ISBN 978-65-00-41903-0 .

Agradecimentos:

## 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 junto ao 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 inspirado pela demanda dos estudantes por atividades diferenciadas nas 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. A continuidade da alfabetização Científica só é possível com trabalho diário e constante, no decorrer dos anos e buscando incentivar o estudante a questionar seu meio-ambiente por meio de perguntas corretas.

Tiago de Souza Mendonça
Mestrando do PROFBIO – UnB

Prof. Dr. Marcos A. S. Silva Ferraz
Orientador do programa de Mestrado PROFBIO – UnB

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

**SUMÁRIO**

**1.** 4

**2.** 12**10**

**3.** 19**17**

**4.** 33

**5.** 43

**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.** 58

## 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 dissecção 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, bem 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 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 possa fornecer os materiais de estudo e para as práticas.

Para formatar a SD de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foram acrescidas 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 a 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 maior[1].

[1] 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.

**Práticas em Zoologia**

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 questiona 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 dissecção e ilustração como ferramentas de ensino-aprendizagem.

**Questões legais, origamis e ilustração científica.**

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 associada 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 expositiva 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 dissecção, 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.

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 dissecção é coerente pois, ao dissecar, são levados em conta parâmetros como direção, camadas, envoltórios, volume e limites de cortes presentes em técnicas de dissecção (TESTUT, JACOB e BILET; 1921). As técnicas na metodologia de dissecção – começar um corte na dissecção, 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 dissecção 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

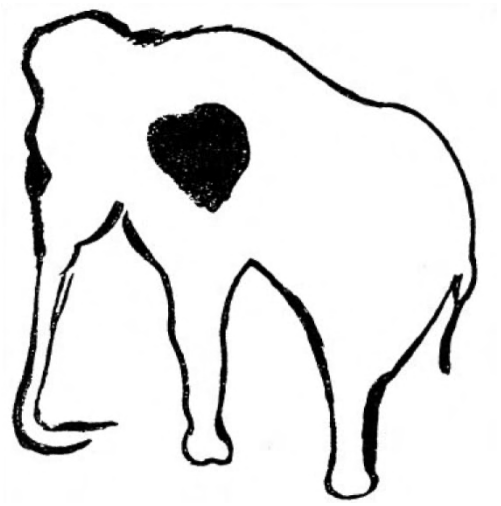
com a anatomia interna, de forma técnica e investigativa, auxilia no ensino do conteúdo como ferramenta pedagógica (MILACH, 2015).

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, Eresístrato 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 Buonarotti 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 dissecção 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).

## 1. 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 1 - 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 2 - Organização da sequência didática em que cada plano de aula (momento).

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

**1ª Etapa – GPS[2]:** 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.

---

[2]. 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 restruturações 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 compõem 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 realizado 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 dissecção de origami de protocordado. |
| **Momento 2** | Peixes | Pré-encontro 2 | - | Ilustração e dissecção do origami de anfioxo. Características Gerais[3], Classificação e Evolução dos Craniatas Agnatos, cartilaginosos e ósseos. |
| | | Aula 3 | 90 minutos | Ilustração e dissecção 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 dissecção 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 dissecção do origami de ave e mamífero a escolha do aluno. |

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2020

[3] 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.

## 2. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

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

<table>
<tr><th colspan="3">Orientações sobre caderno de campo e plataforma on-line</th></tr>
<tr><td>Público Alvo e Sinopse</td><td colspan="2">Ensino Médio – 2º Ano<br>Nesse primeiro momento o estudante deve familiarizar com a utilização da plataforma digital Google Class para acesso de material e orientações à distância; e também orientações de como elaborar seu próprio caderno de campo.</td></tr>
<tr><td>BNCC<br>(Base Nacional Comum Curricular)</td><td colspan="2">(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.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Conteúdo</td><td>Conceitual</td><td>Uso produtivo da rede social pedagógica Google Classroom (Google sala de aula) e de elaboração do caderno de campo (caderno volante).</td></tr>
<tr><td>Procedimental</td><td>Aula de instrução e orientação desde abertura da conta até assinatura da turma de acesso, produção passo-a-passo do caderno de campo.</td></tr>
<tr><td>Atitudinal</td><td>Exercitar o senso de autonomia e responsabilidade do estudante pelo conteúdo aprendido, material produzido e acesso da plataforma pedagógica.</td></tr>
<tr><td>Objetivo / Indicadores</td><td colspan="2">- Ampliar a capacidade motora e de concentração do estudante na execução de tarefas motoras.<br>- Conscientizar da importância, da organização e cuidado do caderno de campo desde a elaboração até conclusão da atividade avaliativa no final do conteúdo.<br>- Instruir como utilizar a ferramenta de orientação e avaliação on-line e conscientizar os estudantes da importância da execução precisa de cada uma das etapas.</td></tr>
<tr><td>Número de aulas</td><td colspan="2">2 aulas (90 min total)</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **Avaliação** | - Verificação do caderno de campo[4]<br>- Organização<br>- Página de sumário<br>- Títulos das atividades<br>- Produção de capa. |
| **Recursos** | - Folha A4;<br>- Tesoura;<br>- Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc);<br>- Carteira ou mesa limpa.<br>- Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet[5]. |

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 atividades.

**Material necessário**

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

[4] São apenas sugestões, pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

[5] 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.

**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 tubo que naturalmente as folhas se encaixam.

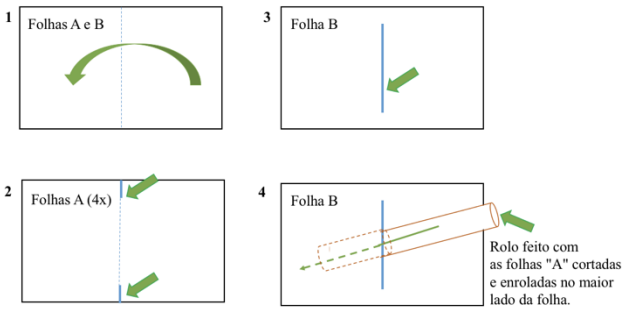



Figura 3 - Instruções para fazer o caderno volante.

