendo a metodologia adotada. Quando questionados sobre o interesse nas atividades que envolvem origami, dissecação e IC, 100% (n=16) dos estudantes afirmaram que a aula ficou mais interessante.

Com relação à substituição de um ser vivo por um origami no processo de dissecação, 75% (n=12) preferem o origami pelos mais variados motivos. Dentre esses estudantes, um argumentou *“Não gosto do cheiro de peixe. Tenho nojo. Prefiro papel”*, segundo um estudante da dupla A. Dois estudantes alegaram questões éticas como *“Prefiro dissecar um origami porque assim não preciso matar um bichinho. Tenho dó. Se eu quiser ver um, entro no YouTube”*, ressaltou um estudante da dupla B; *“Entendo que é proibido. Podemos usar livros e desenhos para entender”*; disse um estudante da dupla F. Em contrapartida, ambos estudantes da dupla C afirmaram preferir dissecar um animal real, *“Claro que eu prefiro dissecar um animal! Queria mesmo abrir uma cobra(...) Mas não deve dar para trazer pra escola”*, afirmou um dos estudantes.

Quando as pessoas participam ativamente da execução de formas, vendo-as surgir de suas mãos, não só se cria uma situação afetiva imediatamente carregada de associações como também o exemplo físico e concreto que é sempre mais eloquente do que simples explicações abstratas (OSTROWER, 1991).

No quesito dificuldade de dissecar os origamis antes das orientações técnicas, todos estudantes confirmaram ter mais facilidade em dissecar após receberem as orientações. *“É difícil abrir direitinho. Ficou mais fácil quando você ensinou, mas minha tesoura não ajuda. Não sabia que tinha uma ordem (no processo de dissecação)”*; afirmou um estudante da dupla C.

Todos estudantes consideraram o desenho uma boa ferramenta de aprendizado e estudo e apenas 12,50% (n=2) dos estudantes disseram não conseguir entender o conteúdo explicado enquanto eles ilustravam ou dissecavam o origami. *“Não entendemos o que é opérculo. Daí você mandou procurar...”*, descreveu um dos estudantes da dupla C sobre atividade investigativa durante a ilustração.

Por fim, sobre as ilustrações, todos os estudantes afirmaram achar difícil ilustrar os órgãos no interior do origami. Ainda com relação à ilustração no interior do origami, 62,5% (n=10) afirmaram que a ilustração foi feita no interior do animal porque assim estaria descrevendo a realidade, o que demonstra um pouco mais da metade dos estudantes compreendendo a complexidade e organização anatômica no interior do animal. Para isso é necessária uma relação próxima à Biologia, com um olhar mais preciso e mais atento para encontrar detalhes. Os naturalistas chamam a atenção para a importância do contato com a natureza no processo de construção da ciência (KURY, 2001).

Ainda sobre os dados anteriores, um integrante da dupla H afirmou em contrapartida *“Desenhar tudo dentro (do peixe) não é fácil. Só consegui terminar em casa.”*. Dos 16 estudantes, 6,25% (n=1) disse a ilustração no interior foi para melhorar a organização do Caderno Volante, 6,25% (n=1) disse que o objetivo era ter mais espaço livre para copiar o conteúdo, 25% (n=4) não souberam responder.

As entrevistas também auxiliaram na melhora da qualidade do produto com relação à linguagem, imagens e práticas. Ao término das entrevistas alguns estudantes fizeram sugestões como aprofundar mais na teoria, exibição de vídeos com dissecação real, utilização de equipamentos cirúrgicos como bisturi e utilização de outros origamis de animais para dissecação e ilustração.

7. CONCLUSÃO

Verificou-se que o ensino de Zoologia de Vertebrados por meio da utilização de origamis dissecados e ilustrados tem potencial como ferramenta de ensino para aprimorar o aprendizado. Também foi observado um aumento do interesse nas aulas e melhora da organização do material de estudo quando utilizado o caderno volante para compilação das atividades.

Essas estratégias e ferramentas de ensino propostas tornam as aulas mais prazerosas e, juntamente com a metodologia de ensino investigativo, permitem com que o estudante desenvolva seu olhar crítico, se torne mais participativo e atuante no conteúdo estudado, contribuindo para o processo de letramento científico.

O Caderno Volante desenvolvido pelo estudante, permite que o conteúdo de Zoologia de Vertebrados seja abordado e organizado de diferentes formas. Além da elaboração, dissecação e ilustração anatômica dos origamis, as demais páginas podem ser utilizadas para elaboração de resumos, resolução de atividades, construção de mapas mentais, diversificando ainda mais as metodologias utilizadas em paralelo com o estudo da anatomia e morfologia.

Quanto às ilustrações, a proposta central foi com relação à clareza de informações indicadas. No entanto, o esforço em fazer um desenho mais preciso, colorir, organizar para obter uma melhor visualização, detalhes como vasos sanguíneos e escamas, demonstram interesse e acurácia na observação.

As dissecações aproximaram os estudantes do ambiente acadêmico e técnico de uma forma segura, lúdica e ética sem envolver o uso de cobaias. As práticas realizadas com os estudantes auxiliaram a aprimorar a SD que foi elaborada como produto na conclusão desse trabalho que se encontra na versão impressa e digital-interativa.

Sobre futuras pesquisas, a metodologia de ensino investigativo juntamente com técnicas de dissecação de origamis e ilustração científica, poderia ser utilizado no ensino de Ciências no Ensino Fundamental e também em associação interdisciplinar com matérias como Educação Artística. Os origamis dissecados também podem servir como plano de

fundo na elaboração de *software* de Realidade Aumentada²³ (RA ou AR, do inglês *Augmented Reality*), associando uma ilustração anatômica e morfológica de determinada espécie sobre o origami dissecado.

²³ Trata-se de uma tecnologia de integração de elementos ou informações virtuais a visualizações do mundo real através de uma câmera de um aparelho celular ou *tablet*. Utiliza sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro que estão presentes no aparelho.

8. REFERÊNCIAS

ABEGG, I.; BASTOS, F.P. Fundamentos para uma prática de ensino-investigativa em ciências naturais e suas tecnologias: exemplar de uma experiência em séries iniciais. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**. Pontevedra, v. 4, n. 3, p. 471-495, mar. 2005.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia dos organismos**: a diversidade dos seres vivos. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 3 v. (Anatomia e fisiologia de plantas e de animais).

AMORIM, D. S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **ciência & ambiente**. V. 36, p. 125-150. 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

BARELL, J. **Problem-based learning**: The foundation for 21st century skills. In: BELLANCA, J.; BRANDT, R. (Orgs.). 21 st century skills: Rethinking how students learn. Bloomington: Solution Tree Press, 2010. P. 175-199.

BENDER, W.N.; HORN, M.G.S. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. 156 p. v. 1.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flipped learning**: gateway to student engagement. Washington: Iste, 2014. 169 p.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1991. 335 p.

BONES, V.C. O uso de animais em aulas práticas do ensino médio. **Educação e cidadania**: gênero e cidadania. Porto Alegre, v. 1, n. 16, p.8-15, mar. 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1998.

_____. INEP. (comp.). **Resumo técnico**: resultados do ideb. Resultados do ideb. 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/ideb/resultados>. Acesso em: 11 jun. 2020.

_____. INEP. (comp.). **Indicador apresenta distorção idade-série para ensino fundamental e médio.** Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo>. Acesso em: 10 nov. 2020.

_____. **Lei Federal nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm. Acesso em: 9 Mr 2019.

_____. **Lei no 11.794**, de 8 de outubro de 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111794.htm. Acesso em: 9 Mar 2019.

_____. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Plano Nacional de Educação - Pne.** Brasil, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm>. Acesso em: 19 Fev. 2018.

_____. MEC. (ed.). **Base Nacional Comum Curricular: bncc.** BNCC. 2018. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2020.

_____. PNUD. (comp.) **Ranking IDHM municípios 2010.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

_____. UFRGS. Ministério da Saúde (comp.). **Qual a diferença de distanciamento social, isolamento e quarentena?** 2020. Disponível em: https://www.ufrgs.br/telessaunders/posts_coronavirus/qual-a-diferenca-de-distanciamento-social-isolamento-e-quarentena/. Acesso em: 20 jul. 2020.

Carr, W; Kemmis, S. **Becoming critical:** education, knowledge and action research. London: The Falmer Press, 1986.

CODEPLAN. **Codeplan divulga os dados da RAI Brasília / Plano Piloto.** Disponível em: <http://www.planopiloto.df.gov.br/2019/05/22/codeplan-divulga-novos-dados-para-a-rai-brasilia-plano-piloto/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

_____. **PDAD 2018** Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2018/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

CUNHA, R.B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, [S.L.], v. 22, n. 68, p. 169-186, mar. 2017.

DODDS, P. S.; DANFORTH, C. M. Measuring the happiness of large-scale written expression: songs, blogs, and presidents. **Journal Of Happiness Studies**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 441-456, 17 jul. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10902-009-9150-9>.

EDWARDS, B. **Drawing on the right side of the brain: the definitive**. 4. ed. New York: Penguin Putnam Inc., 1999.

EARTHLINGS. Direção de Shaun Monson. Los Angeles: Nation Earth, 2005. Color.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed / Bookman, 2009. 196 p.

GENOVA, C. **Origami: dobras, contas e encantos**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009. 216 p. v. 1.

GUISASOLA, J.; ALMUDI, J.M.; CEBERIO, M.; ZUBIMENDI, J.L. Designing and evaluating research-based instructional sequences for introducing magnetic fields. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 7, n. 4, p. 699-722, 2009.

GUSMÃO, A.M. (org.). **Projeto Político-Pedagógico: gestão que se constrói em equipe**. Brasília: GDF, 2019. 142 p.

HAJAR, Rachel. Medical illustration: art in medical education. **Heart Views**, v. 12, n. 2, p.83-95, 2011.

HALL, V.C.; BAILEY, J.; TILLMAN, C. Can student-generated illustrations be worth ten thousand words? **Journal of educational psychology**, [S.L.], v. 89, n. 4, p. 677-681, dez. 1997. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.89.4.677>.

HENICK, D.; MARGULIES, I.; SAYEGH, F.; TAUB, P. The Blepharoplasty Teacher: origami model for learning eyelid anatomy. **Investigative ophthalmology & visual science: ARVO Annual Meeting Abstract**, Maryland, v. 61, n. 7, p. 3958-3959, jun. 2020.

HODGES, E.R.S. **The guild handbook of scientific illustration**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de língua portuguesa**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

IBM (org.). **Tone analyzer**. Watson developer cloud. Disponível em: <https://tone-analyzer-demo.ng.bluemix.net>. Acesso em: 2 ago. 2020.

ILLUSTRACIENCIA. **What is scientific illustration?** 2019. Disponível em: <http://ilustraciencia.info/en/que-es-la-ilustracion-cientifica/>. Acesso em: 1 ago. 2020.

JANEIRO, A.R.; PECHULA, M.R. Anatomia: uma ciência morta? o conceito de "arte-anatomia" através da história da biologia. **Experiências em ensino de ciências**, Mato Grosso, v. 11, n. 1, p. 12-30, maio 2016.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.; RODRIGUES, M.; DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science. Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

JUKES, N. **Are animals necessary in biological education?** Alternatives to laboratory animals (ATLA) 32, Fourth World Congress: 2004, Suplemento 1, 753–754 p.

KAMEL, R. Understanding the complex anatomy of the middle turbinate via educational origami. **Rhinology online**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 154-159, 1 out. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4193/rhinol/18.072>. Acesso em: 1 ago. 2020.

KURY, L. Viajantes naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagem. **História, ciências e saúde**. Manguinhos v.III, p.863-80. 2001.

LANDIN, J. Botanical illustration, Goethe and the mysterious quote. **Journal of natural science illustration**, [S.l.], v. 45, n. 1, p. 29-30, dez. 2013.

Liddle, B. **Como pintar e desenhar**: Técnicas. Circulo do livro. Abril, 1982.

LISBOA, A.P. Um lugar onde os professores são heróis: o CEM Setor Oeste. **Correio Braziliense**: Correio na Escolas. Brasília, 1 nov. 2019. p. 1-5.

LUCKESI, C. Ludicidade e formação do educador. **Revista Entreideias**, Salvador, v. 3, n. 2, p. 13-23, jun. 2014.

Mayr, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Universidade de Brasília. 1998.

MEGAHED, N. A. Origami folding and its potential for architecture students. **The Design Journal**, v. 20, n. 2, p. 279-297, 2017.

MENEZES, J.P. Origami como recurso didático para o ensino de ciências. **Rencima**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 238-248, 2018.

MICROSOFT (org.). **Power BI**. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-pt/>. Acesso em: 3 ago. 2020.

MILACH, E.M.; LOUZADA, M.C.S; FERREIRA, R.K.A.; DORNELLES, J.E.F. A ilustração científica como uma ferramenta didática no ensino de Botânica. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 17, n. 3, p. 672-683, 2015.

MOFFAT, C. **Prehistoric & Ancient Art**: the art history archive - cave art. The art history archive - Cave Art. 2007.

MOORE, M.; KEARSLEY, G. **Educação a distância**: uma visão integrada. Tradução de Roberto Galman. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

MUÑOZ, O. H. **La dimensión comunicativa de la imagen científica**: representación gráfica de conceptos en las ciencias de la vida. 2010. 437 f. Tese (Doutorado) - Curso de Bellas Artes, Departamento de Dibujo II, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2010.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 4 ed. New Jersey, John Willey & Sons. 2006

Ngu, J.C., Kuo, L., Teo, N., Yosof, S.B. Teaching pelvic lymph node dissection using origami: planes and boundaries. **Tech Coloproctol** **24**, 767–769 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10151-020-02184-y>

OSTROWER, F. **Universos da arte**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PERGHER, G.K.; STEIN, L.M. Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais. : teorias clássicas e seus fundamentos experimentais. **Psicologia Usp**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 129-155, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/S0103-65642003000100008>

PORTER, R. **The greatest benefit to mankind**. In: PORTER, Roy. The Greatest Benefit to Mankind: a medical history of humanity (the Norton history of science). A Medical History of Humanity (The Norton History of Science). Los Angeles: W. W. Norton, 1999. Cap. 1. p. 49-50.

PRETI, O. **Educação a distância: fundamentos e políticas**. 2. ed. Cuiabá: Edufmt, 2011. 176 p.

PROENÇA, G. **História da Arte**. 16. ed. São Paulo: Ática, 2004

RAPATÃO, V.S., PEIRÓ, D.F. Ilustração científica na Biologia: aplicação das técnicas de lápis de cor, nanquim (pontilhismo) e grafite. **Revista da Biologia**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 7-14, jul. 2016. Revista da Biologia, Reitoria da Universidade de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.7594/revbio.16.01.02>.

REIS, J.C.S.; PEREIRA, M.A.A.C.M.; GONÇALVES, P.; BENEVENUTO, F. Uma abordagem multilíngue para análise de sentimentos. In: **IV brazilian workshop on social network analysis and mining (BraSNAM 2015)**. [S.l.: s.n.], 2015.

