



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE "MESQUITA
FILHO" UNESP - CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

ANA PAULA NOGUEIRA

**MATERIAL DE APOIO DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA:
COMPORTAMENTO ANIMAL COMO TEMA ARTICULADOR**

**BOTUCATU
2023**

ANA PAULA NOGUEIRA

**MATERIAL DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA:
COMPORTAMENTO ANIMAL COMO TEMA ARTICULADOR**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu, como requisito para a obtenção do título de Bacharelada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Silvia Mitiko Nishida
Coorientadora: Prof^a. Dr^a Luciana Maria Lunardi Campos

BOTUCATU

2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Nogueira, Ana Paula.

Material didático para professores de biologia :
comportamento animal como tema articulador / Ana Paula
Nogueira. - Botucatu, 2023

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Silvia Mitiko Nishida

Coorientador: Luciana Maria Lunardi Campos

Capes: 20404000

1. Animais - Comportamento. 2. Material didático. 3.
Pesquisa interdisciplinar. 4. Biodiversidade.

Palavras-chave: Biodiversidade ; Etologia ;
Interdisciplinaridade ; Material Educativo.

NOGUEIRA, A.P, NISHIDA, S.M, CAMPOS, L.M.L. **MATERIAL DIDÁTICO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA: COMPORTAMENTO ANIMAL COMO TEMA ARTICULADOR.** Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas – Instituto de Biociências de Botucatu (IB/UNESP). 2023

RESUMO

Introdução: A ciência que estuda o comportamento animal dedica-se a compreender as causas, últimas e imediatas de como os animais obtêm os recursos nutricionais, defendem-se dos predadores naturais, selecionam onde habitar e reproduzir-se. Ademais, preocupa-se com o bem-estar animal e a conservação. É uma área do conhecimento recente nas Ciências Biológicas e possui grande potencial de articular várias áreas do conhecimento como a evolução, ecologia, fisiologia comparada, entre outros etc. A diversidade das soluções adaptativas nas relações inter e intraespecíficas desperta a curiosidade de jovens e adultos, estudantes e pesquisadores servindo de gatilhos para uma reflexão crítica, seja acadêmica ou socioambiental, especialmente no novo período geológico da Terra, o Antropoceno. Apesar da singularidade e importância dos conteúdos de comportamento animal para as temáticas de educação ambiental e debates ambientais dentro do ensino de Ciências Naturais, há poucas publicações científicas que relacionam comportamento animal com o ensino de Biologia, para o nível médio, apresentando-se como uma lacuna a ser superada. **Objetivo:** O presente trabalho teve como objetivo produzir um livro para professores da educação básica, abordando conceitos importantes da ciência do comportamento animal e relacionando-os com a fauna brasileira, com intuito de instrumentalizar professores para a inserção da temática de comportamento animal nas aulas de Biologia. **Material e métodos:** Para a elaboração do material foi realizada uma busca na literatura sobre a relação da temática de comportamento animal e o ensino de biologia, com aprofundamento teórico e levantamento de conceitos importantes da área de etologia, referenciada por uma concepção de educação e de mundo pautada na Pedagogia Histórico Crítica. **Resultado e discussão:** A obra intitulada Ensino de Biologia: dialogando com comportamento animal, será disponibilizada de forma gratuita, digitalmente por meio de hiperlink. Partindo da compreensão de que conhecimentos científicos devem ser assegurados aos estudantes da educação básica, o material teve como eixo norteador apresentar a diversidade de adaptação dos comportamentos de alimentação e reprodução dos animais relacionando o conhecimento sobre Etologia com a prática social, diante o aprofundamento crescente da crise ambiental. Dessa forma, o livro apresenta-se com 5 capítulos: A ciências do comportamento animal; A importância da inserção do conteúdo de comportamento animal na educação básica; Diversidade e adaptação do comportamento animal; Comportamento alimentar e Comportamento reprodutivo. A pesquisa resultante sobre a biologia comportamental dos animais da fauna brasileira trouxe à luz casos bem ilustrativos e significativos que vieram a fortalecer os conceitos abordados, além de alertar sobre os grandes temas que desafiam a coexistência homem e Natureza, de forma sustentável. **Conclusão:** Espera-se que o material produzido dedicado aos professores e professoras de biologia contribua para o reconhecimento da ciência do comportamento animal como bastante relevante, instigador e articulador no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Etologia, Material Educativo, Interdisciplinaridade, Biodiversidade;

ABSTRACT

TEACHING MATERIAL FOR BIOLOGY TEACHERS: ANIMAL BEHAVIOR AS AN ARTICULATING TOPIC.

Introduction: The science that studies animal behavior is dedicated to understanding the ultimate and immediate causes of how animals obtain nutritional resources, defend themselves from natural predators, select where to live and reproduce. Furthermore, it is concerned with animal welfare and conservation. It is a recent area of knowledge in Biological Sciences and has great potential to articulate various areas of knowledge such as evolution, ecology, comparative physiology, among others, etc. The diversity of adaptive solutions in inter and intraspecific relationships arouses the curiosity of young people and adults, students and researchers, serving as triggers for critical reflection, whether academic or socio-environmental, especially in the new geological period on Earth, the Anthropocene. Despite the uniqueness and importance of animal behavior content for the themes of environmental education and environmental debates within the teaching of Natural Sciences, there are few scientific publications that relate animal behavior with the teaching of Biology, for the secondary level, presenting itself as a gap to be overcome.