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<br>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** | - Desenvolver a capacidade na leitura de árvores filogenéticas e percepção temporal de eventos de especiação e extinção em massa.<br>- 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 referencia. |
| **Número de aulas** | 1 Atividade (pré-encontro) e 2 Aulas (45 minutos cada) |
| **Avaliação** | - Verificação do caderno de campo[6]<br>Organização, conceitos, qualidade das ilustrações e origami dissecado<br>- Atividades para casa<br>- Produção de resumos |
| **Recursos** | - Folha A4;<br>- Tesoura;<br>- Cola (em bastão, de preferência);<br>- Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc);<br>- Caderno de campo;<br>- Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet[7]. |

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2020

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*™ 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;**

[6] São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

[7] 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.

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

Figura 5 - 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 6 - link para mapa conceitual de Cordados 1 (https://bit.ly/2LzVYwv) ou QR code para acesso.

Figura 7 - 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 filos 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 serie 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 relembrar 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 (lápis, 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 – Samambaiaçu – *Dicksonia sellowiana*
5. Lápis de cor – Pinheiro do Paraná – *Araucaria angustifólia*
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 a pertencer a grupos diferentes e começam a 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 dissecção 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 8 - link para elaboração e dissecção 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 dissecção e ilustração**

Toda metodologia prática para a dissecção 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 dores 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<br>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, Actinopterígi, 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** | - Desenvolver a capacidade na leitura de árvores filogenéticas e percepção temporal de eventos de especiação e extinção em massa.<br>- Aplicar as regras de nomenclatura científica e saber sua importância no desenvolvimento em ciências como a Zoologia, Botânica e Microbiologia.<br>- Diferenciar os cordados dos não cordados bem como suas principais características anatômicas utilizando o Anfioxo como referência. | |
| **Número de aulas** | - 2 Aulas Duplas (90 minutos cada) | |

| | |
|---|---|
| **Avaliação** | - Verificação do caderno de campo[8]<br>Organização, conceitos, qualidade das ilustrações e origami dissecado<br>- Atividades para casa<br>- Produção dos relatórios |
| **Recursos** | - Folha A4;<br>- Tesoura;<br>- Cola (em bastão, de preferência);<br>- Material para ilustração (lápis comum, lápis de cor, canetas, canetas hidrocor, giz de cera, etc);<br>- Caderno de campo;<br>- Quadro (giz colorido), quadro branco (pincéis coloridos), data show, pranchas de imagens, livro didático, caderno de anotações, Internet[9]. |

## 3. MATERIAL DO ESTUDANTE

RESUMO – CORDADOS 1

## 1. INTRODUÇÃO.

O filo dos cordados é o terceiro mais numeroso em espécies entre os animais. Inclui também os animais mais complexos dos viventes hoje. São exemplos de animais cordados os protocordados e os vertebrados.

[8] São apenas sugestões pois o professor é responsável pela metodologia avaliativa aplicada.

[9] 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.

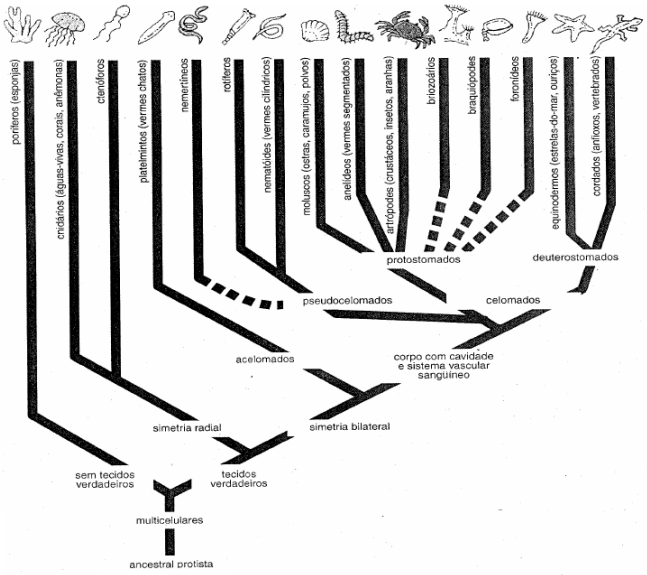



Figura 1. Árvore filogenética hipotética do Reino Animalia. As linhas interrompidas na imagem representam a incerteza quanto a origem do grupo. FROTA-PESSOA, 2001.

## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS.

Os animais cordados possuem algumas características em comum durante seu desenvolvimento embrionário e, em algum momento de sua vida, devem apresentar:

- notocorda;
- fendas branquiais na faringe;
- tubo nervoso dorsal;
- cauda.

A notocorda tem a forma de bastão, possui flexibilidade e também sustenta a porção mediana do corpo do animal. De uma forma geral, a notocorda desaparece durante a embriogênese e cede lugar e função à coluna vertebral.

Os cordados são animais triblásticos, celomados, deuterostômios, com simetria bilateral e segmentados (com metameria).

## 3. CLASSIFICAÇÃO.

Os cordados estão subdivididos em três subfilos:

a) **Urocordados ou Tunicados** (ascídia);

b) **Cefalocordados** (anfioxo);

c) **Vertebrados** ou **Craniados** (homem).

Os hemicordados (*Balanoglossus*) foram considerados cordados por muito tempo, porém não mais por não apresentarem notocorda, mas sim uma estomocorda.

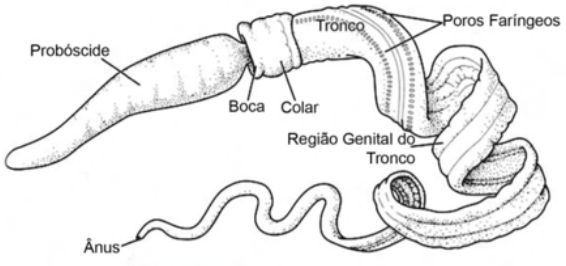



Figura 2. *Balanoglossus* BRUSCA, 2007.

Os tunicados e os cefalocordados são genericamente chamados de **protocordados**.