RIBEIRO, L.R.C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma experiência no ensino superior**. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos Ribeiro, 2008. 151 p.

RIFKIN, B.A.; ACKERMAN, M.J.; FOLKENBERG, J. **Human Anatomy: a visual history from the renaissance to the digital age**. New York: Abrams, 2011. 343 p.

ROCHA, A.L.F.; DUSO, L.; MAESTRELLI, S.R.P. Contribuições da Filogenética para um ensino crítico da Zoologia. In: **Atas do IX ENPEC - Encontro de pesquisa em educação em ciências**, Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

SCHWARTZ, B.; REISBERG, D. **Learning and memory**. New York: W. W. Norton & Company, 1991. 688 p.

SEEDF. **Dados e indicadores educacionais**. Disponível em: <http://www.educacao.df.gov.br/dados-e-indicadores-educacionais>. Acesso em: 2 nov. 2020.

SHEN, B.S.P. Science Literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American Scientist**, Chicago, v. 63, n. 3, p. 265-268, maio 1975.

SILVA-FERRAZ, M.A. NCIBIO - Núcleo de Ilustração Científica: **O que é ilustração científica?** Disponível em: <http://www.nicbio.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=462&Itemid=102>. Acesso em: 12 Ago. 2018.

SILVA, G.M.; SILVA, R.F.L. Problematizando o ensino de zoologia na educação básica a partir de sequências didáticas produzidas por licenciandos. In: **X Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, 2015, Águas de Lindóia. Anais 2015 - Processos e materiais educativos na Educação em Ciências. Águas de Lindóia: Abrapec, 2015. v. 1, p. 1-8.

SOUZA, K.F.; PEREIRA, M.H.R.; DALIP, D.H.U.: Método léxico para análise de sentimentos textuais sobre conteúdo de tweets em português brasileiro. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 79-96, maio 2017.

Testut, L.; Jacob, O.; Billet, H. **Précis-Atlas de dissection des régions**. Paris: Octave Doin, 1921.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.3, p.443-466, set./dez. 2005.

TRIVELATO, S.L.F; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio pesquisa em educação em ciências** (Belo Horizonte), [s.l.], v. 17, p. 97-114, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/1983-2117201517S06](http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517S06)

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas. 1987.

VASCONCELOS, C.; AMADOR, M.F.; SOARES, R.B.; PINTO, T.F. **Questionar, investigar, e resolver problemas**: reconstruindo cenários geológicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 3, p. 709 -720, 2012.

ZBS (Brasil) (org.). **ENEM 2018. 2019**. Disponível em: <https://www.zbs.com.br/enem>. Acesso em: 11 jun. 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, D.V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 93-103, 31 mar. 2007.

APÊNDICE A

Avaliação dos Cadernos Volante ()

Parâmetros	Sim	Não	Observações
Qualidade da dobradura			
Indicação Anatômica			
Posicionamento dos Órgãos			
Proporcionalidade			
Layout ou Apresentação			
Usou cores			
Detalhes. Textura e volume			

Avaliação dos Cadernos Volante ()

Parâmetros	Sim	Não	Observações
Qualidade da dobradura			
Indicação Anatômica			
Posicionamento dos Órgãos			
Proporcionalidade			
Layout ou Apresentação			
Usou cores			
Detalhes. Textura e volume			

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS

BIOLÓGICAS



Relatório de dissecação

Relate todo o processo de dissecação livre feito pelo seu colega. Qual corte foi realizado, dificuldades, equipamento e técnica utilizada. Imagine que essa folha será o único instrumento utilizado por outra pessoa para entender o que vocês fizeram, por isso seja detalhista, porém objetivo.

- 1- _____
- 2- _____
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____
- 6- _____
- 7- _____
- 8- _____
- 9- _____
- 10- _____
- 11- _____
- 12- _____
- 13- _____
- 14- _____
- 15- _____
- 16- _____
- 17- _____
- 18- _____

19- _____

20- _____

21- _____

22- _____

23- _____

24- _____

25- _____

26- _____

27- _____

28- _____

29- _____

30- _____

31- _____

32- _____

33- _____

34- _____

35- _____

36- _____

37- _____

38- _____

39- _____

40- _____

41- _____

42- _____

APÊNDICE C



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS



Caros estudantes,

Solicito que tragam os seguintes materiais para a próxima aula dessa quinta-feira.

- Tesoura (de preferência daquelas pequenas e com ponta)
- Cola (de preferência em bastão)
- Lápis e/ou caneta de colorir

Os demais materiais serão fornecidos durante a prática pelo professor. Desde já agradeço sua participação. Muito obrigado!

Atenciosamente,

Tiago Mendonça



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS



Caros estudantes,

Solicito que tragam os seguintes materiais para a próxima aula dessa quinta-feira.

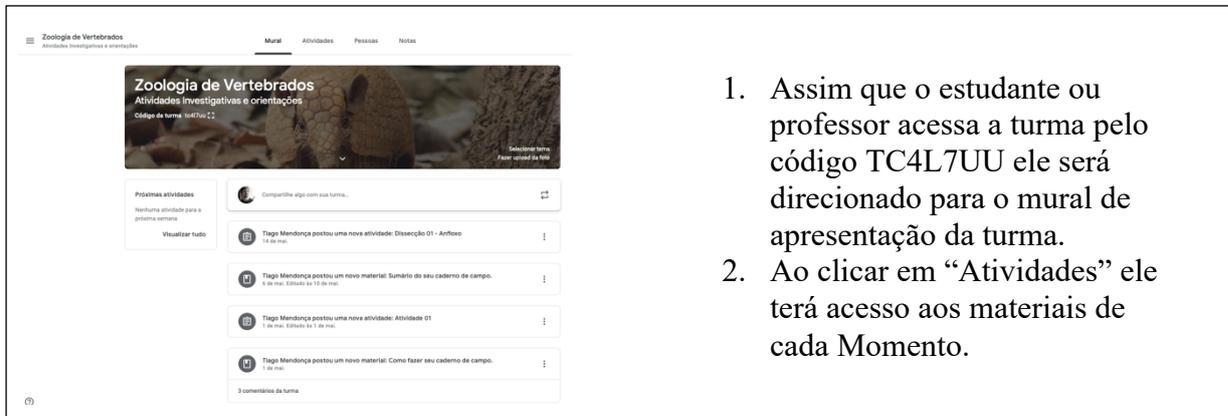
- Tesoura (de preferência daquelas pequenas e com ponta)
- Cola (de preferência em bastão)
- Lápis e/ou caneta de colorir

Os demais materiais serão fornecidos durante a prática pelo professor. Desde já agradeço sua participação. Muito obrigado!

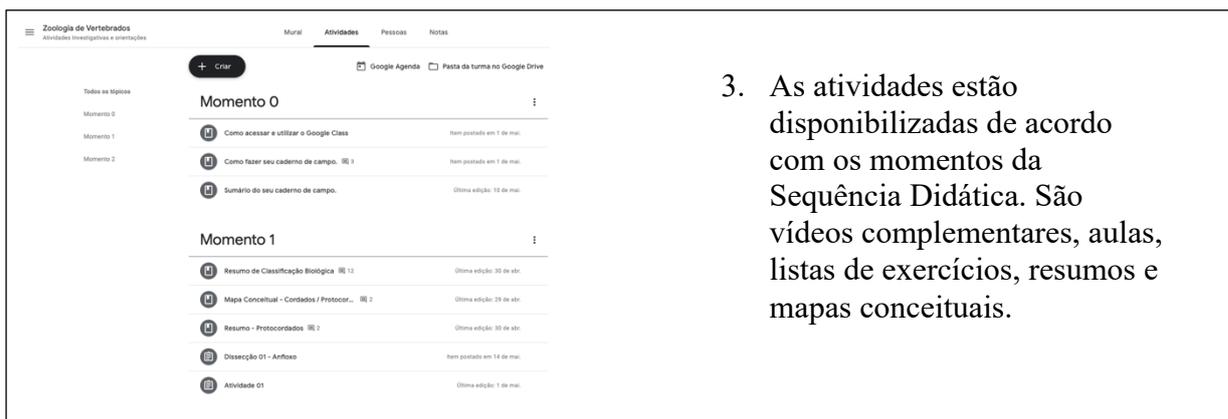
Atenciosamente,
Tiago Mendonça

APÊNDICE D

Material Virtual



1. Assim que o estudante ou professor acessa a turma pelo código TC4L7UU ele será direcionado para o mural de apresentação da turma.
2. Ao clicar em “Atividades” ele terá acesso aos materiais de cada Momento.



3. As atividades estão disponibilizadas de acordo com os momentos da Sequência Didática. São vídeos complementares, aulas, listas de exercícios, resumos e mapas conceituais.



4. Ao clicar nos itens de cada Momento, a aba abre os respectivos conteúdos.

APÊNDICE E



Tiago de Souza Mendonça - 18/0154389

Orientador: Marcos A. S. Silva Ferraz

Macroprojeto 7 – Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia

Sequência didática aplicada e coleta de dados

Aula 0 (ocorre um dia antes da aplicação da atividade)

- Apresentação
- Entrega de lista de materiais que serão necessários
 - Tesoura
 - Cola em bastão
 - Lápis e/ou caneta de colorir
- Entrega de documentos (TCLE, Termo de Cessão de Uso de Imagem e/ou Voz para fins Acadêmicos e Científicos)

Aula 1

- Apresentação do programa
- Aula introdutória abordando os seguintes temas:
 - Cordados e suas principais características;
 - Anatomia comparativa como ferramenta de estudo para vertebrados;
 - Classificação biológica (filogenética e molecular);
 - Anatomia e fisiologia dos peixes;
- Formação das duplas
- Elaboração do caderno de prática
 - Capa, contracapa, índice, páginas, títulos (cordados, peixes osteíctes e condrictes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos)
- Elaboração dos origamis de peixe ósseo. Cada estudante fará pelo menos 3 origamis que serão utilizados posteriormente para: dissecação livre (cobaia), dissecação orientada (teste), dissecação de apresentação (definitivo).
- Projeção da anatomia externa
 - Ilustração das estruturas externas (tegumento, olhos, opérculo, linha lateral, boca)

- Concomitante a ilustração, será dado andamento à aula. Enquanto desenham escamas, trabalhamos tegumento. Um assunto puxa outro, de modo que será abordado ectotermia, hidrodinâmica, sistema sensorial e de orientação, alimentação, nadadeiras.
- Recolhimento dos origamis e cadernos para atividade da aula seguinte.

Aula 2

- Entrega dos origamis e relatório de dissecação para as duplas.
- Dissecação livre
 - Enquanto um aluno disseca e o outro relata.
- Dissecação orientada
- Projeção da anatomia interna
 - Ilustração das estruturas internas
 - Será frisado a importância de uma observação acurada e atenciosa para os detalhes, proporcionalidade, contraste, cores meramente ilustrativas, relação entre forma e função.
 - Conforme os estudantes observam as estruturas internas e ilustram, será abordado pelo professor cada sistema. Tubo digestório completo, circulação, respiração e passagem do oxigênio por difusão da água para o sangue das brânquias, bexiga natatória, tipos de excreta nitrogenada, fecundação externa.
- Roda de conversa.
 - Será coletado dados sobre a prática realizada com finalidade de análise qualitativa da atividade.
- Recolho os cadernos com as peças (peixes) coladas no caderno de prática, dissecados, ilustrados, identificados.
- Atividade desafio: fazer um origami de tubarão em casa.
- Os estudantes poderão levar seus cadernos de prática para casa e dar continuidade às ilustrações referentes à anatomia interna.

Aula 3

- Projeção do peixe ósseo (conclusão)
- Projeção do peixe cartilaginoso
- Aula sobre técnicas utilizadas em dissecação, equipamentos e história da anatomia.
- Anatomia comparativa e fechamento de pendências quanto classificação, anatomia e fisiologia comparada.
 - Vale ressaltar que tais estudantes já viram o conteúdo anteriormente, mas isso não é demérito para a aplicação da atividade pois o que está sendo avaliado não é o conteúdo em si, mas sim o método utilizado.

Entrevista

- Se você pudesse escolher entre dissecar o origami ou um peixe de verdade, qual você escolheria? Por que?
- Você percebeu alguma diferença na dissecção livre da orientada? O que mudou em sua dissecção após a orientação? Alguma técnica te ajudou?
- Você conseguiu entender o conteúdo explicado pelo professor enquanto desenhava? Desenhar ajudou compreender o conteúdo?
- Por que você acha que ilustramos dentro do origami e não direto no caderno?

Objetivo Geral

Propor como produto uma sequência didática de Zoologia de Vertebrados (peixes) aplicável em escolas públicas do DF que permita ao estudante aprender o conteúdo de Zoologia de Vertebrados dinamicamente com modelos de dobraduras (origamis), simulação de dissecção seguido de ilustração da anatomia interna.

Objetivos específicos

- Aproximar o estudante do ambiente científico por meio de atividade prática, ilustrativa e técnicas de dissecção adaptadas para ambiente escolar utilizando ferramentas do cotidiano do aluno.
- Analisar a viabilidade e vantagens do ensino de Anatomia utilizando dobraduras e ilustrações como método de ensino.
- Elaboração de uma sequência didática acerca de Zoologia e Fisiologia dos peixes.

ANEXO A

UNB - FACULDADE DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 3.775.028

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 16 de Dezembro de 2019

Assinado por:
Fabio Viegas Caixeta
(Coordenador(a))



DISSECÇÃO DE ORIGAMIS E ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA COMO ALTERNATIVA
PARA AULAS DE ZOOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Tiago Mendonça

UnB



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



APRESENTAÇÃO

“Professor é aquele que se faz
progressivamente desnecessário. “

Thomas Carruters

Esse material foi desenvolvido como ferramenta para auxiliar professores de Biologia no ensino de Zoologia de Vertebrados. O público alvo são alunos do Ensino Médio, no entanto o caráter lúdico e interativo permite que algumas práticas sejam aplicadas para estudantes dos anos finais de Ciências do Ensino Fundamental, salvo a complexidade do assunto que deverá ser analisada conforme o currículo adotado. A metodologia investigativa do material visa o protagonismo do estudante no aprendizado da anatomia, fisiologia, classificação e ecologia dos vertebrados para aplicação no seu cotidiano e compreensão do tema com objetivo de somar mais uma ferramenta no repertório científico do estudante.

Essa Sequência Didática foi criada no programa de Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) na Universidade de Brasília – UnB. O material foi baseado na realidade local dos estudantes participantes da pesquisa e inspirada pela demanda dos estudantes por atividades diferenciadas das aulas expositivas. Também foi colocado em primeiro plano o uso de materiais de baixo custo, de fácil acesso e manuseio, bem como aplicação de exemplos de vertebrados presentes na região e no perímetro escolar quando pertinente.