Objective: The aim of this work was to produce a book for basic education teachers, covering important concepts in the science of animal behavior and relating them to Brazilian fauna, with the aim of providing teachers with tools to include the topic of animal behavior in teaching classes. Biology. **Material and**

methods: To prepare the material, a search was carried out in the literature on the relationship between the theme of animal behavior and the teaching of biology, with theoretical deepening and a survey of important concepts in the area of ethology, referenced by a conception of education and world based on Historical-Critical Pedagogy. **Result and discussion:** The work entitled Teaching Biology: dialoguing with animal

behavior, will be made available free of charge, digitally via hyperlink. Starting from the understanding that scientific knowledge must be assured to basic education students, the material's guiding axis was to present the diversity of adaptation of animal feeding and reproduction behaviors, relating knowledge about Ethology with social practice, given the increasing deepening of environmental crisis. Thus, the book has 5 chapters: The sciences of animal behavior; The importance of including animal behavior content in basic education; Diversity and adaptation of animal behavior; Feeding behavior and reproductive behavior. The resulting research on the behavioral biology of Brazilian fauna brought to light very illustrative and significant cases that strengthened the concepts covered, in addition to raising awareness about the major themes that challenge the coexistence of man and Nature, in a sustainable way. **Conclusion:** It is expected that the material produced dedicated to biology teachers will contribute to the recognition of the science of animal behavior as very relevant, instigating and articulating in the teaching of Biology.

Keywords: Ethology, Educational Material, Interdisciplinarity, Biodiversity;

Dedico este trabalho à minha querida mãe, Maria Donizete, por ser minha grande inspiração de vida e por sempre buscar o melhor para mim e para meus irmãos, mesmo com todas as dificuldades.

Ao meu irmão Carlos Eduardo por ser a felicidade da minha vida.

À minha companheira de vida e de luta, Vanessa Cristina, por estar em todos os momentos comigo e me motivar a ser uma pessoa e profissional melhor.

AGRADECIMENTO

À minha mãe e meus irmãos, pelo amor e apoio em estudar em uma universidade pública longe de casa.

À minha companheira, Vanessa Cristina, por estar comigo nos momentos de alegria e dificuldades e por ser uma grande referência na minha trajetória. Você também faz parte desse trabalho.

A todos os meus amigos, em especial Romário, João, Melissa e Gabriel, que me acompanharam e acompanham nessa trajetória da Universidade.

À minha orientadora, Silvia Mitiko, e à minha coorientadora Luciana Lunardi por todos os momentos compartilhados, por todo o carinho e ensinamentos, vocês são grandes exemplos de pessoas e profissionais para mim.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação.

A todos os profissionais do Instituto de Biociências, em especial os da graduação, por toda a atenção e auxílio nessa jornada.

A Política de Permanência Estudantil, responsável pela minha manutenção dentro da universidade pública.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Capa e Sumário do material de apoio para professores	14
Figura 2. Exemplo de uma das páginas apresentando a estrutura geral do material apresentando hiperlinks a vídeos, podcasts e estudos relacionados ao tema.	16

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

EA – Educação Ambiental

LD – Livro Didático

NEM - Novo Ensino Médio

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
2.1. Objetivos específicos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Aprofundamento teórico	13
3.2 Elaboração do material didático	14
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
6. REFERÊNCIAS	20
APÊNDICE	24

1. INTRODUÇÃO

O comportamento animal é uma ciência que se concentra em compreender as causas, proximais ou distais, dos comportamentos dos animais. Fundada na década de 1950, a partir dos trabalhos pioneiros de Nikolaas Tinbergen, Konrad Lorenz, e Karl Von Frisch (Del-Claro, Torezan-Silingardi, 2006), estas abordagens distal e proximal “tratam de aspectos responsáveis pela forma e funcionamento de um animal que o tornam capaz de se comportar de determinado modo” (Alcock, 2011, pág. 11). Dessa forma, compreende-se que o comportamento dos animais é definido nas interações dos animais com outros seres vivos, tanto em relações intra quanto interespecíficas, e com o ambiente físico, seja este ambiente o meio natural, no qual o animal vive em vida livre, ou cativo, por exemplo, zoológicos, biotérios, criadouros comerciais etc.

Snowdon, em seu trabalho intitulado “O significado da pesquisa em Comportamento Animal”, em 1999, apontou que o estudo do comportamento animal é a articulação entre os aspectos moleculares e fisiológicos, tanto da biologia quanto da ecologia. Além disso, o comportamento apresenta-se como ligação entre os organismos e o meio ambiente, entre o sistema nervoso e o ecossistema além de ter um papel fundamental nas adaptações das funções biológicas, sendo, dessa forma, o comportamento uma das propriedades mais importantes da vida animal.

Desde a revolução industrial, o meio ambiente tem sido palco de intensas ações antrópicas, marcadas pela destruição do meio natural, de modo que, com o passar dos anos, resultou em uma sociedade contemporânea marcada pela crise ecológica estrutural, crise esta que atualmente é acentuada com as mudanças climáticas. Ao relacionar comportamento animal e meio ambiente, é importante a compreensão, por exemplo, que o comportamento dos animais frequentemente fornece os primeiros indícios de degradação ambiental, já que mudanças em diversos comportamentos ocorrem em níveis mais baixos de distúrbio ambiental quando relacionado às alterações populacionais das espécies (Snowdon, 1999).