## 4. SUBFILO UROCHORDATA (TUNICATA)

Seu principal representante é a ascídia. São bem diferentes dos demais cordados. Os tunicados possuem notocorda apenas na cauda de suas larvas girinóides (*uro* = cauda). Portanto, não há notocorda na fase adulta de seus representantes.

São chamados de **tunicados** em virtude de apresentarem um revestimento resistente chamado de túnica. A túnica é externa à epiderme e composta de um polissacarídeo semelhante à celulose chamado de **tunicina**.

As ascídias são comuns no litoral brasileiro. São animais, quase sempre, fixos na fase adulta, todavia 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.

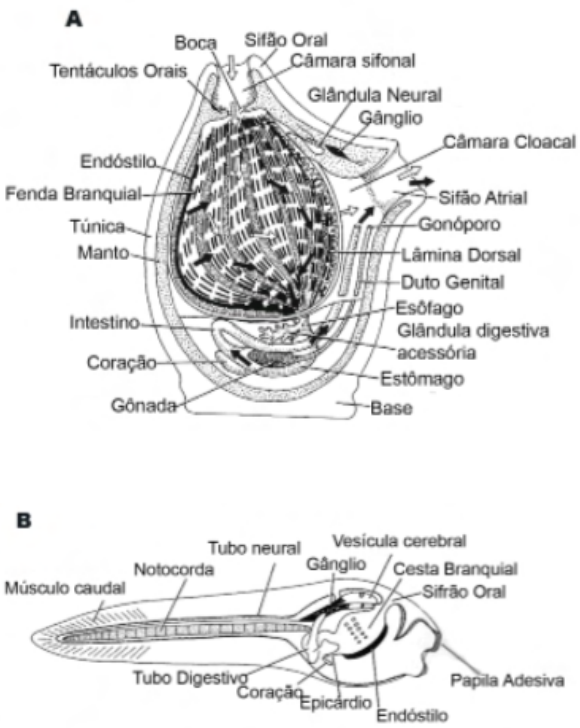



Figura 3. Representação da Ascídia adulta (A) e larva (B). BRUSCA, 2007.

## 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.

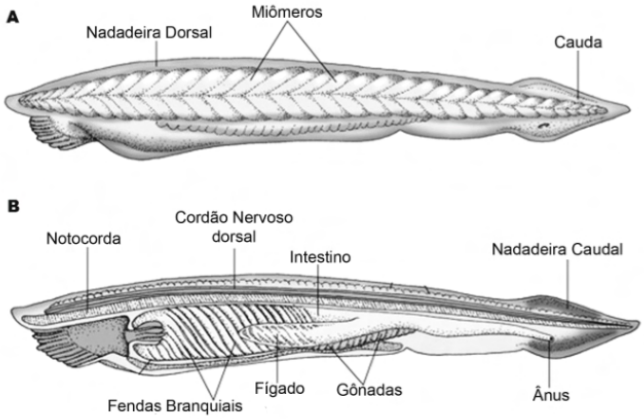



Figura 4. (A) *Branchiostoma* (anfioxo) e seu respectivo corte sagital (B) HICKMAN, 2009.

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 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.

| | **Classe** | **Exemplo** |
|---|---|---|
| Superclasse Pisces | Cyclostomata | Lampreia |
| | Chondrichtyes | Tubarão |
| | Osteichtyes | Carpa |

## 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.

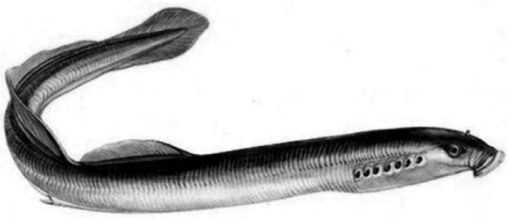


Figura 5. Lampreia. POUGH, 2008.

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 córneos (figura 7) que usam para fixarem no corpo de outros animais.

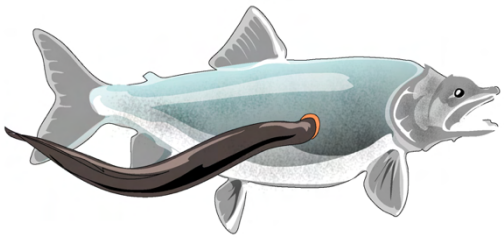


Figura 6. Salmão sendo parasitado por uma lampreia. Fonte: *https://pt.wikipedia.org/wiki/Lampreia*, acessado em 2/abr/2020.

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 anfioxo.

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 cartilaginosos 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 arraias, 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 oi alimento fica no trato digestório uma vez que é bem curto.

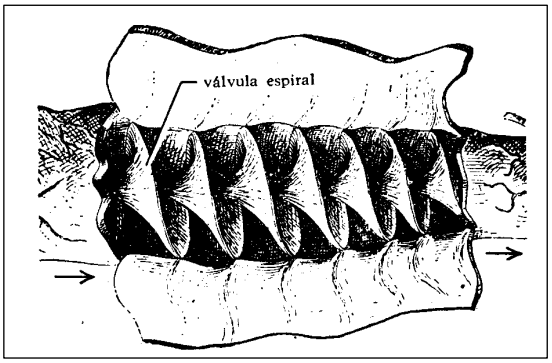



Figura 8. Válvula espiral do tubarão aumenta a superfície de contato e atrasa a passagem do alimento para uma melhor digestão e absorção dos nutrientes. POUGH, 2008.

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*.

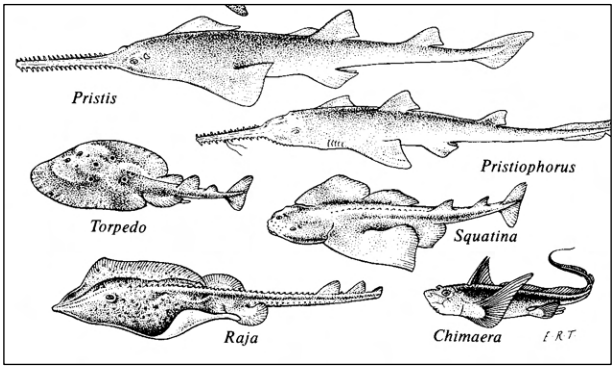



Figura 9. Outros exemplos de peixes cartilaginosos. NELSON, 2006.