A intenção é que esse material atenda à expectativa dos professores e possa constituir um apoio efetivo ao trabalho de sala de aula. O Letramento Científico só é possível com trabalho diário constante, no decorrer de anos e buscando fazer o estudante questionar seu meio-ambiente fazendo as perguntas corretas. Esse trabalho visa que mais perguntas sejam feitas.

Tiago de Souza Mendonça

Mestrando do PROFBIO – UnB

Prof. Dr. Marcos A. S. Silva Ferraz

Orientador do programa de Mestrado PROFBIO – UnB

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	3
3.	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	9
4.	MATERIAL DO ESTUDANTE	20
5.	APÊNDICES	25
	Apêndice A– Mapa Conceitual Cordados 1	25
	Apêndice B – Exercício: Cronologia de Eventos Evolutivos	26
	Apêndice C – Chaves de identificação A (prática momento 1)	28
	Apêndice D – Chaves de identificação B(prática momento 1)	31
	Apêndice E – Anatomia de peixes	33
6.	REFERÊNCIAS	40

MATERIAL VIRTUAL

Google Classroom – Código de turma

tc4l7uu

9. INTRODUÇÃO

Foi proposto como produto para Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) a elaboração de uma Sequência Didática de caráter investigativo de Zoologia de Vertebrados aplicável em escolas do Ensino Médio que permita ao estudante aprender o conteúdo de forma dinâmica com modelos de dobraduras (origamis), simulação de dissecação e ilustração da anatomia interna. Desse modo, entende-se por Sequência Didática como uma importante ferramenta de planejamento e reflexão da prática pedagógica que permite trabalhar com diferentes estratégias didáticas, aprimorar conteúdos curriculares, contextualizar e ampliar o repertório dos estudantes (SILVA; *et al.*, 2015).

Antes de iniciar a Sequência Didática, o professor deve considerar a flexibilização do material de acordo com a turma e calendário escolar para que melhor atenda sua realidade. Nessa proposta, o professor é fortemente orientado a ler, estudar e conhecer bem o assunto antes de ministrar suas aulas. Ainda mais se tratando de um conteúdo como Zoologia de Vertebrados que é bastante extenso, rico em termos técnicos e com uma grande variedade de características físicas e anatômicas nos diferentes grupos.

Os estudantes deverão se dedicar às atividades de casa para melhor dinâmica das aulas assim como o professor deverá apresentar domínio inclusive de atividades aparentemente simples como dobradura e ilustração anatômica. Contudo, é muito importante o professor se sentir à vontade. Desenhar é algo quase nato. Desde de a primeira infância é natural rabiscar algo quando no papel (ou o chão, ou a parede, ou o box do banho). Assim como tocar um instrumento a técnica é aprimorada com a prática, com desenho e dobraduras ocorre o mesmo. Essa segurança deve ser passada para o estudante sem cobrar a perfeição, apenas atenção.

Sobre a Sequência Didática

Foi produzido uma Sequência Didática (SD) de Zoologia de Vertebrados com práticas de caráter investigativo que utilizam como principais ferramentas pedagógicas o uso de Ilustração Científica (IC) e produção de origamis que serão “dissecados” para permitir a visualização da anatomia interna para fins comparativos.

A SD funciona como um mapa para auxiliar professores e estudantes a se orientarem no decorrer das aulas. Segundo Zabala (1998), Sequência Didática representa uma reunião de atividades organizadas, estruturadas e articuladas para a realização de determinados objetivos pedagógicos, que possuem um início e um fim conhecidos pelos professores e pelos estudantes. Mesmo assim, essa SD deve ser flexível o suficiente para lidar com surpresas do calendário e dinâmica escolar, porém rígida o suficiente para manter o foco no conteúdo e ser passível de conclusão conforme o programado e alcançar aprendizado significativo dos alunos.

Ao preparar essa SD com caráter investigativo, foi graduado a dificuldade das atividades e organizado uma série de orientações ao professor considerando as dificuldades do estudante conforme proposto por Guisasola *et al.*, (2009). Essa SD também leva em consideração a realidade dos estudantes. A proposta de materiais básicos e de baixo custo visa agregar estudantes independente das classes de modo que o próprio colégio pode fornecer os materiais de estudo e para as práticas.

Para formatar a SD de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi acrescido competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propostas no documento oficial (BRASIL, 2018). Também por esse motivo, foi proposto aos estudantes que possuem acesso à Internet uma página interativa na plataforma GSuit™ (nesse caso o Google Sala de Aula™) em que eles terão acesso à vídeos, exercícios, atividades práticas e a possibilidade de interatividade com o professor. A ferramenta de acesso virtual Google Sala de Aula™ funciona satisfatoriamente como alternativa de ensino remoto tanto como para auxílio para estudantes que ausentaram em determinada aula ou em casos de força maior²⁴.

²⁴ Para contextualizar, esse material foi escrito em meados de Abril de 2020 em meio uma pandemia de COVID-19. Nesse período, os colégios da rede pública e privada buscaram alternativas para ministrar seus conteúdos remotamente utilizando diversas mídias para estreitar a distância entre aluno e professor.

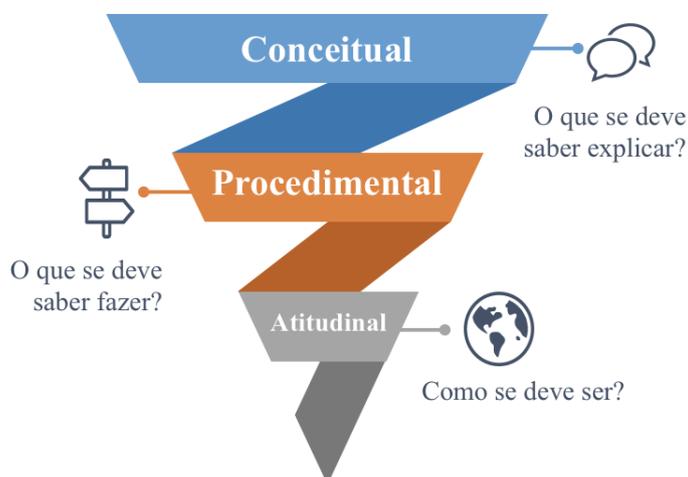
10. CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Zoologia de Vertebrados é uma temática básica no conteúdo de Biologia que muitas vezes utiliza recursos como memorização de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais pouco articulada aos processos evolutivos e distante da realidade estudantil (SILVA; SILVA, 2015). Alguns estudantes demonstram uma nítida decepção com o conteúdo logo nas primeiras aulas por considerar o assunto difícil e metódico, enquanto o problema pode estar no canal de ensino. Esse canal também precisa ser atraente e funcional acima de tudo e, por esse motivo, foi utilizado ferramentas pedagógicas lúdicas e já testadas anteriormente no ensino como o origami e a Ilustração Científica.

Partindo da premissa que o conteúdo possui terminologia técnica relacionado às estruturas anatômicas e processos embriológicos, associar uma atividade lúdica e técnica como a Ilustração Científica com uma peça de origami, torna o conteúdo de zoologia prático e aplicável no cotidiano do estudante e diminui a distância entre a universidade do Ensino Médio.

Por fim, os conteúdos são definidos como o que se tem que aprender para atingir determinados objetivos que abrangem tanto as capacidades cognitivas como as demais capacidades: motoras, afetivas, de relações interpessoais e de inserção social (ZABALA, 1998). Os conteúdos dessa Sequência Didática seguem a fragmentação proposta por Zabala (1998) em três categorias de conteúdos de ensino: conceitual, procedimental e atitudinal (Figura 1).

Figura 22 - Conteúdos significativos proposto por Zabala.



Fonte: Adaptado de Zabala,1998.

Conteúdo conceitual: corresponde a *o que devo saber explicar*, os conceitos propriamente ditos. Exemplo: aves e mamíferos são animais endotérmicos.

Conteúdo procedimental: corresponde a *o que se deve saber fazer*. Exemplo, conseguir identificar uma determinada espécie ao correr uma chave de classificação taxonômica.

Conteúdo atitudinal: corresponde a *como se deve ser*. Engloba valores, atitudes e normas cotidianas que serão aplicadas em uma atividade. Exemplo, ao executar as dobraduras para fazer os origamis dos animais, o estudante presta atenção, coopera com a turma e colegas que não estão conseguindo, seja organizado e saiba aguardar as instruções.

Tais conteúdos, juntamente com as competências requisitadas, permeiam o letramento científico do estudante de modo que ele tenha mais fluidez no pensamento crítico científico.

Organização e disposição do conteúdo

Serão cinco Momentos no decorrer da Sequência Didática (SD) do conteúdo de Zoologia de vertebrados. Cada momento é formado por um pré-encontro executado exclusivamente pelo estudante que consiste em assistir um vídeo aula ou aplicação de algum texto ou exercício e uma aula prática de 90 minutos no total. Cada Momento será apresentado com a seguinte divisão: GPS (Guia de Posicionamento Simplificado), Conceito, Investigação, Avaliação, Revisão.

Figura 23 - Organização da sequência didática em que cada plano de aula (momento).



Fonte: Adaptado de Trivelato e Tonidandel (2015, p.108)

1ª Etapa – GPS²⁵: Antes de iniciar e aprofundar em qualquer conceito científico é fundamental que o estudante saiba se localizar onde se encontra no conteúdo e saber a aplicação e relevância desse conceito em sua vida. Também é interessante situar o estudante onde ele se encontra no conteúdo anual, quanto tempo está previsto para conclusão do conteúdo que será estudado e o que ele será capaz de compreender ao concluir essa matéria.

Para isso é importante uma introdução do conteúdo que permita o posicionamento do estudante na no conteúdo. O GPS do conteúdo pode ser feito com uma indagação pertinente, uma situação problema, um vídeo ou um texto curto, bem como numa roda de conversa. Portanto, para cada tema trabalhado, foi sugerido na sequência didática um mapa conceitual para ser usado no início e no fechamento de cada conteúdo. A maneira que o professor irá trabalhar com os mapas depende da dinâmica de cada turma, conteúdos já trabalhados e do grau de aprofundamento do conteúdo adotado pelo professor e currículo escolar. Vale lembrar que nesse primeiro momento de apresentação do conteúdo para o estudante não é necessário aprofundar nos conceitos e terminologias.

2ª Etapa – Conceito: Para que essa etapa seja significativa é importante a formulação de uma problemática que sirva de norte para o levantamento de informações acerca do conteúdo. A problemática proposta para os estudantes pode ser introduzida com uma pergunta, uma breve aula ou revisão de terminologias para melhor compreensão do conteúdo que será estudado.

Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), no ensino por investigação os estudantes enfrentam diversas situações na proposição de um problema que exija engajamento, desenvolvimento de estratégias e certa autonomia. Esse engajamento e autonomia depende dos estudantes reconhecerem e entenderem o problema proposto que irá orientá-los no processo investigativo. Se essa questão se encontra distante ou fora da estrutura cognitiva do aluno não há como ser reconhecida como um problema a ser investigado. O papel do professor é fundamental nessa etapa e na próxima para elaboração de perguntas pertinentes e coerentes com o público, estimulando a investigação feita pelo estudante, porém guiada pelo professor.

²⁵. As etapas de cada um dos cinco Momentos que serão trabalhados tem como base as quatro etapas que definem as habilidades fundamentais da metodologia científica segundo Zabala (1998): explorar, investigar, solucionar problemas e avaliar. Foi acrescido GPS e Revisão, sendo que a “solução de problemas” de Zabala está embutido no tópico “investigação” da SD.

3ª Etapa – Investigação: A investigação de conceitos é o momento em que o estudante busca respostas para a problemática proposta utilizando diferentes ferramentas como caderno de anotações, livro didático, apostilas, revistas, sites de busca, aplicativos, vídeo aulas e jogos. Entretanto é importante ressaltar que essa etapa deve ter caráter investigativo, ou seja, invés de trabalhar determinado conceito de modo meramente expositivo, aplica-se uma problemática em que o estudante formule hipóteses e discuta os resultados obtidos com base na pesquisa realizada por ele.

A obtenção de dados é inerente a própria natureza científica e também deve integrar uma SD investigativa. Por meio da coleta de dados iniciais, tanto os diretos ou indiretos, fornecidos ou obtidos por literatura, tomados por meio de observação qualitativa ou quantitativa, podem fornecer a maioria dos dados científicos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). O estudante está relativamente familiarizado com muitos fenômenos científicos em seu cotidiano, no entanto não ocorre a significação entre fenômeno com a ciência. A relação desses fenômenos com as teorias explicativas que permeia a compreensão.

Por fim, a partir da compreensão dos dados, os alunos serão estimulados à formularem hipóteses e é comum que eles façam algumas sugestões com respostas baseadas nas observações coletadas. A formulação dessas sugestões é uma das premissas básicas na ciência e tem um papel importante no desenvolvimento da atividade no processo de ensino investigativo, auxiliando o estudante a criar suas concepções e afirmações sobre determinado tema. Também auxilia o professor que passará a ter elementos para planejar intervenções e reestruturações necessárias (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

4ª Etapa – Avaliação: Talvez seja a etapa mais importante para trabalhar a familiarização pedagógica no binômio professor e estudante, principalmente por ser um instrumento que traz muitos dados ao professor além de ser uma boa ferramenta de verificação e fixação da aprendizagem. No entanto o receio dos estudantes por essa etapa acaba por ofuscar suas vantagens.

Por meio da avaliação é possível averiguar as diferentes formas de entender o mesmo assunto, as dinâmicas e práticas executadas pelos estudantes, verificar possíveis falhas no ensino de determinado tema, qualidade das respostas e claro, um retorno dos resultados para a turma. Dessa forma é possível entender em que estágio a turma se encontra e orientar melhor o conteúdo de acordo com o perfil dos estudantes que compõe a turma. O caderno

de campo foi proposto com a intenção de facilitar o processo avaliativo além do ser caráter lúdico e agregador.

5ª Etapa – Revisão: Esse momento exige pouco tempo investido e um retorno muito positivo quanto a sedimentação do conhecimento. O simples fato de uma informação ser esquecida justifica uso de um recurso de repetição do conteúdo em uma SD. O esquecimento pode ser abordado em três perspectivas: (1) falha no resgate da informação retida na memória; (2) distorções mnemônicas decorrentes de uma influência ativa de conhecimentos previamente esquematizados; (3) resultado da interferência entre diferentes informações armazenadas (SCHWARTZ; REISBERG, 1991).

A repetição do conteúdo realizada visa fidelizar o resgate da informação de modo mais significativo. De acordo com a investigação empírica e sistemática do processo de esquecimento feita por Ebbinghaus, uma parte considerável do conteúdo é esquecido logo nos primeiros minutos no decorrer da atividade ou aula expositiva após a aprendizagem (PERGHER; STEIN, 2003).