Dessa forma, defende-se que o estudo do comportamento animal possui contribuições significativas para diversas áreas de estudo como: comportamento humano, neurociências, estudo do manejo do meio ambiente e bem-estar animal, como também, a educação, ensino de Ciências Naturais, como a biologia, e no campo da Educação Ambiental (EA). Na Resolução nº 227/2010, de 18 de agosto de 2010 do Conselho

Federal de Biologia - CFBio, entre os campos de atuação do profissional Biólogo está atuar no ensino e dentro da Área de Meio Ambiente e Biodiversidade, como também atuar com Educação Ambiental.

A educação ambiental, entendida como uma dimensão da educação, é uma atividade intencional da prática social, que de acordo com Tozoni-Reis (2004, pag. 147): “imprime ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, com o objetivo de potencializar essa atividade humana, tornando-a mais plena de prática social e de ética ambiental”. Ainda segundo a autora, a educação ambiental requer uma sistematização que organize processos de apropriação crítica de conhecimento, valores e atitudes políticas, sociais e históricas, sendo, a educação ambiental, na sua gênese, o movimento do ser humano de se apropriar da totalidade histórica e concreta da vida dos homens no ambiente (Tozoni-Reis, 2004).

Neiman (1995) afirma, em meados da década de 1990, que mesmo com o desenvolvimento teórico das ciências do comportamento animal, os conteúdos próprios dessas ciências não constam nos conteúdos escolares do ensino de biologia, ressaltando que: “essa ausência também é observável nos livros didáticos, nos temas de vestibulares, nas experiências desenvolvidas em laboratório e/ou fora da sala de aula e nos materiais didáticos de complementação (vídeos, slides, apostilas etc.)” (Neiman, 1995, pag. 332).

O livro didático (LD) possui papel importante dentro do âmbito escolar, servindo, muitas vezes, como instrumento principal da ação docente. Os livros didáticos (LD), com a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do Ministério da Educação, em 1985, possuem como objetivo proporcionar o acesso à ciência e à educação ao Ensino Fundamental. Apenas no ano de 2003, iniciou-se o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), contemplando os conteúdos de biologia no programa a partir de 2006 (Brasil, 2003, 2006). Vasconcelos e Souto (2003) ressaltam que, quando tratado o LD e o ensino de ciências naturais, este material educacional deve apresentar-se como um instrumento que promova reflexões sobre os múltiplos aspectos da realidade, porém, mesmo com tal importância, os livros de Ciências apresentam-se com uma disposição linear e fragmentada dos conhecimentos, limitando uma perspectiva interdisciplinar. Além disso, Tozoni-Reis, Talamoni et al (2013) apontaram que a maioria dos professores utilizavam para a sua formação sobre temáticas de educação ambiental o mesmo material disponível para os alunos, possuindo uma prática educativa ambiental fragmentada e superficial do ponto de vista dos saberes escolares dos educadores para a incorporação das temáticas ambientais nos conteúdos curriculares.

Visto isso, compreendendo a importância dos conteúdos de comportamento animal como conteúdos articuladores no Ensino de Biologia e no campo da Educação Ambiental que permite que os estudantes compreendam as relações ecológicas, as necessidades de sobrevivência dos seres vivos e ação dos seres humanos no meio ambiente, e diante da emergência de abordar questões ambientais relacionadas à crise do Antropoceno, este trabalho de instrumentação propõe articular a ciência da Etologia (ou Comportamento Animal) com o ensino de biologia por meio de um material didático para professores da educação básica.

2. OBJETIVO

Pretende-se neste trabalho elaborar um material didático destinado aos professores de biologia abordando a importância do conteúdo de comportamento animal no ensino da Educação Básica e relacionando-os com a fauna brasileira.

2.1. Objetivos específicos

- Abordar a importância do comportamento animal como área de convergência de conteúdos relacionados ao ensino de biologia e ações de Educação Ambiental.
- Apresentar conceitos e exemplos de comportamento animal (adaptação dos comportamentos, comportamento alimentar e comportamento reprodutivo) presentes na fauna brasileira.
- Utilizar os preceitos da ciência do comportamento animal para refletir acerca do impacto das problemáticas ambientais e da atual emergência climática.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração do material foi realizada em dois momentos: aprofundamento teórico e elaboração do material de apoio.

3.1 Aprofundamento teórico

Este momento consistiu na leitura de livros clássicos de Etologia e a leitura de documentos oficiais da educação como Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para ensino médio (Brasil, 2018) buscando-se compreender se e como o conteúdo de comportamento animal foi e está sendo proposto nos documentos oficiais. Além disso, referenciada pela Pedagogia Histórico Crítica, este trabalho compreende que o papel da escola é a socialização dos conhecimentos sistematizados (Saviani, 2011) referenciados

pela prática social, ou seja, pela cultura que a humanidade produziu e desenvolve conforme transforma e compreende a natureza (Pires e Neto, 2022). Dessa forma, buscou, ao longo do livro, articular os conhecimentos científicos produzidos de comportamento animal com as transformações antrópicas do Antropoceno, destacando as implicações e consequências para a sobrevivência dos animais abordados no material.