A fecundação é interna e possuem dimorfismo sexual. Os machos apresentam o clásper, uma nadadeira modificada para fecundação semelhante a um pênis bífido. 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 Osteichtyes.

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 cartilaginosos (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 ósseo.
*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.

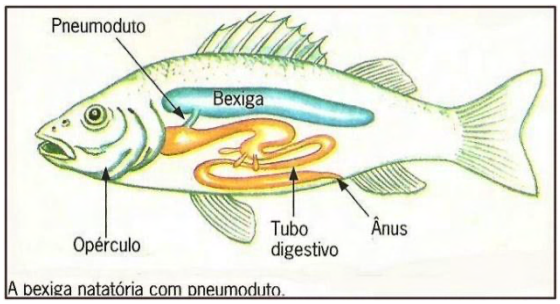



Figura 11. Bexiga natatória. NELSON, 2006.

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**.

## 4. Apêndices

### Apêndice A– Mapa Conceitual Cordados 1

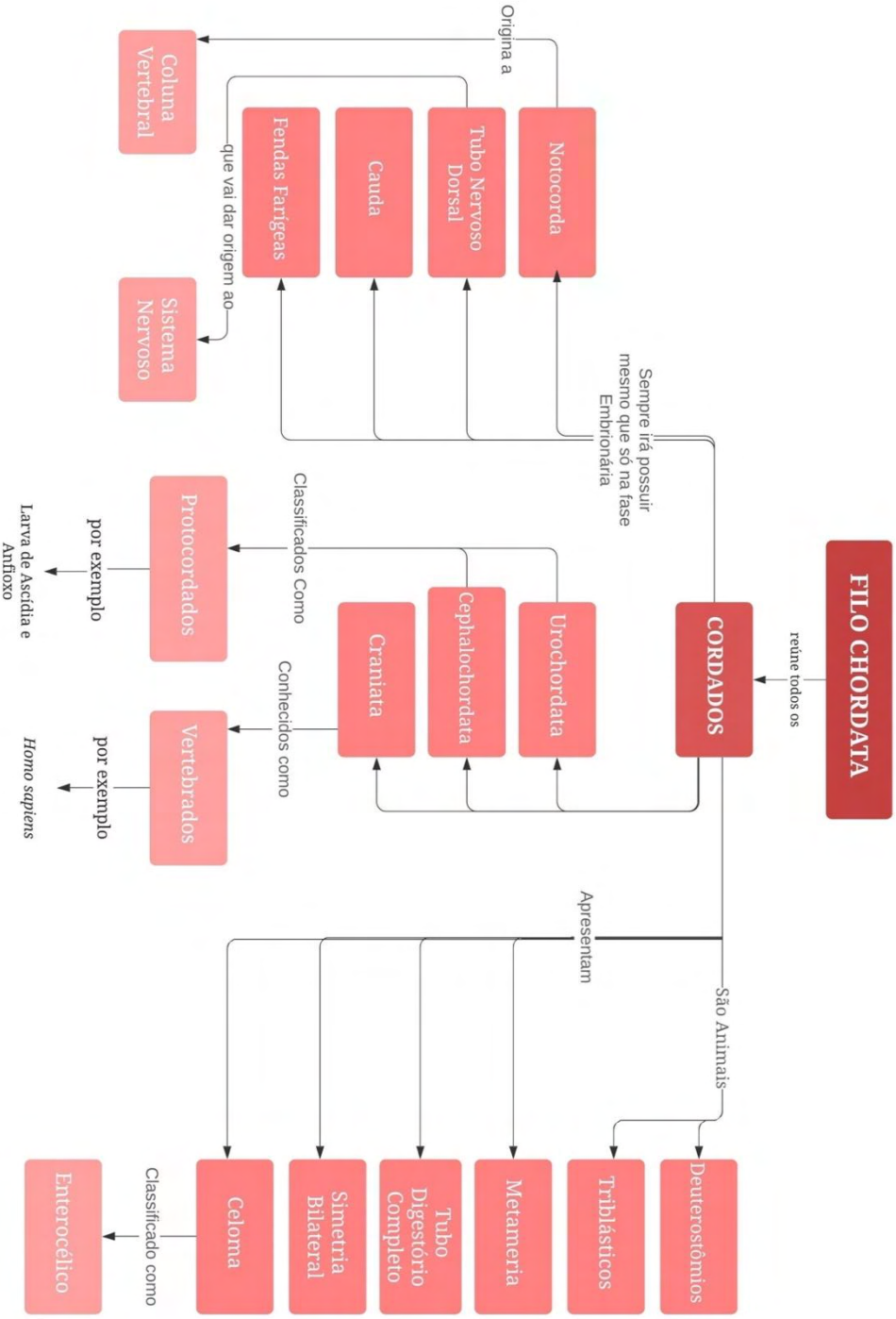



Figura 9 - Mapa conceitual das principais características dos Cordados.
Fonte: adaptado de Amabis e Martho (2004, p.35)

**Apêndice B – Exercício: Cronologia de Eventos Evolutivos**

Observe a escala e o relógio a seguir:

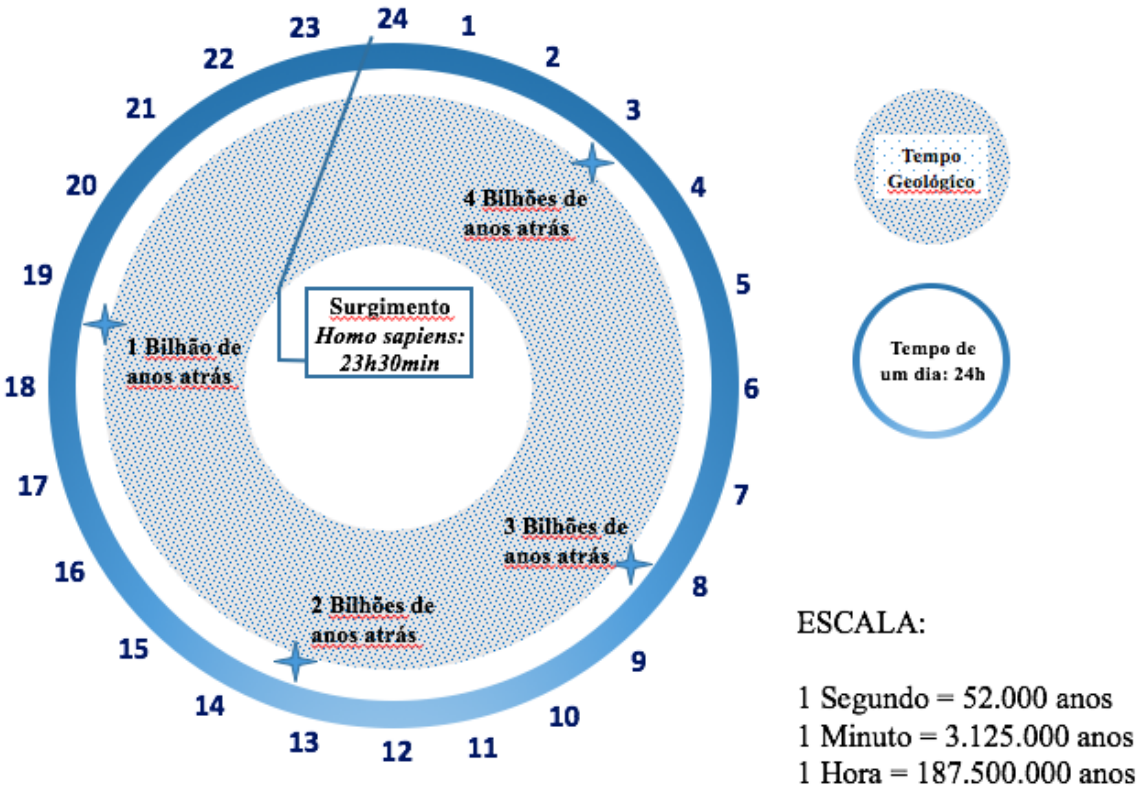



Figura 10 - A história da Terra em uma escala de 24 horas.
Fonte: Adaptado de RAVEN (2001, p.12).

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 [10]de anos de vida multicelular,
- 600 milhões de anos de animais simples,
- 570 milhões de anos de artrópodes (ancestrais de insetos, aracnídeos e crustáceos)

[10] 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_evolução *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 | 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)**<br>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)** |

| | |
|---|---|
| FILO OU DIVISÃO | **1** Corpo segmentado (dividido em partes), patas articuladas e exoesqueleto (esqueleto externo) de quitina – Filo Arthropoda **(siga para 3)**<br>**2*** Plantas vasculares (com vasos condutores de seiva), com caule, folhas e raízes. Não possuem flores nem frutos – Divisão Pteridophyta **(siga para 4)**<br>**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)**<br>**2***** Plantas vasculares (com vasos condutores de seiva), com caule, folhas e raízes. Possuem sementes, flores e frutos – Divisão Angiospermae **(siga para 6)** |

| | |
|---|---|
| CLASSE | **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)**<br>**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)**<br>**4** Todas as samambaias e avencas. Possuem fase esporofítica (que produz esporos) dominante – Classe Pteropsida **(siga para 9)**<br>**5** Produzem micrósporos (esporos masculinos) e megásporos (esporos femininos) em cones ou estróbilos – Classe Coniferopsida **(siga para 10)**<br>**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)** |

Adaptado de NUNES (2017, p.75)

| | |
|---|---|
| ORDEM | **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)**<br>**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 Aranae **(siga para 13)**<br>**9** Reproduzem-se por esporângios (local de produção dos esporos), produzem esporos, protalo reduzido (fase produtora de gametas) – Ordem Filicales **(siga para 14)**<br>**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)**<br>**11** Arbusto ou árvores com folhas coriáceas (duras como couro), folhas com nervuras reticuladas (formando uma rede) – Ordem Myrtales **(siga para 16)** |

| | |
|---|---|
| FAMÍLIA | **12*** Todas são sociais, baseiam sua alimentação na coleta de néctar e pólen, possuem pêlos especiais nas patas traseiras formando uma espécie de cesta (corbícula) que auxilia no transporte de pólen. – Família Apidae **(siga para 17)**<br>**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)**<br>**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)**<br>**14** Plantas arborescentes (aproximadamente 6m), terrestres, com folhas que chegam a 2m de comprimento – Família Dicksoniaceae **(siga para 20)**<br>**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)**<br>**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)** |

| | |
|---|---|
| GÊNERO | **17** Sociabilidade bastante desenvolvida. Produzem mel, possuem ferrão e formam enxames - Gênero Apis **(siga para 23)**<br>**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 Atta **(siga para 24)**<br>**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 Vitalius **(siga para 25)**<br>**20** Plantas arborescentes, com caule sem ramificações, com cicatrizes nos locais das folhas que caíram – Gênero Dicksonia **(siga para 26)**<br>**21** Plantas nativas do Brasil, ameaçadas de extinção. Possuem folhas em forma de lança; nos adultos, a copa assemelha-se a uma taça – Gênero Araucaria **(siga para 27)**<br>**22** Árvores com folhas simples, com glândulas aromáticas; podem apresentar flores auxiliares no caule; fruto carnoso – Gênero Myrciaria **(siga para 28)** |

| | |
|---|---|
| ESPÉCIE | **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 ***Apis mellifera*** (abelha)<br>**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 ***Atta silvai*** (formiga saúva)<br>**25** São grandes (cerca de 28cm), dóceis, seu veneno não é ativo em humanos que raramente são picados por elas – Espécie ***Vitalius roseus*** (aranha caranguejeira)<br>**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 ***Dicksonia sellowiana*** (samambaiaçu)<br>**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 ***Araucaria angustifolia*** (pinheiro do Paraná)<br>**28** Flores e frutos fixos no caule. Ocorre geralmente na beira de rios, produz frutos duas vezes por ano – Espécie ***Myrciaria trunciflora*** (jabuticabeira) |