O ideal é que seja feito um resgate de parte do conteúdo antes do início de uma próxima etapa. Essa pincelada superficial do conteúdo pode ocorrer após a primeira semana e na subsequente, no entanto não deve tomar mais cinco minutos da aula. O objetivo é manter presente um conteúdo já visto, criando uma redundância proposital mesmo depois do estudante rever o assunto em atividades extraclasse.

Síntese da Sequência didática de Zoologia de Vertebrados

Momento	Tema do Momento	Aula	Duração	Tema e Conceito das Aulas
Momento zero	Administrativo	Pré-encontro	-	Como usar plataforma e elaboração do caderno de campo.
Momento 1	Características Gerais e Protocordados	Pré-encontro 1	-	Atividade: Relógio do Tempo. Características Gerais e Classificação dos Cordados. Protocordados
		Aula 1	90 minutos	Atividade prática de classificação do próprio material escolar.
		Aula 2	90 minutos	Atividade prática de dissecação de origami de protocordado.
Momento 2	Peixes	Pré-encontro 2	-	Ilustração e dissecação do origami de anfioxo. Características Gerais ²⁶ , Classificação e Evolução dos Craniatas Agnatos, cartilaginosos e ósseos.
		Aula 3	90 minutos	Ilustração e dissecação do origami de condricte e osteicte.
Momento 3	Anfíbios e Répteis	Pré-encontro 3	-	Características Gerais, classificação, evolução, toxicologia, comparação anatômica e fisiológica.
		Aula 4	90 minutos	Ilustração e dissecação do origami de sapo e tartaruga.
Momento 4	Aves e Mamíferos	Pré-encontro 4	-	Características gerais, classificação, anatomia e fisiologia comparada, endotermia.
		Aula 5	90 minutos	Ilustração e dissecação do origami de ave e mamífero a escolha do aluno.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2020

²⁶ A partir desse ponto, entende-se como Características Gerais anatomia e fisiologia dos animais. Interessante sempre fazer uma abordagem comparativa dos sistemas com as diferentes classes, por exemplo: o sistema circulatório possui coração com diferentes quantidades de câmaras, podendo a circulação ser completa ou incompleta, simples e dupla, fechada ou parcialmente fechada.

11. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Momento 0: Orientações de como utilizar a plataforma Google sala de aula e elaboração do caderno de campo.

Orientações sobre caderno de campo e plataforma on-line	
Público Alvo e Sinopse	Ensino Médio – 2º Ano Nesse primeiro momento o estudante deve familiarizar com a utilização da plataforma digital <i>Google Class</i> para acesso de material e orientações à distância; e também orientações de como elaborar seu próprio caderno de campo.
BNCC (Base Nacional Comum Curricular)	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Conteúdo	Conceitual Use produtivo da rede social pedagógica <i>Google Classroom</i> (Google sala de aula) e de elaboração do caderno de campo (caderno volante).
	Procedimental Aula de instrução e orientação desde abertura da conta até assinatura da turma de acesso, produção passo-a-passo do caderno de campo.
	Atitudinal Exercitar o senso de autonomia e responsabilidade do estudante pelo conteúdo aprendido, material produzido e acesso da plataforma pedagógica.
Objetivo / Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliar a capacidade motora e de concentração do estudante na execução de tarefas motoras. - Conscientizar da importância, da organização e cuidado do caderno de campo desde a elaboração até conclusão da atividade avaliativa no final do conteúdo. - Instruir como utilizar a ferramenta de orientação e avaliação <i>on-line</i> e conscientizar os estudantes da importância da execução precisa de cada uma das etapas.
Número de aulas	2 aulas (90 min total)
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação do caderno de campo²⁷ - Organização - Página de sumário - Títulos das atividades - Produção de capa.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Folha A4; - Tesoura; - Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc); - Carteira ou mesa limpa. - Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet²⁸.

²⁷ São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

²⁸ Esses recursos listados não são fundamentais. O propósito da SD não é enrijecer num modelo cristalizado de aula, mas sim dar opções e sugestões de andamento para a prática docente. Se tiver apenas quadro negro, mesmo sem giz colorido, o professor pode utilizar diferentes texturas ao desenhar junto com os alunos, por exemplo: notocorda mais destacada com força e tubo nervoso dorsal com traços transversais. Se os estudantes tiverem acesso à Internet por meio de celular, nada impede que seja feita uma pesquisa por imagens num site de busca para ilustração no caderno de campo.

Essa aula prévia é necessária para orientação dos estudantes para a elaboração do caderno de atividades, que nomeamos de caderno volante, e também para orientar os estudantes no uso da plataforma ©2004 *GSuit™*, nesse caso o ©2014 *Google Classroom* .

Como fazer o caderno volante?

O caderno volante será utilizado pelo aluno sempre após a aplicação de uma atividade em sala de aula. É por meio dessa ferramenta que o professor fará parte de suas avaliações. Informe seus estudantes que esse caderninho deve ser bem acondicionado no material deles. Pode ser dentro do caderno de anotações ou do livro, mas é importante conservá-lo para as próximas atividade.

Material necessário

- 5 folhas A4 brancas
- Tesoura
- Material de escrita e desenho (lápiz, lapiseira, canetas, giz, lápis de cor, canetinha hidrocor)
- Um local limpo e plano para fazer as dobraduras

Execução

1º - dobre as 5 folhas pela metade;
2º - corte o equivalente à uns 7cm mais ou menos em 4 folhas conforme demonstrado em 2;
3º - corte a parte central da dobra preservando 5cm das pontas como representado em 3. Para isso, fica mais fácil executar com a folha dobrada ao meio e cortar muito pouco da dobradiça tangenciando com a tesoura;
4º - Forme um tubo com as 4 folhas A dobradas e coloque no corte da folha B até metade do tubo. Solte as folhas do

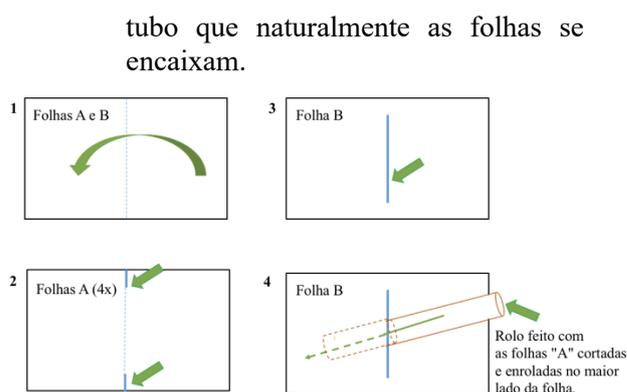


Figura 24 - Instruções para fazer o caderno volante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Momento 1: Protocordados e Características Gerais dos Cordados

Protocordados e Características Gerais dos Cordados	
Público Alvo e Sinopse	Ensino Médio – 2º Ano Nesse primeiro momento o estudante deve familiarizar com a importância da classificação biológica, por que a terminologia mais correta é craniatas e não vertebrados, principais características dos cordados e suas categorias (protocordados e craniatas) e reconhecer a anatomia do anfioxo.
BNCC (Base Nacional Comum Curricular)	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Conteúdo	Conceitual Zoologia dos vertebrados, classificação biológica, regras de nomenclatura científica, anatomia e fisiologia comparada, notocorda, protocordados e cordados.
	Procedimental Ilustração anatômica do Anfioxo; Dissecção do origami de Anfioxo; Compreensão textual; conversão temporal (regra de três); leitura de árvore filogenética.
	Atitudinal Desenvolvimento da prática investigativa; estimulação da capacidade de organização e apresentação de material produzido; aprimoramento micromotor; compreensão da extensão do tempo de formação do planeta e evolução dos seres vivos.
Objetivo / Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade na leitura de árvores filogenéticas e percepção temporal de eventos de especiação e extinção em massa. - Aplicar as regras de nomenclatura científica e saber sua importância no desenvolvimento em ciências como a Zoologia, Botânica e Microbiologia. - Diferenciar os cordados dos não cordados bem como suas principais características anatômicas utilizando o Anfioxo como referência.
Número de aulas	1 Atividade (pré-encontro) e 2 Aulas (45 minutos cada)
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação do caderno de campo²⁹ Organização, conceitos, qualidade das ilustrações e origami dissecado - Atividades para casa - Produção de resumos
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Folha A4; - Tesoura; - Cola (em bastão, de preferência); - Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc); - Caderno de campo; - Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet³⁰.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2020

²⁹ São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

³⁰ Esses recursos listados não são fundamentais. O propósito da SD não é enrijecer num modelo cristalizado de aula, mas sim dar opções e sugestões de andamento para a prática docente. Se tiver apenas quadro negro, mesmo sem giz colorido, o professor pode utilizar diferentes texturas ao desenhar junto com os alunos, por exemplo: notocorda mais destacada com força e tubo nervoso dorsal com traços transversais. Se os estudantes tiverem acesso à Internet por meio de celular, nada impede que seja feita uma pesquisa por imagens num site de busca para ilustração no caderno de campo.

O plano de aula do *Momento 1* consiste em iniciar as atividades após o estudante ter realizado as demais atividades do *Momento 0*. A importância da etapa anterior é servir como pré-requisito para melhor execução das demais etapas, no auxílio no processo avaliativo, aulas e atividades remotas e na comunicação entre professor e aluno no decorrer das atividades realizadas fora do ambiente de sala de aula.

A introdução desta sequência didática é composta pela apresentação de conceitos fundamentais para a discussão posterior aprofundamento (momentos 2, 3 e 4).

O assunto é iniciado com um pré-encontro em que o estudante deve ler o resumo do tema e assistir uma rápida vídeo-aula sobre classificação biológica e protocordados e cordados e suas principais características. Para isso, o estudante deverá:

- a) ter se cadastrado na turma virtual do *Google Class*TM e acessar no ícone atividades o *Momento 1* – como já explicado no plano de aula anterior **ou**;
- b) acessar os links (Figuras 4 e 5) para ter acesso aos vídeos e resumo **ou**;
- c) receber as cópias dos resumos e das atividades anexas nesse material (Material do Estudante – Cordados 01). Evidentemente o professor pode escolher entre exibir o vídeo ou não, bem como ministrar a própria aula.



Figura 25- Link para aula de Classificação Biológica (<https://bit.ly/2WDo4NW>) ou QR code para acesso.



Figura 26 - Link para resumo de protocordados (<https://bit.ly/3dVEiYb>) ou QR code para acesso.

Aula 1

GPS

O Guia de Posicionamento Simplificado (GPS) dessa etapa do conteúdo é singular por ser uma introdução à Classificação Biológica, assunto que pode ser tratado antes de outras temáticas como Botânica ou introdução à Zoologia. Portanto, caso o professor já tenha tratado esse conteúdo em outro momento, essa atividade pode servir também como uma rápida revisão e introdução ao conteúdo de vertebrados.

Para orientação do estudante sobre o conteúdo de Zoologia, uma possível ferramenta de localização no conteúdo é o Mapa Conceitual. Esse pode ser abordado rapidamente, sem muitos detalhes quanto à terminologia, apenas representando ao aluno as etapas que serão trabalhadas no decorrer das próximas aulas (Apêndice A ou Figura 4).



Figura 27 - link para mapa conceitual de Cordados 1 (<https://bit.ly/2LzVYwv>) ou QR code para acesso.



Figura 28 - link para como fazer seu caderno de campo (<https://bit.ly/3gz5tdP>) ou QR code para acesso.

Conceito

O ideal no desenvolvimento do conceito não é o professor expor diretamente o conteúdo para o aluno, mas sim buscar aplicação prática do conceito para consolidar melhor a aplicação do conteúdo aprendido e aumentando seu significado para o aluno. Nesse caso, será feita uma breve introdução verbal sobre a aplicação da classificação de diferentes objetos, e não apenas seres vivos, presentes na vida do estudante, auxilia na internalização prática desse conteúdo.

Para facilitar a compreensão semântica sobre classificação, leia o texto a seguir e depois repasse a ideia central sobre classificação para os estudantes.

Para que classificar os seres vivos?

Classificamos o tempo todo. A roupa que guardamos no armário, por exemplo, não é jogada de qualquer jeito. Pelo menos não deveria ser. Existe gavetas e nichos para diferentes peças. Roupas íntimas e meias podem até ficar na mesma gaveta, mas não faz sentido colocar um tênis que usamos durante o dia junto na mesma gaveta. Essa classificação não só facilita encontrar as peças como também organiza e deixa o ambiente mais higiênico.

Classificar foi fundamental para nossa sobrevivência. Se não houvesse uma classificação dos alimentos ingeridos por exemplo, o ser humano comeria sementes venenosas, comida estragada e não seria feita distinção entre alimentos maduros e imaturos.

Na classificação de qualquer coisa, viva ou não-viva, é necessário adotar um critério. Na própria frase anterior “qualquer coisa” já recebeu dois critérios: vivo ou não vivo. No armário que citamos anteriormente, podemos classificar como, por exemplo, “veste os pés”, “veste o tórax”, “veste as pernas”. Só nesses três critérios você já separou e classificou todo conteúdo do armário em três categorias. Mesmo assim as meias ficarão juntas de tênis e sapatos. No entanto, uma nova categoria pode ser criada como “possui solado” e “não possui solado” separando assim calçados das meias.

Da mesma forma que foi utilizado para seres não-vivos, critérios podem classificar seres vivos. Para conseguir estudar a gigantesca quantidade de seres vivos presentes no planeta, foi desenvolvido um método de classificação criado por Carl von Linné (em português mais conhecido como Lineu) em que os seres vivos se encontravam separados de acordo com uma hierarquia começando pelos Reinos. Daí por diante, teriam os filões divididos em classes, então em ordens, famílias, gêneros e espécies e, dentro de cada um em subdivisões.

Lineu também criou algumas regras para a denominação das espécies chamada *nomenclatura binomial* que consistia em uma série de regras que permite os taxonomistas no mundo todo ter um padrão para denominar as espécies recém descobertas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Seguindo a linha de raciocínio acima, o professor pode ministrar uma rápida aula sobre classificação biológica e regras de nomenclatura binária antes da prática investigativa desde que fica claro a **problemática** quanto à **importância da classificação dos seres vivos**. Inclusive é fortemente indicado que o professor opte em não responder a problemática antes da atividade investigativa que envolverá o processo de classificação hierárquico de Lineu.

Investigação

Nessa etapa o estudante lançará mão de uma série de dados que serão coletados para formular hipóteses sobre classificação biológica e construir as próprias afirmações acerca do tema.

Como o tema é classificação biológica e a premissa básica para classificar qualquer objeto é o critério utilizado, o professor pode lembrar os estudantes do início do tema

quando separou e classificou as peças de roupa de acordo com os critérios adotados (exemplo, vestir tórax: camisa, camisetas, blusas de frio, colete, etc). Feito isso seguimos para atividade prática e investigativa.