3.2 Elaboração do material didático

Após a identificação das abordagens e como os conteúdos de comportamento animal estavam postas nos documentos educacionais, e articulando com os conceitos de comportamento animal, a elaboração do material consistiu na relação da temática de comportamento animal e o ensino de biologia, conectando conceitos de comportamento com outras áreas de conhecimento, visto que a Etologia trata de uma área de articulação e convergência de vários conteúdos sobre estrutura, função e adaptação biológica. O objetivo é que este material seja disponibilizado em forma de *Ebook*, ou seja, como um material digital. A construção do material didático ocorreu por meio da plataforma de design gráfico e comunicação visual *Canva*. Foram utilizados diversos instrumentos digitais para enriquecer o documento, como vídeos, notícias, *Podcasts*, documentários e artigos científicos.

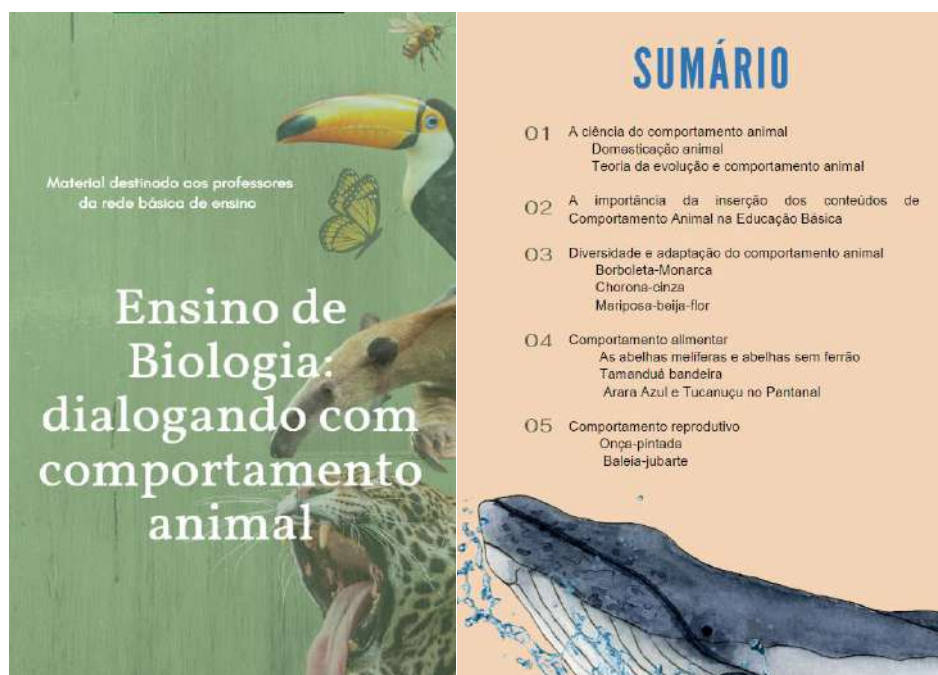


Figura 1. Capa e Sumário do material de apoio para professores

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Sendo disponibilizada de forma física ou digitalizada (*e-books*), o livro didático “[...] veicula os conhecimentos científicos gerais e didatizados de uma determinada disciplina” (Pedreira, 2016, p. 54). Tendo papel importante dentro do contexto educacional, o livro didático é utilizado nas atividades como: elaboração de planos de aula; utilização de fotos, gráficos e textos como apoio durante as aulas; contato e atualização de conteúdos; e aplicação e resolução de exercícios (Vasconcelos; Souto, 2003; Bittencourt, 2004), sendo, muitas vezes, o único material disponível na educação básica de ensino. Mesmo os livros didáticos possuindo tal importância, estes podem apresentar problemas relacionados com a abordagem de seus conteúdos (Silveira Et Al., 2013).

Farias, Bessa e Arnt (2012) apontam que o comportamento animal não está apresentado diretamente nos livros didáticos, porém encontra-se nos conteúdos de outras áreas de conhecimento como a zoologia, ecologia e evolução, podendo, portanto, “utilizar-se deste assunto para trabalhar com os mais diversos tópicos da disciplina de Biologia, tornando-os mais significativos e agregando conhecimentos a outras áreas da Biologia” (Farias et al, 2012, pág. 378). Em relação aos conteúdos de zoologia, por exemplo, Batista (2023) aponta que há uma fragmentação na abordagem da zoologia dentro dos livros didáticos, no qual apresenta-se com erros e falhas conceituais, taxonômica, pouco aprofundamento conceitual e imagens com informações incorretas. Ademais, Bezzon e Diniz (2020), ao analisarem o conceito de ecossistema em livros didáticos em Biologia no Ensino Médio, apontam que, os materiais não contribuíram para uma visão ampla e holística do conceito investigado, tanto no campo da ecologia quanto em outras áreas da biologia, favorecendo uma compartimentalização do saber.

Os LDs sofreram mudanças por conta da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Novo Ensino Médio (NEM), políticas educacionais adotadas a partir de 2017. Quando analisados conteúdos próprios da biologia e/ou aqueles que relacionam com comportamento animal, como as temáticas de educação ambiental, Branco et al (2018) apontam que na BNCC, a educação ambiental não aparece como Educação Ambiental, sendo citada apenas em determinadas habilidades ou em

aprendizagens essenciais. Ademais, há um esvaziamento dos conteúdos de Biologia presentes na BNCC (Liporini, 2020).