**Apêndice D – Chaves de identificação B[11](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 lamber 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.<br>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 |

[11] 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 pico 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

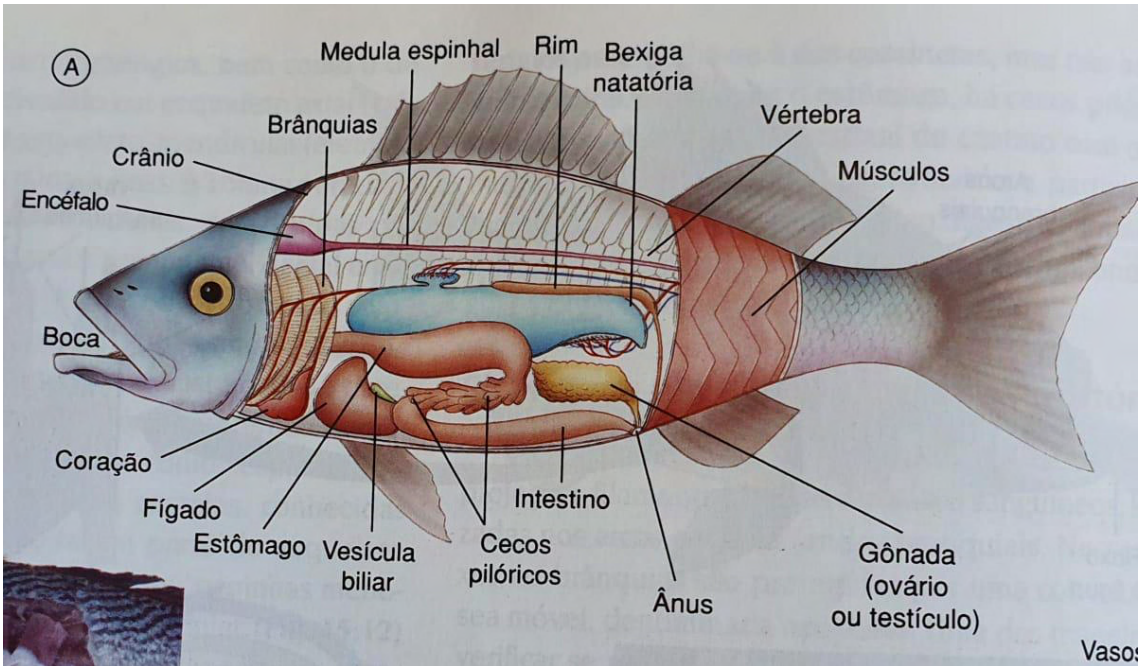



Figura 11 - Ilustração da anatomia interna de um peixe ósseo. Fonte: Amabis & Martho (2004, p. 432).

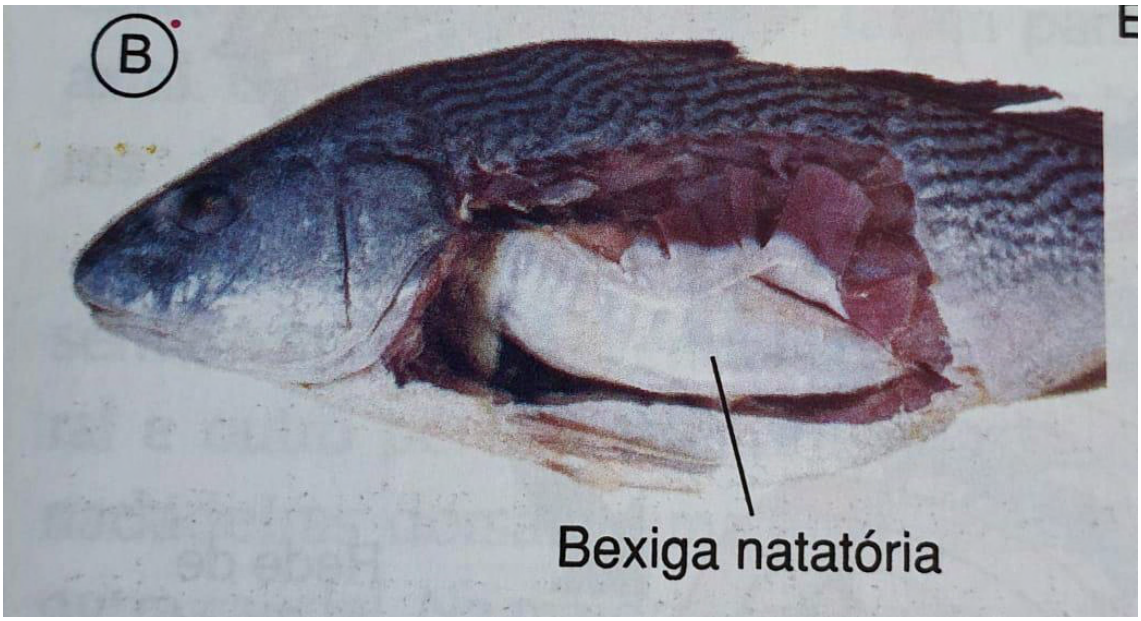



Figura 12 – Fotografia da anatomia interna de um peixe ósseo com bexiga natória em destaque Fonte: Amabis & Martho (2004, p. 432).

**Apêndice F – Cartões de orientação**

# Peixes Cartilaginosos

Cole seu origami
no caderno volante.