Prática

a) Sistema de classificação utilizando critérios dos alunos

- Os estudantes podem ser reunir em grupos;
- Cada grupo abre seus estojos e disponibilizam os materiais (lápiz, caneta, lápis de cor, borracha);
- Os alunos farão uma análise e irão separar os materiais em seguida;
- Como nessa atividade os alunos criam os critérios para separar em conjuntos, solicite que um integrante do grupo anote os critérios adotados;
- Ao término, solicite que cada grupo demonstre a separação dos objetos e os critérios utilizados.

Feito isso, o professor faz uma interferência explicando porque os materiais tiveram diferentes organizações em cada grupo devido a adoção de critérios diferentes.

b) Sistema de classificação utilizando critérios pré-estabelecidos

- Os estudantes permanecem reunidos nos mesmos grupos;
- Agora os estudantes irão usar apenas seis tipos diferentes de materiais, por exemplo:
 1. Canetas esferográfica com tampa – Abelha – *Apis mellifera*
 2. Canetas esferográfica sem tampa (ponta reversível) – Formiga - *Atta silvai*
 3. Canetinhas hidrocor – Aranha caranguejeira – *Vitalius roseus*
 4. Lápis comum – Samambaiçu – *Dicksonia sellowiana*
 5. Lápis de cor – Pinheiro do Paraná – *Araucaria angustifolia*
 6. Lapiseiras – Jabuticabeira – *Myrciaria trunciflora*
- Para separar os seres vivos, representados pelos materiais escolares, conforme a metodologia de classificação proposta por Lineu, metade dos estudantes irão correr as chaves que estão disponíveis no apêndice C e os demais as chaves disponíveis no apêndice D.

Discussão e pontos destaque

1º - É muito importante que o estudante compreenda que os reinos, e até mesmo domínios, dependendo da aula ministrada, são capazes de abranger seres muito diferentes entre si. Ou seja, cavalo, gato, leão, lambari, formiga e uma serpente podem pertencer ao mesmo grupo (Reino) devido às características compartilhadas. No entanto, conforme a chave de classificação corre em direção à espécie, esses indivíduos passam pertencer a grupos diferentes e passam possuir cada vez menos características comuns. O exemplo do gato e do leão é interessante, pois eles ficam agrupados até o gênero *Felis*. Entretanto, ambas espécies são diferentes, sendo: *Felis catus* e *Felis leo*, respectivamente.

2º - Destaque o fato de alunos encontrarem espécies distintas pois a atividade não possui a padronização necessária para o estudo taxonômico.

3º - Os estudantes devem ser estimulados a investigarem, compreenderem, usar ferramentas (livros, internet, colegas) para compreender diferenças e terminologias para entender que o modelo de classificação taxonômica precisa de padronização de critérios para identificar as espécies.

4º - Uma falha desse instrumento são as poucas características utilizadas para classificar uma espécie. No meio acadêmico uma mesma espécie pode ser classificada como duas espécies distintas devido falhas semelhantes nas chaves, por isso a importância de ressaltar a biologia molecular e outros critérios como evolutivo e embriológico para classificar.

Ao término da prática, explique e ressalte a importância de fazer a atividade do pré-encontro (apêndice B) e o resumo desse conteúdo no caderno volante para a aula 2.

Aula 2

Essa aula é exclusivamente prática. Trata-se da dissecação de um origami de Anfioxo. Dificilmente você encontrará um Anfioxo dentre os animais que os entusiastas de dobraduras tentam fazer. Por isso desenvolvemos uma dobradura adaptada a partir de uma gravata, gravamos um vídeo e disponibilizamos para facilitar a execução (Figura 8).



Figura 29 - link para elaboração e dissecação do Anfioxo (<https://bit.ly/30bRTqq>) ou QR code para acesso

Orientações para dobradura

Antes de começar qualquer dobradura é importante seguir os seguintes passos:

- 1 – Espaço aberto e desimpedido. Um quadrado de 70cm x 70cm de área limpa e desimpedida;
- 2 – Mãos limpas. A gordura da mão dificulta executar e pode sujar a folha. Lave bem e seque antes de iniciar.
- 3 – Dobras firmes. A dobra deve ser feita de modo preciso e assertivo. Assim como um corte, a dobradura só pode ser feita uma vez. Portanto, antes de passar a unha para quebrar a fibra do papel, certifique-se
- 4 – Paciência e atenção. Cada etapa demanda bastante atenção. Use pontos de referência na folha para se orientar.

Orientações para dissecação e ilustração

Toda metodologia prática para a dissecação está no vídeo, no entanto vale ficar atento para os seguintes detalhes:

- 1 – Uma tesoura pequena, afiada e com ponta faz toda diferença. O processo é delicado e as camadas de papel que representa os diferentes tecidos, são reduzidas e ficam muito próximas umas das outras.
- 2 – Uma pinça ou lapiseira de ponta fina ajuda bastante para levantar os tecidos e direcionar o corte.
- 3 – Para desenhar a anatomia interna, veja uma imagem real ou de uma ilustração para basear a forma e posicionamento dos órgãos que formam o animal.
- 4 – Rascunhe levemente na própria dobradura antes de definir melhor as formas e colorir os sistemas.
- 5 – Identifique a anatomia interna. Se for utilizar setas, evite cruzá-las e, se for utilizar cores diferenciadas, não repita as cores em sistemas distintos. No caso de letras ou números, os nomes indicativos deverão estar na mesma página.

Momento 2: Peixes

Peixes	
Público Alvo e Sinopse	Ensino Médio – 2º Ano Nesse momento o estudante continua aprofundando seus conhecimentos em classificação biológica e evolução dos vertebrados. Compreensão das principais características anatômicas nos peixes ciclostomados, condrictes, ósseos e determinações fisiológicas.
BNCC (Base Nacional Comum Curricular)	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Conteúdo	Conceitual Zoologia dos vertebrados, classificação biológica, diferenciação dos Peixes Agnatostomados, Condrictes, Actinoptérgi, Actinistia, Dipnoi, tetrápodes, anatomia e fisiologia comparada, origem evolutiva dos vertebrados.
	Procedimental Ilustração anatômica de peixes ósseos e cartilagosos; Dissecção do origami de peixe ósseo; observação anatômica; dobradura;
	Atitudinal Desenvolvimento da prática investigativa; estimulação da capacidade de organização e apresentação de material produzido; aprimoramento micromotor; compreensão da importância da anatomia para a classificação biológica.
Objetivo / Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade na leitura de árvores filogenéticas e percepção temporal de eventos de especiação e extinção em massa. - Aplicar as regras de nomenclatura científica e saber sua importância no desenvolvimento em ciências como a Zoologia, Botânica e Microbiologia. - Diferenciar os cordados dos não cordados bem como suas principais características anatômicas utilizando o Anfíoxo como referência.
Número de aulas	- 2 Aulas Duplas (90 minutos cada)
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação do caderno de campo³¹ Organização, conceitos, qualidade das ilustrações e origami dissecado - Atividades para casa - Produção dos relatórios
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Folha A4; - Tesoura; - Cola (em bastão, de preferência); - Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc); - Caderno de campo; - Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet³².

³¹ São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

³² Esses recursos listados não são fundamentais. O propósito da SD não é enrijecer num modelo cristalizado de aula, mas sim dar opções e sugestões de andamento para a prática docente. Se tiver apenas quadro negro, mesmo sem giz colorido, o professor pode utilizar diferentes texturas ao desenhar junto com os alunos, por exemplo: notocorda mais destacada com força e tubo nervoso dorsal com traços transversais. Se os estudantes tiverem acesso à Internet por meio de celular, nada impede que seja feita uma pesquisa por imagens num site de busca para ilustração no caderno de campo.

móveis na fase larvar. As fendas branquiais são utilizadas para trocas gasosas bem como para captura de alimento. Possuem circulação aberta e sistema nervoso reduzido. São hermafroditas, a fecundação é quase sempre externa e o desenvolvimento é indireto.

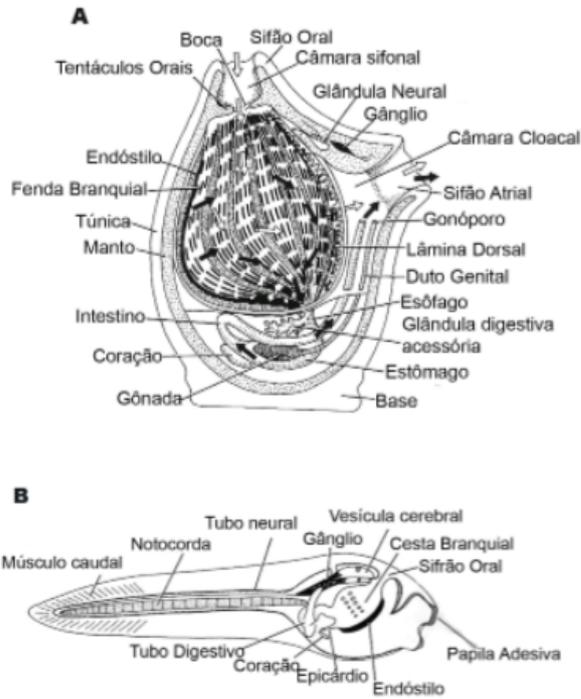


Figura 3. Representação da Ascídia adulta (A) e larva (B). BRUSCA, 2007.

5. SUBFILO CEPHALOCHORDATA.

O anfioxo possui notocorda bem desenvolvida na fase adulta, estendendo-se da cabeça ao fim da cauda. São animais marinhos que vivem semi-enterrados em águas calmas.

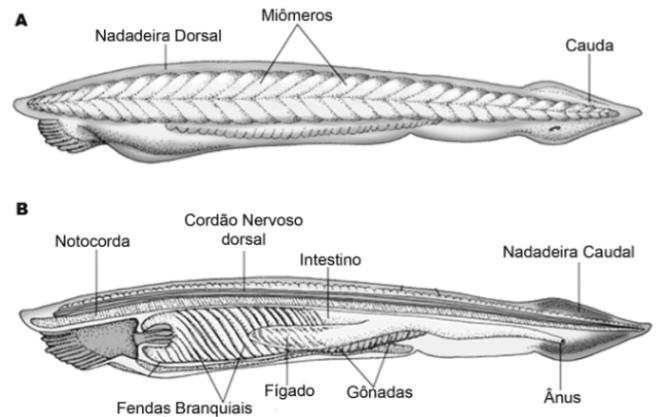


Figura 4. (A) *Branchiostoma* (anfioxo) e seu respectivo corte sagital (B) HICKMAN, 2009.

Tem respiração cutânea. Suas fendas branquiais servem apenas para filtração de alimentos em suspensão na água. São dioicos com fecundação externa. Tem circulação aberta e não possuem coração.

6. SUBFILO VERTEBRATA OU CRANIATA.

	Classe	Exemplo
Superclasse Pisces	Cyclostomata	Lampreia
	Chondrichtyes	Tubarão
	Osteichtyes	Carpa

	Classe	Exemplo
Superclasse Tetrapoda	Amphibia	Sapo
	Reptilia	Lagartixa
	Aves	Galinha
	Mammalia	Cachorro

Os vertebrados são cordados com crânio e coluna vertebral. Apresentam encéfalo e receptores nervosos bem desenvolvidos. Possuem circulação fechada com hemoglobina no interior de hemácias. Durante o desenvolvimento embrionário, apresentam anexos embrionários que asseguram maior sucesso embriológico.

7. SUPERCLASSE PISCES.

7.1. Classe Cyclostomata.

São representados por feiticeiras e lampreias. São os únicos vertebrados a não possuírem mandíbulas (**agnatas**). Não apresentam escamas. Suas nadadeiras são ímpares. O esqueleto é totalmente cartilaginoso.

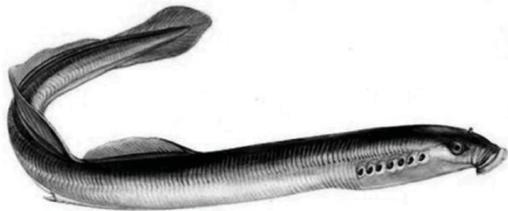


Figura 5. Lampreia. POUGH, 2008.

As lampreias são animais ectoparasitas (figura 6) de peixes e de baleias. Sugam-lhes os líquidos corpóreos podendo até matar seu hospedeiro dependendo do seu porte. A boca das lampreias é circular com dentes corneus (figura 7) que usam para fixarem no corpo de outros animais.

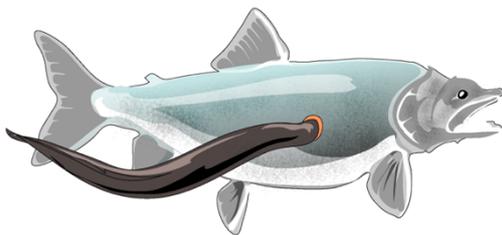


Figura 6. Salmão sendo parasitado por uma lampreia. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lampreia>, acessado em 2/abr/2020.

Os ciclóstomos ("boca circular") podem ser animais monoicos ou dioicos, ou seja, hermafroditas ou com sexos separados, respectivamente, e sempre com fecundação externa. O desenvolvimento pode ser indireto como é no caso das lampreias. A larva é chamada de **amocete**. É cega e extremamente semelhante com o anfióxico.



Figura 7. Aspecto da boca de uma lampreia.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lampreia>, acessado em 2/4/2020.

Apresentam coração com duas cavidades alinhadas (1 átrio e 1 ventrículo), circulação simples e fechada.

São **ectotérmicos**, ou seja, dependem do calor do meio externo e não são capazes de transformar metabolicamente energia química em térmica.

7.2. Classe Chondrichthyes.

São chamados de peixes cartilagosos em virtude do esqueleto desses animais ser integralmente cartilaginoso. São conhecidos também como **elasmobrânquios** (embora não sejam exatamente a mesma coisa – fendas branquiais desprotegidas, ou seja, sem opérculo). Apresentam mandíbulas, nadadeiras pares (peitorais e pélvicas) e escamas epidérmicas. Compreende de dois clados (duas subclasses): a dos *Elasmobranchii*, que abrange tubarões, cações e arraia, e a *Holocephali*, que abrange as quimeras.



Figura 7. O esqueleto cartilaginoso e musculatura possibilita uma grande versatilidade de movimentos para o tubarão.

Fonte: <https://www.projectaware.org/news/success-mako-sharks-cites-cop18>, acessado em 2/4/2020.

A boca desses animais é ventral e transversal. O intestino apresenta uma válvula espiral (figura 8) para aumentar a área de absorção e o tempo que o alimento fica no trato digestório uma vez que é bem curto.

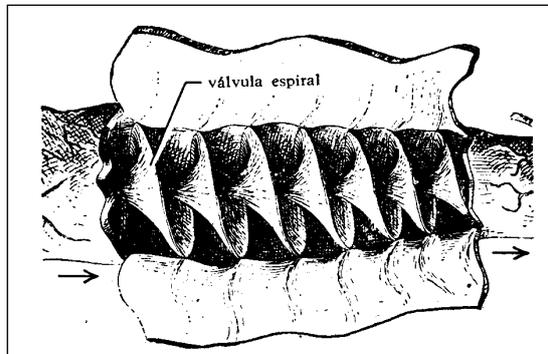


Figura 8. Válvula espiral do tubarão aumenta a superfície de contato e atrasa a passagem do alimento para uma melhor digestão e absorção dos nutrientes. POUGH, 2008.