Numa recente revisão, quando analisado os conteúdos de comportamento animal dentro da Base Nacional Comum Curricular, é apreendido que as habilidades trabalhadas nesse documento não permitem uma articulação com os conteúdos de comportamento animal, e uma compreensão das relações existentes entre os animais e o ambiente, e, somando com o esvaziamento dos conteúdos de Biologia dentro do currículo do Ensino Médio, constata-se uma lacuna que precisa ser preenchida.

Em um país como o Brasil que possui a maior biodiversidade do planeta (PNUMA, 2022), dois Hotspot da biodiversidade (BROOKS et al., 2012; MITTERMEIER, et al., 2000; Meyers et al, 2000; Meyers, 2003) e índices elevados espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção (IUCN, 2023) a redução dos conteúdos próprios da Biologia é preocupante. Dessa forma, compreende-se que a inserção dos conteúdos de comportamento animal facilitará uma maior compreensão dos seres vivos e suas relações e, também, a defesa da socialização dos conhecimentos científicos permitindo os estudantes compreenderem a realidade concreta sobre as grandes questões ambientais e se posicionarem sobre a coexistência entre seres e outros seres vivos neste planeta.

Portanto, visto estas fragilidades supracitadas, o material didático, fruto desse trabalho, apresenta aos professores conhecimentos acerca do comportamento animal, articulando com outras áreas de conhecimentos, como, ecologia, evolução, temáticas ambientais etc. O material intitulado: “Ensino de Biologia: dialogando com comportamento animal” (apêndice) apresenta-se com cinco capítulos:

Capítulo 1: A ciência do comportamento animal;

Capítulo 2: A importância da inserção do conteúdo de comportamento animal;

Capítulo 3: Diversidade e adaptação do comportamento animal;

Capítulo 4: Comportamento Alimentar e

Capítulo 5 Comportamento Reprodutivo.

O material teve como eixo norteador a evolução, apresentando a diversidade de adaptação dos comportamentos, relacionando o conhecimento sobre Etologia com o contexto social. Pretendeu-se despertar o conhecimento sobre o potencial dos temas de comportamento animal dada a sua natureza interdisciplinar (abordagem sobre as causas últimas imediatas) com exemplos da fauna brasileira, provocar reflexões sobre a diversidade da adaptação dos animais e o nosso papel como seres históricos e

responsáveis pelo Era do Antropoceno. Dessa forma, nos capítulos supracitados, buscou-se articular os comportamentos dos animais com o cenário brasileiro, cenário este marcado, por exemplo, pelo desmatamento (RAD, 2022) e mudanças climáticas (INPE, 2022) Ressalta-se que esta relação aparece abordada no texto e/ou por meio de reportagens, vídeos, estudos e podcast, todos linkados nos capítulos, exemplificado na figura 2.

No Brasil há cerca de 250 espécies de abelhas sem-ferrão já catalogadas que realizam as funções ecológicas da polinização. Esta diversidade é muito importante pois cada grupo de flores tem os respectivos grupos de polinizadores, você sabia que apenas 3% das abelhas produzem o mel? O mel é o néctar das flores concentrados nos favos ou pães de mel. Entre as abelhas nativas que produzem mel para o consumo humano, está a mandacariá (*Melipona quadrifasciata*), urugu (*Melipona scutellaria*) e jataí (*Tetragonisca angustula*).

Como as abelhas melíferas, as abelhas sem ferrão são sociais e se comunicam eficientemente, inclusive sobre a localização das fontes de alimento. As abelhas do gênero *Trigona*, sinalizam sobre a fonte do recurso dançando e produzindo zumbidos agudos com a vibração das suas asas. As vibrações parecem liberar odores das flores das dançarinas.

Quer saber mais sobre as abelhas sem ferrão? Veja esse podcast.

Professor, você ficou sabendo das 100 milhões de mortes de abelhas no Mato Grosso em Julho/2023? Das 80 milhões na Bahia? E em Minas Gerais? Sabe o que todas elas apresentaram em comum? A presença do agrotóxico Fipronil, agrotóxico proibido em maior parte dos países mas liberado no Brasil. Veja esse podcast.

Como as mudanças climáticas e as ações antrópicas alteram esse comportamento?

O desmatamento acarreta a fragmentação de habitats, o que altera a distribuição, a diversidade e a disponibilidade de recursos alimentares e de nidificação (construção de ninho para as abelhas). Assim, ambientes altamente fragmentados podem diminuir o sucesso das colônias se a abundância da fonte de alimento não for mais suficiente, já que elas identificam e comunicam para suas companheiras de ninho os locais onde estão as fontes de alimento", aponta Denise Alves, pesquisadora do Departamento de Entomologia e Acarologia da Esalq-USP. [Veja a reportagem, Clique aqui!](#)

O aumento da temperatura ambiental pode afetar a comunicação química das abelhas. Como as abelhas vivem em cavidades, ambientes escuros e quimicamente muito ricos, as temperaturas muito altas alteram a volatilidade dessas moléculas químicas, afetando o reconhecimento que as abelhas precisam ter, por exemplo, em relação a fonte de alimento.