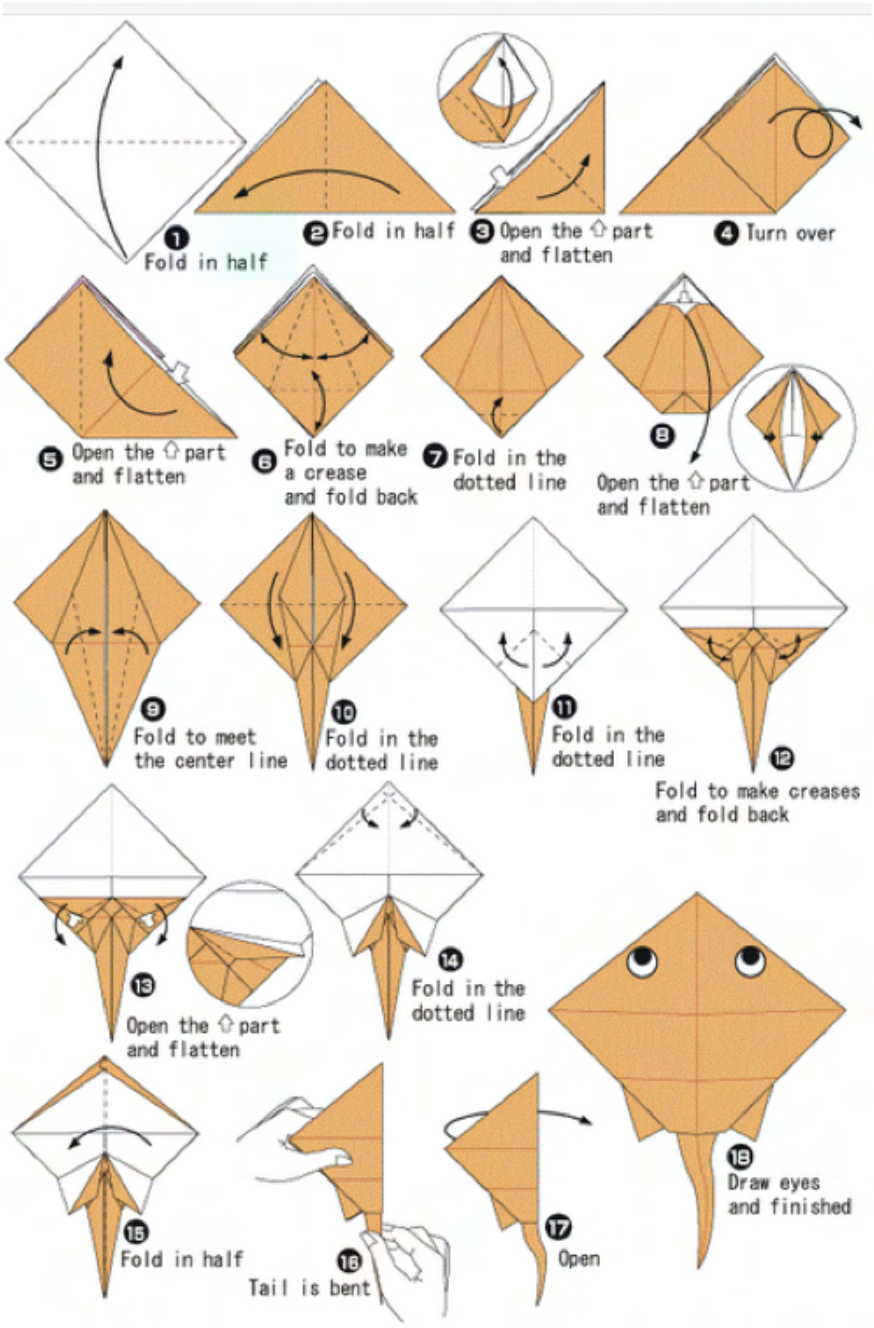
Para fazer seu origami:

- 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:

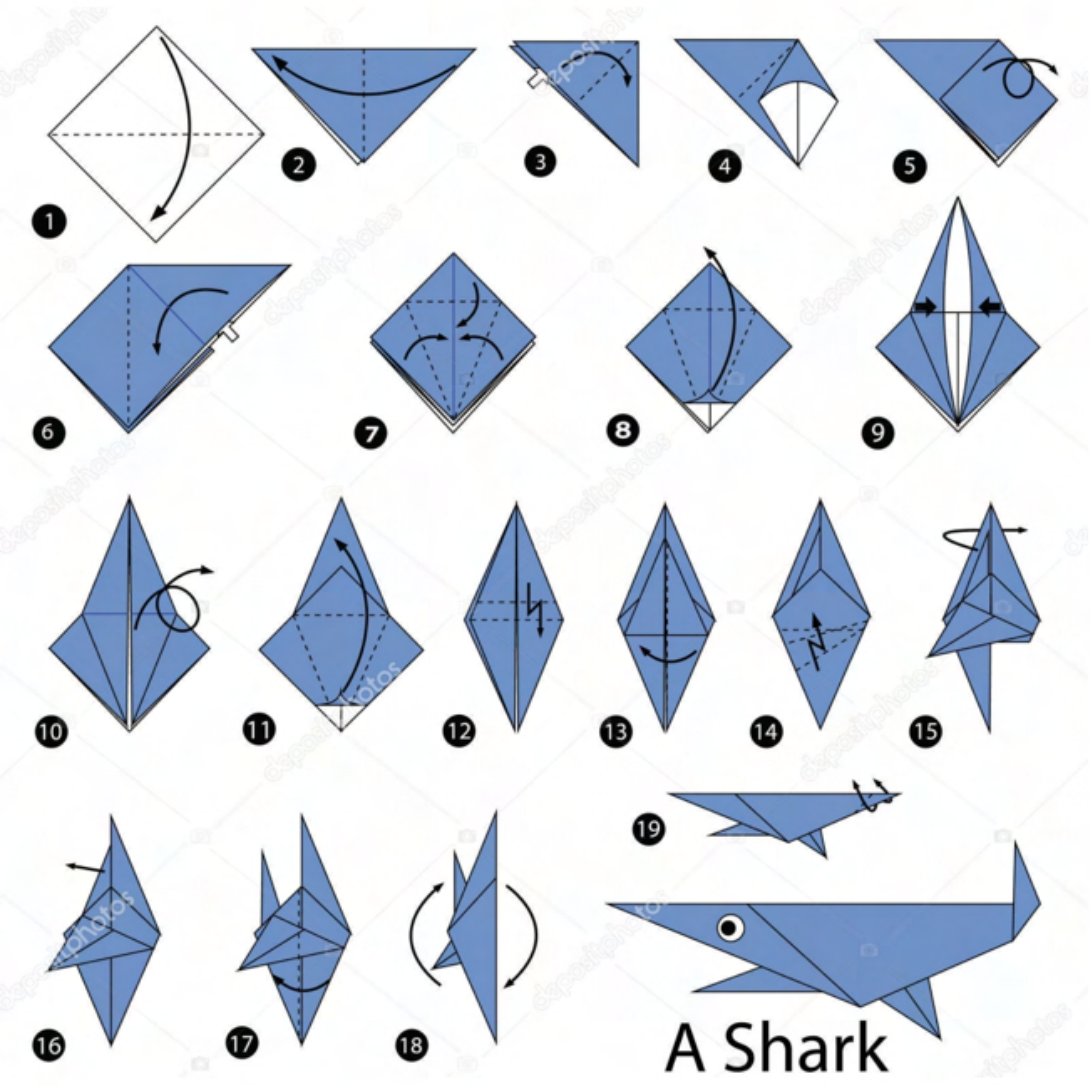
- Acesse o QR Code para assistir o vídeo
- ou digite http://twixar.me/zd1K
- ou veja o passo-a-passo no verso