A nadadeira caudal é **heterocerca**, ou seja, os lobos superior e inferior das nadadeiras são diferentes. Não possuem bexiga natatória e, nesse caso, a flutuabilidade é facilitada pelo fígado rico em óleo. Possuem de cinco a sete pares de fendas branquiais do lado do corpo ou na região ventral da cabeça.

Normalmente possuem olfato apurado, percepção mecânica através da linha lateral que auxilia na percepção de vórtices produzidos pela presa em fuga, olhos que enxergam sob baixa luminosidade, percepção elétrica por estruturas na pele denominadas *ampolas de Lorenzine*.

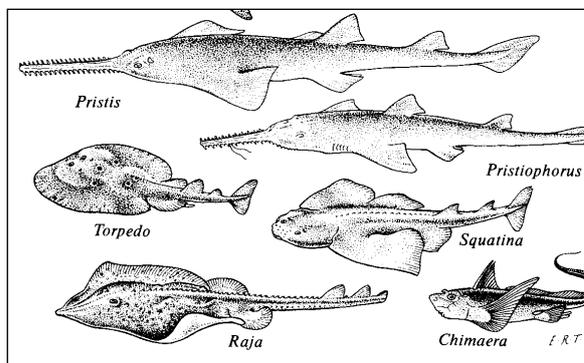


Figura 9. Outros exemplos de peixes cartilagosos. NELSON, 2006.

A fecundação é interna e possuem dimorfismo sexual. Os machos apresentam o clássper, uma

nadadeira modificada para fecundação semelhante a um pênis bifido. Existem espécies ovíparas e ovovivíparas.

São na sua grande maioria carnívoros ativos.

Apresentam coração com duas cavidades e circulação simples.

São animais **ectotérmicos**, ou seja, sua temperatura varia com a temperatura externa do ambiente, não sendo capaz de transformar energia química em térmica por vias metabólicas.

7.3. Classe Osteichthyes.

São chamados de peixes ósseos. O esqueleto é predominantemente ósseo. As escamas são dérmicas. Têm mandíbula. Apresentam nadadeiras pares. São bem mais comuns e mais diversificados que os peixes cartilagosos (existem por volta de 30 mil espécies). São exemplos de peixes ósseos: a sardinha, o bagre, o pirarucu e a piranha.



Figura 10. Tilápia – exemplo de peixes ósseos.

Fonte: <https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-criar/noticia/2018/04/como-criar-tilapia.html>

A boca desses animais é anterior ou terminal. Possuem linha lateral. Possuem quatro pares de brânquias funcionais em quase a totalidade das espécies. São protegidas por uma estrutura denominada de opérculo.

A bexiga natatória é uma estrutura exclusiva dos peixes ósseos. Esse órgão é localizado dorsalmente no animal e serve para a flutuação. Quando cheia, permite ao animal que suba para a superfície; quando vazia, permite-lhe que desça.

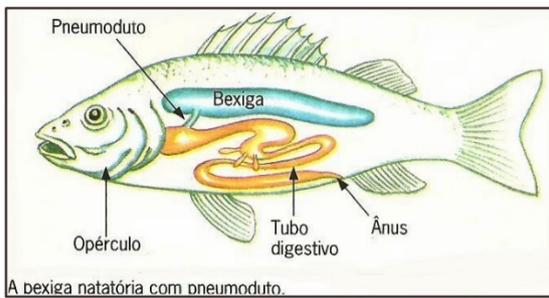


Figura 11. Bexiga natatória. NELSON, 2006.

Existem poucas espécies que são pulmonadas. Pertencem à subclasse Dipnoi e todas são de água doce. No Brasil, há apenas uma dessas espécies: a **piramboia**. As outras encontram-se em outros ambientes tropicais. Apesar disso existem outras espécies que apresentam respiração aérea.

A fecundação pode ser externa ou interna. O desenvolvimento é indireto.

O coração dos peixes ósseos é igual ao dos representantes das outras classes de peixes: apresenta duas cavidades. A circulação é simples completa.

São animais **ectotérmicos**.

13. Apêndices

Apêndice A– Mapa Conceitual Cordados 1

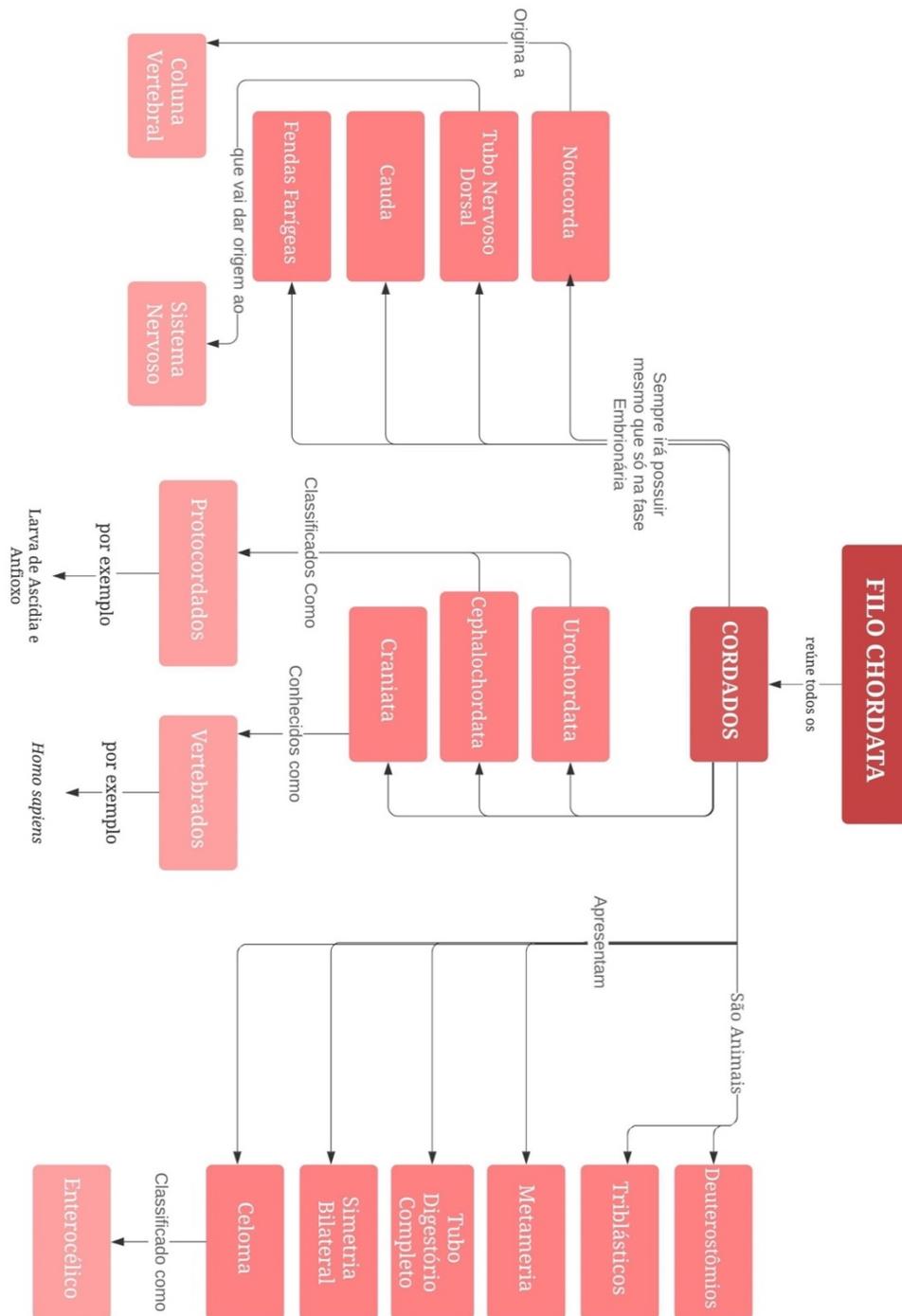


Figura 30 - Mapa conceitual das principais características dos Cordados.
 Fonte: adaptado de Amabis e Martho (2004, p.35)

Apêndice B – Exercício: Cronologia de Eventos Evolutivos

Observe a escala e o relógio a seguir:

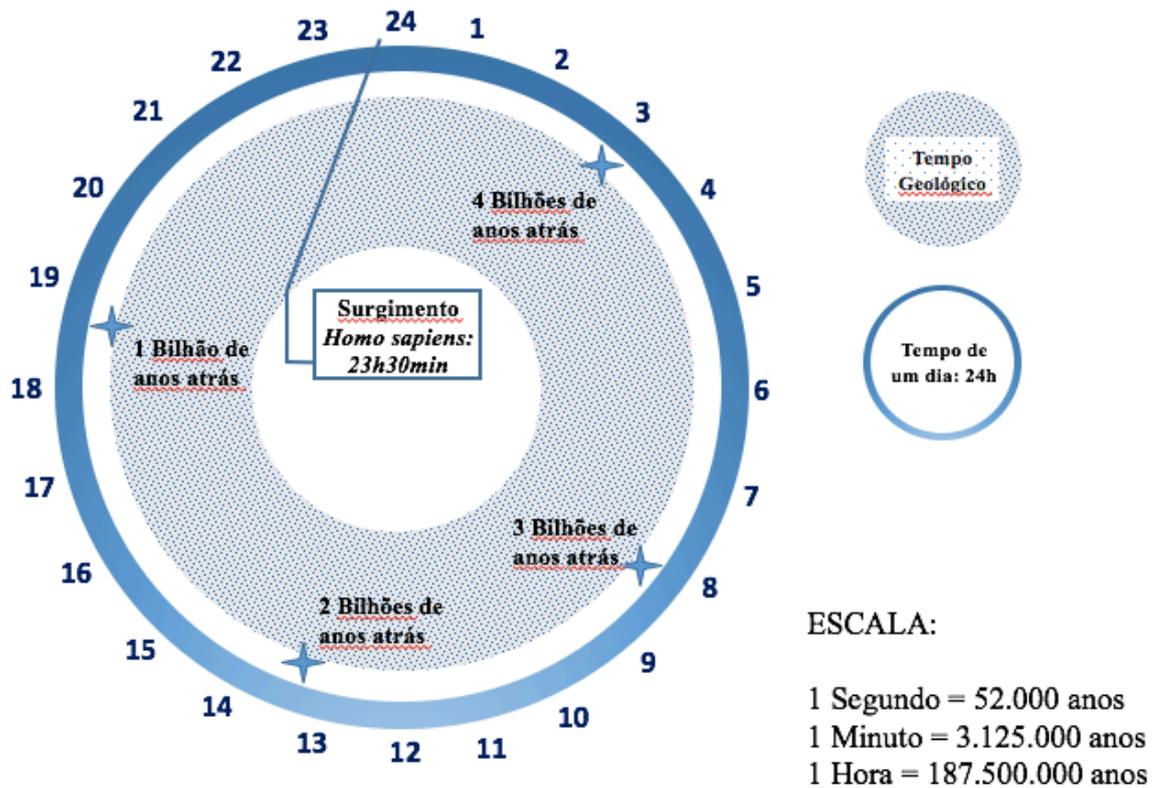


Figura 31 - A história da Terra em uma escala de 24 horas.

Fonte: Adaptado de RAVEN (2001, p.12).

A cronologia básica é uma Terra com 4,6 mil milhões de anos, com (muito aproximadamente):

- 4 mil milhões de anos de células simples (procariontes),
- 3 mil milhões de anos de fotossíntese
- 2 mil milhões de anos de células complexas (eucariotos),
- Mil milhões ³³de anos de vida multicelular
- 600 milhões de anos de animais simples,
- 570 milhões de anos de artrópodes (ancestrais de insetos, aracnídeos e crustáceos)

³³ Mil milhões é o mesmo que 1.000.000.000, 10^9 ou 1 bilhão.

- 550 milhões de anos de animais complexos,
- 500 milhões de anos de peixes e proto-anfíbios,
- 475 milhões de anos de plantas terrestres,
- 400 milhões de anos de insetos e sementes,
- 360 milhões de anos de anfíbios,
- 300 milhões de anos de répteis,
- 230 milhões de anos de dinossauros,
- 200 milhões de anos de mamíferos,
- 150 milhões de anos de aves,
- 130 milhões de anos de flores,
- 65 milhões de anos desde que dinossauros se extinguiram e
- 200 mil anos desde que humanos começaram a parecer-se como atualmente.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cronologia_da_evolu%C3%A7%C3%A3o em 22 abr. 2020

Utilizando o relógio acima como referência, desenhe em seu caderno ou marque no relógio se preferir os itens que estão em **negrito** na lista anterior. Seus conhecimentos em regra de três serão muito úteis!

Apêndice C – Chaves de identificação A (prática momento 1)

Leia as chaves a seguir, tente classificar e siga as instruções.