Outro fator que afeta as abelhas indiretamente é a alteração do período de abertura de flores e oferta de alimentos das plantas, nas quais as abelhas forrageiam, e essa mudança na fenologia podem ser modificadas por conta das alterações de temperatura. Também a utilização de agrotóxico (e até mesmo biopesticidas) pode afetar a capacidade cognitiva e motoras das abelhas pois afetam o sistema nervoso desses animais, prejudicando a formação de memória e aprendizagem das abelhas, capacidades cognitivas essenciais para a busca de alimento.

Quer saber mais sobre as mudanças climáticas afetam as abelhas? [Clique aqui](#)

Agro despeja veneno de avião e mata 100 milhões de abelhas!

Em Serra, o avião despeja veneno com o maior PIB do agrotóxico do MT.

Abelhas Fipronil?

Fonte: Água sua índia.

Figura 2. Exemplo de uma das páginas apresentando a estrutura geral do material apresentando hiperlinks a vídeos, podcasts e estudos relacionados ao tema.

Ademais, buscou-se apresentar o modo como os animais se comportam por meio de algumas soluções impensáveis frente aos desafios ambientais exemplificados pelo polegar do panda-gigante, adaptação do infanticídio em algumas espécies, a tríade evolutiva entre a arara-azul, tucanuçu e manduvi entre outros. Ao narrar e descrever as soluções comportamentais, fisiológicas e morfológicas inusitadas e surpreendentes, pretendeu-se provocar a curiosidade e a formulação de perguntas, tais como “Como?” e ou “Por quê?” (Hofmann et al. 2014; Laine, 1980) dos comportamentos presentes no material de apoio para professores.

A seguir há uma breve descrição dos conteúdos apresentados em cada capítulo do material.

Capítulo 1 “A ciência do comportamento animal”

O primeiro capítulo aborda aspectos importantes da ciência do comportamento animal, como a influência da teoria da evolução e os primeiros estudos de comportamento animal, evidenciando as quatro questões fundamentais formuladas por Nikolas Tinbergen que orientam as abordagens na pesquisa em Comportamento Animal e que permeiam as causas proximais e distais. O capítulo introdutório traz uma breve história sobre a relação humana com outros animais por meio da domesticação, fato este importante para compreender esta relação de coevolução tangenciando sobre as peculiaridades do gênero *Homo* e a espécie sobrevivente *H. sapiens*.

Ainda neste capítulo buscou-se relacionar questões comportamentais com conceitos de ecologia e evolução, como, por exemplo, conceito de espécie e adaptação.

Capítulo 2 “A importância da inserção do conteúdo de comportamento animal”

Em seguida, no segundo capítulo, objetivou-se apresentar a importância do conteúdo de comportamento animal na Educação Básica baseada num projeto de formação de um sujeito que compreenda as complexidades da natureza e suas relações interespecíficas. Foi abordada a lacuna existente nos livros didáticos sobre temas relacionados ao comportamento animal, como também nos documentos norteadores da Educação Básica.

Capítulo 3 “Diversidade e adaptação do comportamento animal”

O terceiro capítulo aborda conceitos importantes em relação à adaptação do comportamento à luz da evolução. São utilizados exemplos de adaptações comportamentais de três espécies: a borboleta monarca (*Danaus plexippu*), chorona-cinza (*Laniocera hypopyrra*) e mariposa beija-flor (*Aellopos fadus*), relacionando tais adaptações com conceitos da ecologia como aposematismo, camuflagem e mimetismo.

Capítulo 4 “Comportamento alimentar”

O quarto capítulo introduz as diferentes adaptações no hábito alimentar dos animais, apresentando conceitos como cadeia trófica e hábito alimentar e abarcando a diversidade do comportamento alimentar. Neste capítulo é apresentado o comportamento alimentar das abelhas melíferas (*Apis melífera*) e das abelhas nativas sem ferrão, do tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), além de destacar a relação interespecífica da Arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e Tucanuçu (*Ramphastos toco*) no pantanal.

Capítulo 5 “Comportamento Reprodutivo”

Por fim, no último capítulo é apresentada uma breve introdução sobre a reprodução assexuada e sexuada, dimorfismo sexual e por meio de uma abordagem evolutiva o comportamento sexual e o cuidado parental são articulados como estratégias reprodutivas. Os exemplos utilizados para representar a fauna brasileira foram da onça pintada (*Panthera onca*) e da baleia jubarte (*Megaptera novaengliae*).

Ressalta-se que este material de apoio, dedicado principalmente aos docentes que ministram aulas no Ensino Médio, não teve como finalidade apresentar estratégias de ensino, mas proporcionar uma abordagem reflexiva ao professor de Biologia sobre como as temáticas sobre o comportamento animal podem trazer articulações interdisciplinares de diversas áreas do conhecimento como a morfologia, fisiologia, ecologia e evolução e também como podem associá-las às grandes questões ambientais atuais. Isto porque, as estratégias de ensino fazem parte de uma concepção de mundo, de educação e do próprio papel da escola, e, dessa forma, a melhor prática pedagógica dentro da sala de aula é a aquela vinculada aos objetivos e a finalidade dos docentes, cujas técnicas de ensino aplicáveis dependem também da realidade da escola onde se ensina.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa resultante sobre a biologia comportamental da fauna brasileira, trouxe à luz casos bem ilustrativos e significativos que vieram a fortalecer os conceitos abordados, além de alertar sobre os grandes temas que desafiam a coexistência homem e Natureza, de forma sustentável, demonstrando que os conteúdos de comportamento animal possuem grande potencialidade integradora com outras áreas de conhecimento dentro das ciências biológicas e no campo da Educação Ambiental, e, neste contexto, acredita-se que o presente material, pode ser um importante instrumento para fortalecer a inserção dos conteúdos de comportamento animal por meio dos professores e professoras de Biologia.