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.

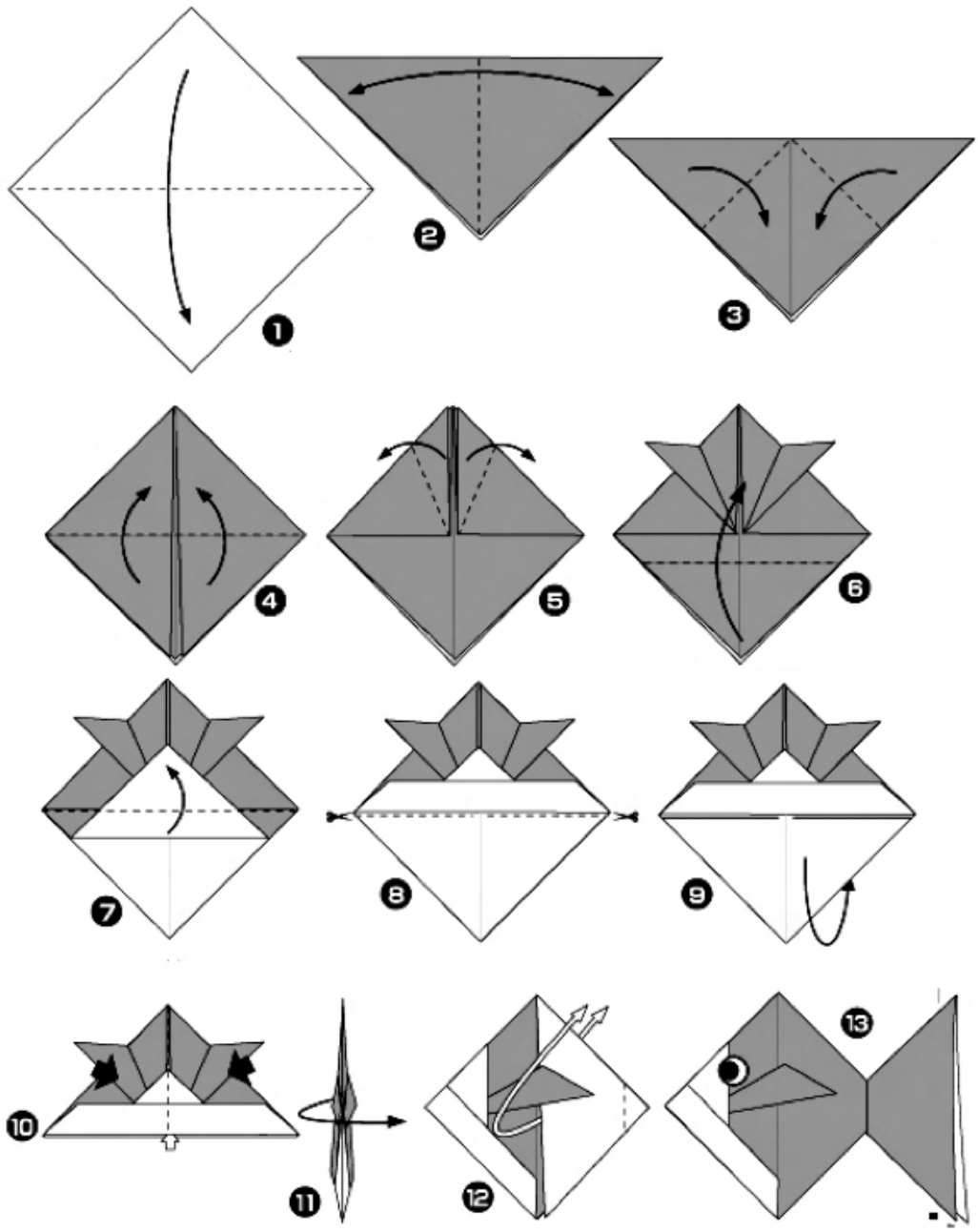
Para fazer seu origami:

- 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

## 5. 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).

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

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.

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.

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

_____. **Lei Federal n° 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm. Acesso em: 9 Mar 2022.

_____. **Lei no 11.794**, de 8 de outubro de 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm. Acesso em: 9 Mar 2022.

BRUSCA, R.C. & BRUSCA G.J. **Invertebrados**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

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.

FROTA-PESSOA, Osvaldo. **Os caminhos da vida biológica no ensino médio**: genética e evolução. São Paulo: Scipione, 2001, 224p.

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

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.

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

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.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S. & LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia.** 11 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2009

HODGES, E.R.S. **The guild handbook of scientific illustration**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 200

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.

ILLUSTRACIENCIA. **What is scientific illustration?** 2019. Disponível em: http://illustraciencia.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.

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.

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

MENDONÇA, T.S.; SILVA-FERRAZ, M.A. **Dissecção de 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.

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.

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

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

POTTER, 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.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M. & HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4 ed. São Paulo Atheneu Editora São Paulo Ltda. 2008.

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.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 12p.

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.

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

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. NICBIO - 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.

TESTUT, L.; JACOB, O.; BILLET, H. **Précis-Atlas de dissection des régions.** Paris: Octave Doin, 1921.

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

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.

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