REINO	<p>Seres vivos pluricelulares (corpo formado por mais de uma célula), eucariontes (célula com núcleo envolvido pela membrana nuclear) e heterótrofos (se alimentam de outros animais ou vegetais por ingestão) – Reino Animalia (siga para 1)</p> <p>Seres vivos quase sempre pluricelulares (corpo formado por mais de uma célula), eucariontes (célula com núcleo envolvido pela membrana nuclear) e autótrofos (produzem seu próprio alimento por meio da fotossíntese) – Reino Plantae (siga para 2)</p>
FILO OU DIVISÃO	<p>1 Corpo segmentado (dividido em partes), patas articuladas e exoesqueleto (esqueleto externo) de quitina – Filo Arthropoda (siga para 3)</p> <p>2[*] Plantas vasculares (com vasos condutores de seiva), com caule, folhas e raízes. Não possuem flores nem frutos – Divisão Pteridophyta (siga para 4)</p> <p>2^{**} Plantas vasculares (com vasos condutores de seiva), com caule, folhas e raízes. Possuem sementes, flores em forma de cones e não possuem frutos – Divisão Gymnospermae (siga para 5)</p> <p>2^{***} Plantas vasculares (com vasos condutores de seiva), com caule, folhas e raízes. Possuem sementes, flores e frutos – Divisão Angiospermae (siga para 6)</p>
CLASSE	<p>3[*] Corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen, 1 par de antenas e 3 pares de patas, geralmente 2 pares de asas (em algumas espécies os indivíduos não apresentam asas, em outras eles as têm por toda vida ou durante parte da vida) – Classe Insecta (siga para 7)</p> <p>3^{**} Corpo dividido em cefalotórax (cabeça e tórax fundidos) e abdômen, sem antenas, 4 pares de patas, não tem asas – Classe Arachnida (siga para 8)</p> <p>4 Todas as samambaias e avencas. Possuem fase esporófitica (que produz esporos) dominante – Classe Pteropsida (siga para 9)</p> <p>5 Produzem micrósporos (esporos masculinos) e megásporos (esporos femininos) em cones ou estróbilos – Classe Coniferopsida (siga para 10)</p> <p>6 Folhas com nervura reticulada (formando uma rede), raiz pivotante (possui um eixo principal do qual partem ramificações) e flor – Classe Magnoliopsida (siga para 11)</p>

Adaptado de NUNES (2017, p.75)

ORDEM	<p>7 A maioria forma sociedades. Possuem peças bucais mastigadoras (algumas modificadas para lamber, cortar ou sugar). Existem espécies com e sem asas; quando presentes, as asas são membranosas e transparentes com poucas nervuras. Possuem metamorfose completa (com todas as fases presentes – ovo, lagarta, pupa e adulto) – Ordem Hymenoptera (siga para 12)</p> <p>8 Possuem cefalotórax (cabeça e tórax fundidos) unido ao abdômen por um pedúnculo, 8 olhos simples, glândulas de veneno e quelíceras (estruturas em forma de ganchos que servem para capturar a presa e que estão frequentemente associadas a glândulas de veneno) – Ordem Araneae (siga para 13)</p> <p>9 Reproduzem-se por esporângios (local de produção dos esporos), produzem esporos, protalo reduzido (fase produtora de gametas) – Ordem Filicales (siga para 14)</p> <p>10 Flor feminina em forma de roseta (semelhante à coroa de um abacaxi), com sementes se desenvolvendo embaixo de cada escama – Ordem Coniferae (siga para 15)</p> <p>11 Arbusto ou árvores com folhas coriáceas (duras como couro), folhas com nervuras reticuladas (formando uma rede) – Ordem Myrtales (siga para 16)</p>
-------	---

FAMÍLIA	<p>12* Todas são sociais, baseiam sua alimentação na coleta de néctar e pólen, possuem pêlos especiais nas patas traseiras formando uma espécie de cesta (corbicula) que auxilia no transporte de pólen. – Família Apidae (siga para 17)</p> <p>12** As asas estão presentes em machos e fêmeas reprodutivas somente durante o período de acasalamento. As fêmeas não reprodutoras não possuem asas. Apresentam uma estrutura chamada pedúnculo abdominal que liga o tórax ao abdômen – Família Formicidae (siga para 18)</p> <p>13 São grandes em comparação às espécies de outras famílias, possuem coloração marrom escura, com pêlos compridos nas patas e no abdômen – Família Theraphosidae (siga para 19)</p> <p>14 Plantas arborescentes (aproximadamente 6m), terrestres, com folhas que chegam a 2m de comprimento – Família Dicksoniaceae (siga para 20)</p> <p>15 Árvores com arranjo em espiral, folhas pequenas e espinhosas com veias paralelas, cones masculinos geralmente menores que os femininos – Família Araucariaceae (siga para 21)</p> <p>16 Plantas lenhosas, com folhas simples que possuem glândulas aromáticas, flores com que podem estar fundidas. O caule perde a casca em determinada época do ano – Família Myrtaceae (siga para 22)</p>
---------	--

GÊNERO	<p>17 Sociabilidade bastante desenvolvida. Produzem mel, possuem ferrão e formam enxames - Gênero <i>Apis</i> (sigla para 23)</p> <p>18 Sociabilidade desenvolvida. O grupo divide-se em castas temporárias e permanentes, com tamanhos e atividades diferentes; cada ninho possui milhares de indivíduos. Possuem mandíbulas especializadas para cortar folhas, que junto com outras partículas vegetais formam um substrato no qual cultivam um fungo. Esse é sua principal fonte de alimento, juntamente com parte da seiva. – Gênero <i>Atta</i> (sigla para 24)</p> <p>19 Habitam florestas brasileiras, põem de 170 a 200 ovos; alimentam-se de pequenos animais (insetos, anfíbios e roedores) e quando adultas podem ficar sem se alimentar por alguns meses – Gênero <i>Vitalius</i> (sigla para 25)</p> <p>20 Plantas arborescentes, com caule sem ramificações, com cicatrizes nos locais das folhas que caíram – Gênero <i>Dicksonia</i> (sigla para 26)</p> <p>21 Plantas nativas do Brasil, ameaçadas de extinção. Possuem folhas em forma de lança; nos adultos, a copa assemelha-se a uma taça – Gênero <i>Araucaria</i> (sigla para 27)</p> <p>22 Árvores com folhas simples, com glândulas aromáticas; podem apresentar flores auxiliares no caule; fruto carnoso – Gênero <i>Myrciaria</i> (sigla para 28)</p>
--------	---

ESPÉCIE	<p>23 Possuem aparelho bucal modificado em uma língua para sugar água e néctar das flores, produzem mel e possuem ferrão. Seu abdômen é formado por seis anéis entre os quais encontram-se glândulas produtoras de cera. Sua sociedade é dividida em castas (zangão, rainha, operárias); a função das operárias varia de acordo com a idade; a rainha vive cerca de 4 anos e as operárias vivem de 35 a 40 dias. Constroem ninhos de cera no alto de árvores – Espécie <i>Apis mellifera</i> (abelha)</p> <p>24 Cortam folhas de árvores ou qualquer outro material vegetal. Existem diversos tipos de operárias no ninho, cada uma com uma função (jardineiras, cortadeiras e soldados), mas apenas uma rainha. Seus ninhos são formados no solo – Espécie <i>Atta silvai</i> (formiga saúva)</p> <p>25 São grandes (cerca de 28cm), dóceis, seu veneno não é ativo em humanos que raramente são picados por elas – Espécie <i>Vitalius roseus</i> (aranha caranguejeira)</p> <p>26 Plantas arborescentes. Assemelham-se a uma palmeira, possuem caule formado por raízes entrelaçadas. Possuem crescimento lento (levam 10 anos para crescer 1m de altura) – Espécie <i>Dicksonia sellowiana</i> (samambaiaçu)</p> <p>27 Plantas dióicas (as flores masculinas e femininas ocorrem em árvores diferentes). Podem atingir até 50 metros de altura, possuem casca grossa e sua semente é o pinhão – Espécie <i>Araucaria angustifolia</i> (pinheiro do Paraná)</p> <p>28 Flores e frutos fixos no caule. Ocorre geralmente na beira de rios, produz frutos duas vezes por ano – Espécie <i>Myrciaria trunciflora</i> (jabuticabeira)</p>
---------	--

Apêndice D – Chaves de identificação B³⁴(prática momento 1)

Leia as chaves a seguir, tente classificar e siga as instruções.

QUEM SOU EU?

Lapiseira

Tenho 2 antenas, 6 patas e 4 asas, um esqueleto externo e patas articuladas. Minhas asas são membranosas, ou seja, finas e delicadas. Tenho mandíbulas fortes e uma língua bem flexível especializada para lambar meus alimentos preferidos: o pólen e o néctar. Sou social, vivendo em ninhos construídos em cima de árvores. Possuo um ferrão para defender meu ninho e o mel que produzo.

QUEM SOU EU?

Lápis
de cor

Tenho 2 antenas, 6 patas e 4 asas, um esqueleto externo e patas articuladas. Meu ninho é construído no solo, nele vivo em sociedade e convivo com milhares de indivíduos. De todos os indivíduos do ninho, somente a rainha e o macho têm asas. Meu aparelho mastigador é especializado para cortar folhas e outros materiais vegetais. Alimento-me de fungo e da seiva liberada pela planta quando a corto.

QUEM SOU EU?

Canetinha
Hidrocor

Sou autótrofo, produzo flores com 5 pétalas e sementes protegidas por frutos. Minhas flores e frutos nascem diretamente no caule e nos galhos. Minhas folhas são coriáceas, com nervuras reticuladas e com glândulas aromáticas. Meu caule tem casca fina e lisa que se descama anualmente em placas

³⁴ Fonte: CDCC USP – Experimentoteca adaptado de NUNES, 2017.

QUEM SOU EU?

Lápis
Comum

Sou grande, marrom, com pêlos compridos nas patas e no abdômen. Tenho 8 patas articuladas, mas não tenho antenas e nem asas, tenho 8 olhos, quelíceras e glândulas de veneno. Sou um predador, me alimento de pequenos animais, mas apesar de possuir veneno, raramente pingo os seres humanos.

QUEM SOU EU?

Caneta
Esferográfica
Sem tampa

Sou autótrofo, tenho vasos condutores, caule, raízes e folhas, mas não tenho flores e nem frutos. Reproduzo-me por meio de esporângios que produzem esporos. Chego a medir 6m de altura. Meu caule é formado por raízes entrelaçadas e nele há cicatrizes de folhas antigas que vão caindo.

QUEM SOU EU?

Caneta
Esferográfica
com tampa

Sou autótrofo, produzo sementes, mas não frutos. Sou dióico, isto é, posso ser feminino (produzo megásporos) ou masculino (produzo micrósporos). Minha flor é chamada de cone, tem forma de roseta e cada semente fica atrás de uma escama. Minhas folhas são pequenas e espinhosas e minha copa tem a forma de uma taça.

Apêndice E – Anatomia de peixes

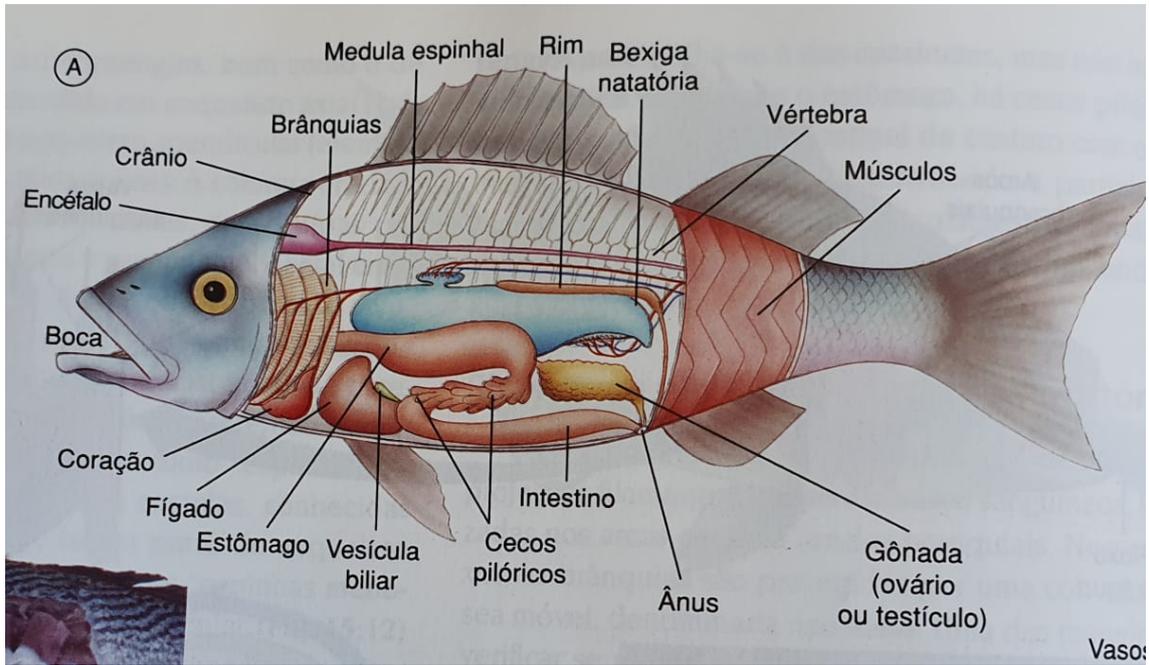


Figura 11 - Ilustração da anatomia interna de um peixe ósseo. Fonte: Amabis & Martho (2004, p. 432).

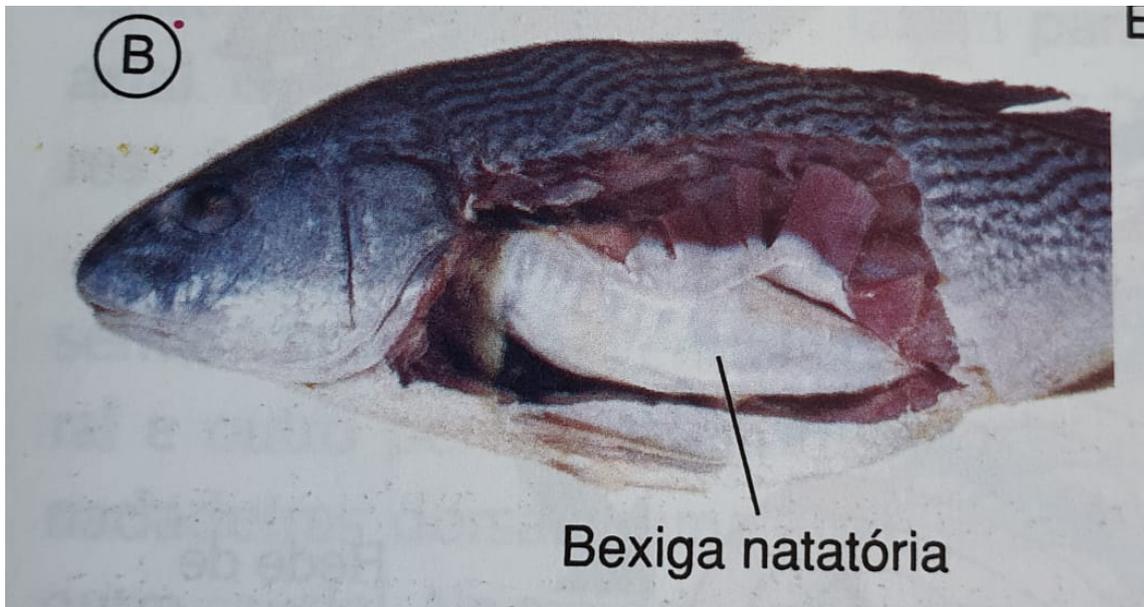


Figura 12 – Fotografia da anatomia interna de um peixe ósseo com bexiga natatória em destaque. Fonte: Amabis & Martho (2004, p. 432).

Peixes Cartilaginosos

Cole seu origami
no caderno volante.