O material elaborado será finalizado após revisão pelos pares e professores da educação básica e, depois desse momento, será solicitado o número do ISBN (*International Standard Book Number*/ Padrão Internacional de Numeração de Livro) junto a Biblioteca Nacional até o mês de fevereiro de 2024. Ademais, destaca-se que, em novembro, de 2023, os dados preliminares sobre a revisão de conteúdo sobre

comportamento animal no ensino de Biologia e a proposta do material de apoio didático foram apresentados no XL Encontro Anual de Etologia.

Além disso, ressalta-se que este trabalho de instrumentalização permitiu a ampliação no olhar sobre as relações entre os comportamentos dos animais e o meio no qual estão inseridos, como também uma percepção sobre a importância dessa temática na educação básica, tanto como conteúdo dentro da biologia como também uma temática a ser abordada na Educação Ambiental, sendo necessárias mais discussões sobre a inserção da área de educação ambiental na educação básica.

6. REFERÊNCIAS

ALCOCK, J. Comportamento animal: uma abordagem evolutiva. Artmed editora, 2016.

ARNT, A, BESSA. E. Comportamento animal: teoria e prática pedagógica, Editora: Mediação, 2012.

BATISTA, A.B.S. A zoologia nos livros didáticos do ensino básico: uma revisão bibliográfica. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2023.

BEZZON, Rodolfo Zampieri; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. O conceito de ecossistema em livros didáticos de biologia no ensino médio: abordagem e possíveis implicações. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 36, e195948, 2020.

BITTENCOURT, C. M. F. Em foco: história, produção e memória do livro didático. Educação e Pesquisa, v. 30, n. 3, p. 471-473, set./dez. 2004

BRANCO, E.P, ROYER, M.R, BRANCO, A.B.G. A abordagem da educação ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 29, n. 1, p.185-203, Jan./Abr., 2018. ISSN: 2236-0441. DOI: 10.32930/nuances.v29i1.5526.

BRASIL. CFBio. Resolução nº 227, de 18 de agosto de 2010. Dispõe sobre a regulamentação das Atividades Profissionais e das Áreas de Atuação do Biólogo, em Meio Ambiente e Biodiversidade, Saúde e, Biotecnologia e Produção, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília-DF, Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil: Seção 1, pág. 132.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018

BRASIL. Resolução nº 38, de 15 de outubro de 2003. Institui o PNLEM. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 12, 23 out. 2003. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/794739/pg-12-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-23-10-2003>. Acesso em: 27 set. 2023

BROOKS TM, MITTERMEIER RA, DA FONSECA GA, GERLACH J, HOFFMANN M, LAMOREUX JF, MITTERMEIER CG, PILGRIM JD, RODRIGUES AS. Global biodiversity conservation priorities. *Science*. 2006 Jul 7;313(5783):58-61. doi: 10.1126/science.1127609. PMID: 16825561.

CHARITY, S.; FERREIRA, J.M. Wildlife trafficking in Brazil. Cambridge, United Kingdom: Traffic International, 2020.

DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI H.M. Comportamento animal, interações ecológicas e conservação. Pp. 399-410. In: *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos: RiMa, p. 399-410, 2006.

FARIAS, J.C, BESSA, E. ARNT, A.M. Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 11, Nº 2, 365-384, 2012.

FELLARS, L.G. Animal Behavior: Adding Excitement to High School Biology Programs.. *The American Biology Teacher* 42, no. 3 (1980): 177-79. <https://doi.org/10.2307/4446864>.

HOFMANN HA, BEERY AK, BLUMSTEIN DT, COUZIN ID, EARLEY RL, HAYES LD, HURD PL, LACEY EA, PHELPS SM, SOLOMON NG, TABORSKY M, YOUNG LJ, RUBENSTEIN DR. 2014. An evolutionary framework for studying mechanisms of social behavior. *Trends in Ecology and Evolution* 29:581-589.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento do território: mudanças climáticas. 2022. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9>.

LIPORINI, T. Q. A disciplina escolar Biologia na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio: expressões da pós-modernidade e do neoliberalismo. 2020. 210 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) –Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2020.

MYERS N. Biodiversity Hotspots Revisited, *BioScience*, Volume 53 (10): 916-917, 2003. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0916:BHR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0916:BHR]2.0.CO;2)

NEIMAN, Z. A importância da inserção da etologia no currículo do 2º grau, *Anais de Etologia*, 1995, pag. 332-334

PEDREIRA, A. J. L. A O uso do livro didático por professores e alunos do ensino médio: um estudo em escolas da rede pública de sobradinho, Distrito Federal. 2016. 214f. Tese (Doutorado em Educação) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016

PIRES, I. DOS S., & MESSEDER NETO, H. DA S. A Tríade Conteúdo-forma-destinatário: Uma Análise das Práxis Pedagógicas do Ensino de Ciências Orientadas pela Pedagogia Histórico-crítica. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, e35836, 1–36. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u873908>, 2022.