Para fazer seu origami:

- Acesse o QR Code para assistir o vídeo
- ou digite <http://twixar.me/PG1K>
- ou veja o passo-a-passo no verso

Agora você terá duas atividades para fazer:

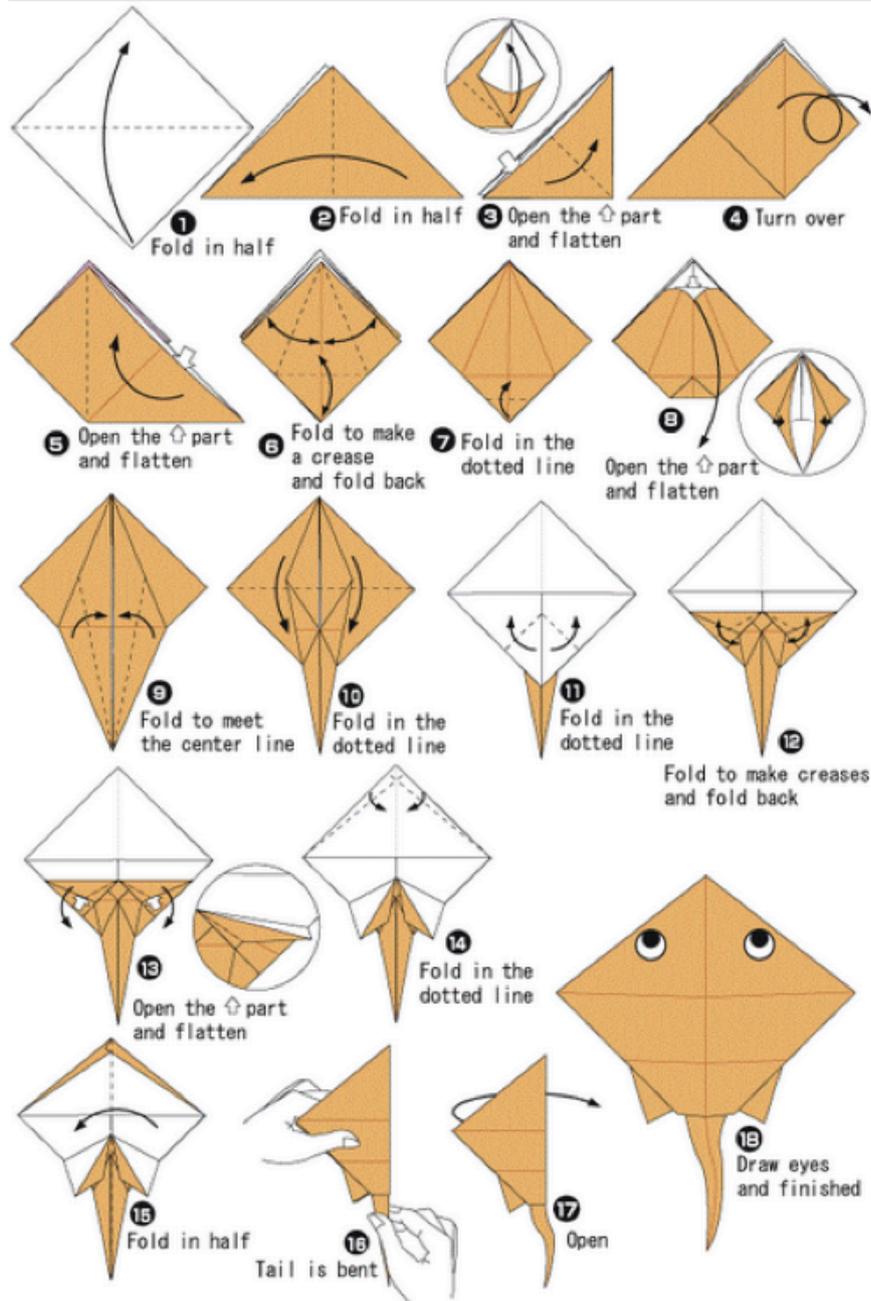
1. Acesse o link ou QR Code abaixo, veja as imagens e ilustre seu peixe e sua respectiva anatomia interna
2. Escolha um sistema e desenhe cuidadosamente no interior do origami dissecado.

Faça a ilustração com a maior riqueza de detalhes possível e colorido.



Acesse: <http://twixar.me/fd1K>

Arraia



Fonte: <https://perspectivasdoolhar.blogspot.com/2012/08/oigami-animais-marinhos-15-raia.html>
Acessado em 20/03/2019

Peixes Cartilaginosos

Cole seu origami
no caderno volante.



Para fazer seu origami:

- Acesse o QR Code para assistir o vídeo
- ou digite <http://twixar.me/zd1K>
- ou veja o passo-a-passo no verso

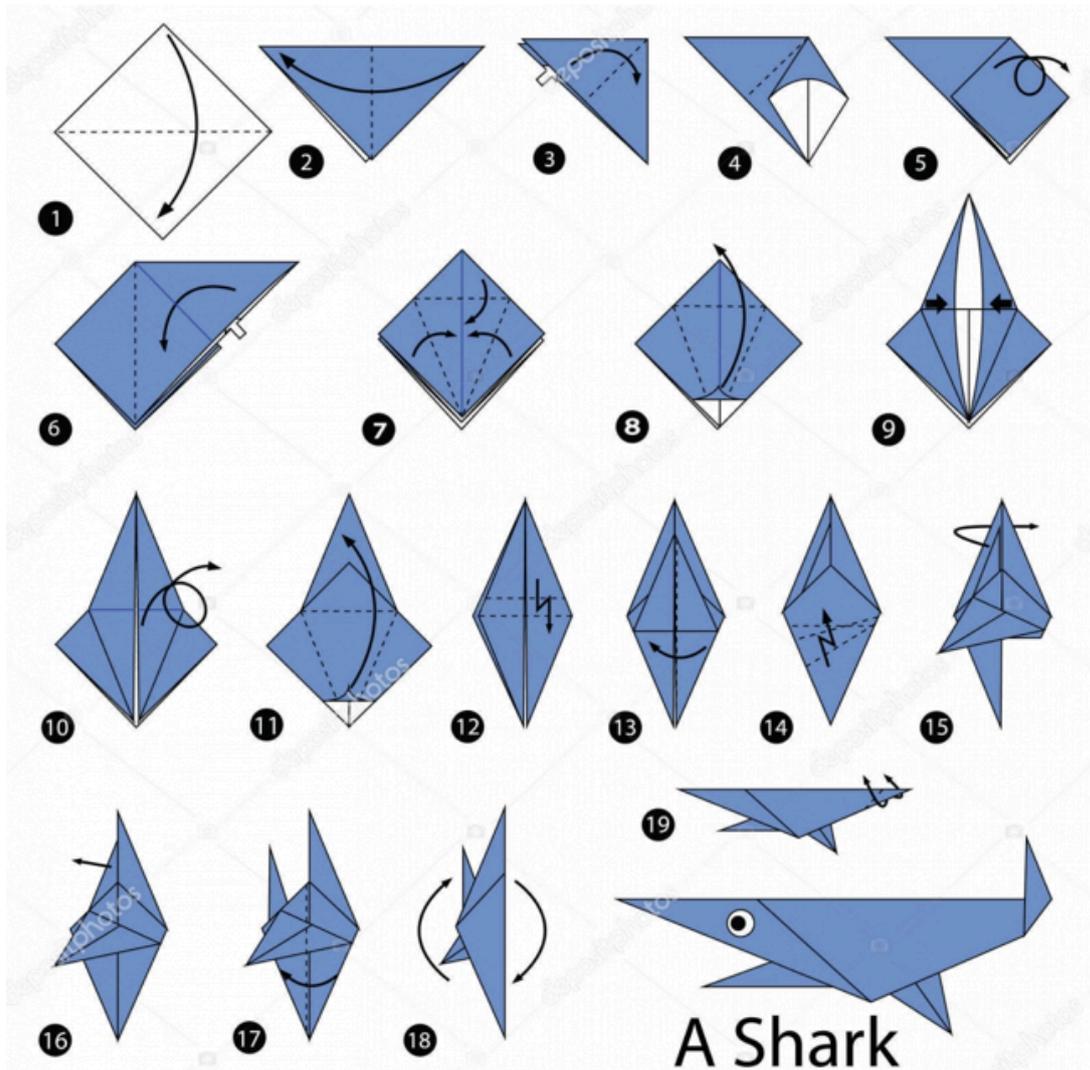
Agora você terá duas atividades para fazer:

1. Acesse o link ou QR Code abaixo, veja as imagens e ilustre seu peixe e sua respectiva anatomia interna
 2. Escolha um sistema e desenhe cuidadosamente no interior do origami dissecado.
- Faça a ilustração com a maior riqueza de detalhes possível e colorido.



Acesse: <http://twixar.me/fd1K>

Tubarão



Fonte: <https://br.depositphotos.com/137778890/stock-illustration-step-by-step-instructions-how.html>
Acessado em 20/03/2019

Peixes Ósseos

Cole seu origami
no caderno volante.



Para fazer seu origami:

- Acesse o QR Code para assistir o vídeo
- ou digite <http://twixar.me/xPmK>
- ou veja o passo-a-passo no verso

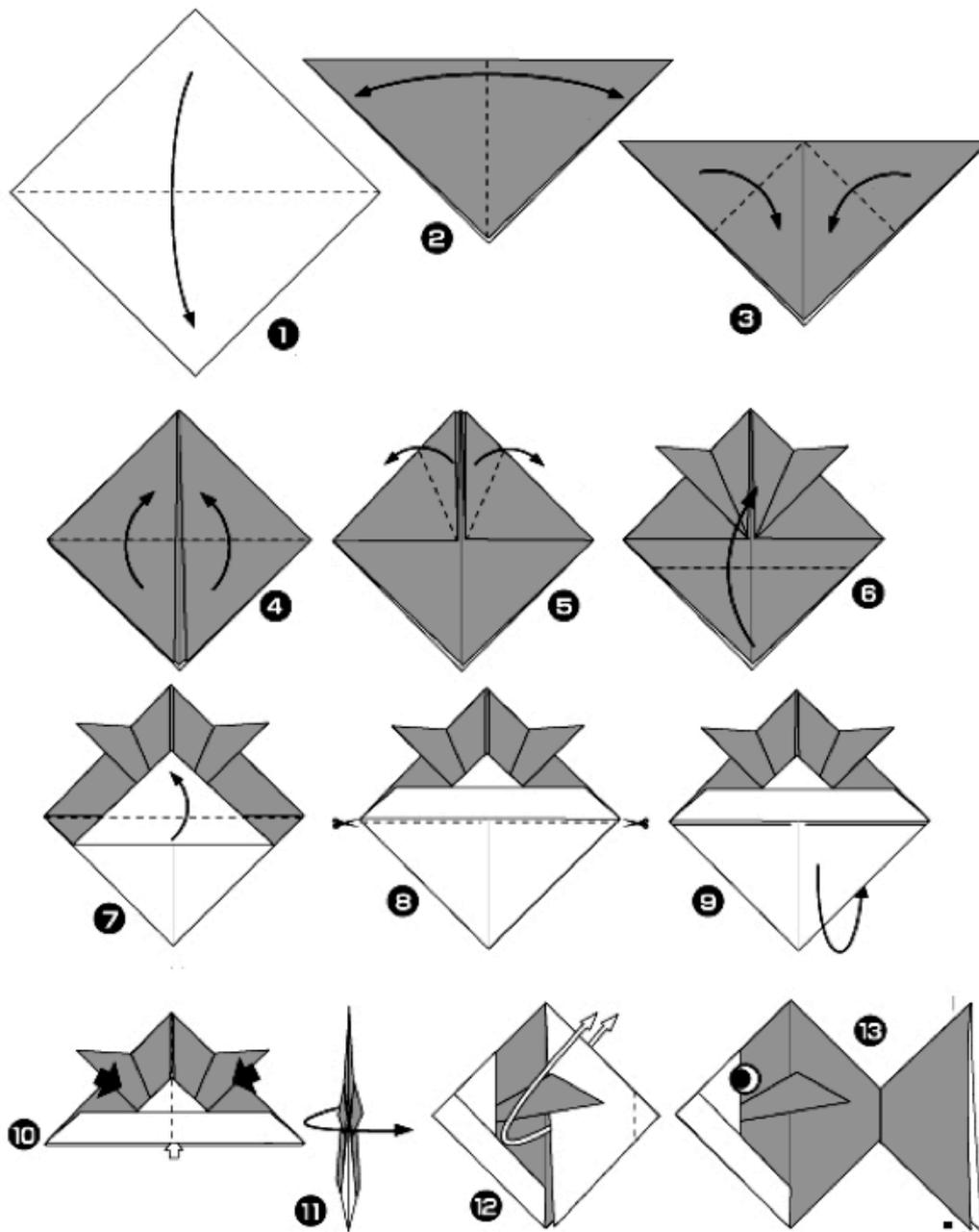
Agora você terá duas atividades para fazer:

1. Acesse o link ou QR Code abaixo, veja as imagens e ilustre seu peixe e sua respectiva anatomia interna
 2. Escolha um sistema e desenhe cuidadosamente no interior do origami dissecado.
- Faça a ilustração com a maior riqueza de detalhes possível e colorido.



Acesse: <http://twixar.me/LYmK>

Lambari



Fonte: https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Origami/aula_diagramas/Aula%202_peixe&anfibio/kingyo.jpg
Acessado em 25/03/2020

14. Referências

- AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia dos organismos**: a diversidade dos seres vivos. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 3 v. (Anatomia e Fisiologia de plantas e de animais).
- BRASIL. MEC. (ed.). **Base Nacional Comum Curricular**: bncc. BNCC. 2018. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2020.
- BRUSCA, R.C. & BRUSCA G.J. **Invertebrados**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- FROTA-PESSOA, Osvaldo. **Os caminhos da vida biológica no ensino médio**: genética e evolução. São Paulo: Scipione, 2001, 224p.
- GUISASOLA, J. et al. Designing and evaluating research-based instructional sequences for introducing magnetic fields. **International journal of science and mathematics education**. v. 7, n. 4, p. 699-722, 2009.
- HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S. & LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2009
- MENDONÇA, T.S.; SILVA-FERRAZ, M.A. **Origamis e Ilustração científica como alternativa para aulas de Zoologia no Ensino Médio**. 2020, 124p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia, Instituto de Biologia, UnB, Brasília, 2020.
- NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 4 ed. New Jersey, John Willey & Sons. 2006
- NUNES, Teresa. **Sistema de classificação**: atividade prática de taxonomia. atividade prática de taxonomia. 2017. Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/sistema-classificacao-atividade-pratica/>. Acesso em: 26 maio 2020.
- PERGHER, G.K.; STEIN, L.M. Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais. **Psicologia Usp**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 129-155, 2003. FapUNIFESP (SciELO). [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/s0103-65642003000100008](http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65642003000100008)
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M. & HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4 ed. São Paulo Atheneu Editora São Paulo Ltda. 2008.
- RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 12p.
- SCHWARTZ, B.; REISBERG, D. **Learning and memory**. New York: W. W. Norton & Company, 1991. 688 p.
- SILVA, G.M.; SILVA, R.F.L. Problematizando o ensino de Zoologia na educação básica a partir de sequências didáticas produzidas por licenciandos. In: **X encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, 2015, Águas de Lindóia. Anais 2015 - Processos e

materiais educativos na Educação em Ciências. Águas de Lindóia: Abrapec, 2015. v. 1, p. 1-8.

TRIVELATO, S.L.F; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio pesquisa em educação em Ciências** (Belo Horizonte), [s.l.], v. 17, p. 97-114, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/1983-2117201517S06](http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517S06)

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.