MAPBIOMAS. Relatório Anual de Desmatamento 2022 - São Paulo, Brasil – MapBiomas Alerta, 2023 - 125 páginas. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>

SAVIANI, D. Pedagogia histórico crítica: primeiras aproximações. 11º Edição. Editora Autores Associados. Campinas, 2011

SILVEIRA, E. L. et al. Análise do conteúdo de zoologia de vertebrados em livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2009. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 217–232, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4258>.

SNOWDON, C. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. *Estudos de Psicologia* 1999, 4(2), 365- 373 36

TOZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental: natureza, razão e história. Campinas: Autores Associados, 2004.

TOZONI-REIS, M. F. C; TALAMONI, J.L.B et al. A inserção da educação ambiental na educação básica: que fontes de informação os professores utilizam para sua formação? Rev. Ciênc. Educ, bauru, v. 19, n. 2, p. 359-377, 2013

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

APÊNDICE

Material destinado aos professores
da rede básica de ensino

Ensino de Biologia: dialogando com comportamento animal

Ana Paula Nogueira
Orientação: Prof. Dr. Silvia Mitiko Nishida
Coorientação: Luciana Maria Lunardi Campos

APRESENTAÇÃO

Este livro é fruto de um trabalho de conclusão de curso (TCC) do Curso de Ciências Biológicas. Ele foi pensado a partir da disciplina de Comportamento Animal oferecido para a o curso de graduação modalidade Licenciatura. Durante a disciplina, surgiu o questionamento do porque os conteúdos de Comportamento Animal não estarem presentes no currículo de Ciências da Natureza na Educação Básica, como a Base Nacional Comum Curricular e, mais especificamente no Estado de São Paulo, o Currículo Paulista.

Esse questionamento se estabelece visto a importância dos conteúdos de comportamento animal, já que este, além de se apresentar como fatos interessantes e instigantes sobre a vida dos animais e mobilizar a curiosidade e atenção dos alunos, também apresenta-se essenciais para compreender, através dos seus conteúdos, a própria dinâmica da natureza e dos seres vivos, fazendo que os estudantes construam uma visão mais ampla das relações entre os seres vivos e destes com o ambiente, propiciando uma maior criticidade quando relaciona-se as ações antrópicas e o meio natural, abordando como estas ações podem, além de modificar o ambiente, também alterar o comportamento dos próprios animais e, portanto, toda a evolução e dinâmica natural.

Ressalta-se que não é foco desse livro apresentar estratégias de ensino, pois entende-se que quando se define o melhor método a empregar dentro da sala de aula este está vinculado com os objetivos e a finalidade propostas pelo Professor, e desta forma, as estratégias de ensino fazem parte de uma concepção de mundo, de educação e do próprio papel da escola. Como aponta Saviani: "[...] é o fim a atingir que determina os métodos e processos de ensino-aprendizagem" (SAVIANI, 1992, p. 26). Além disso, as condições existentes dentro da escola (recursos humanos, materiais disponíveis etc.) também determinam a forma como será realizado o processo de ensino e aprendizagem e, dessa forma, o planejamento do professor também é determinado por essas condições. Por isso, este livro objetiva-se apresentar aos professores da educação básica de ensino, conceitos relevantes da ciência do Comportamento Animal com grande potencial de articular a interdisciplinaridade utilizando predominantemente exemplos da fauna brasileira. Cada capítulo, além das informações textuais possui hiperlinks a reportagens, vídeos e imagens relacionados aos temas.

Professoras e professores, boa leitura!

SUMÁRIO

- 01 A ciência do comportamento animal
Domesticação animal
Teoria da evolução e comportamento animal
- 02 A importância da inserção dos conteúdos de Comportamento Animal na Educação Básica
- 03 Diversidade e adaptação do comportamento animal
Borboleta-Monarca
Chorona-cinza
Mariposa-beija-flor
- 04 Comportamento alimentar
As abelhas melíferas e abelhas sem ferrão
Tamanduá bandeira
Arara Azul e Tucanuçu no Pantanal
- 05 Comportamento reprodutivo
Onça-pintada
Baleia-jubarte



Capítulo 1: A ciência do comportamento animal

Professor, já parou para pensar quando começou nosso interesse pelo comportamento dos animais?

Nós, seres humanos, observamos o comportamento de outros animais desde que evoluímos no planeta. Muitas pinturas e gravuras rupestres, por exemplo, são representações simbólicas da relação do ser humano e outros animais nos períodos paleolítico e neolítico. Muitas das artes rupestres representavam diversos animais, geralmente os mais perigosos e grandes como cavalo, mamute, bisões e veados, enquanto os menores, caçados com maior frequência, não apareciam com regularidade (MORRIS, 1990). Essa diferenciação pode ser elucidada em função de superstições que os nossos ancestrais teriam sobre esses animais, favorecendo a preferência de alguns animais em detrimentos dos outros, por exemplo, os animais maiores e mais difíceis de serem caçados eram alvos de admiração, respeito além de serem considerados sagrados (Viñas Vallverdú e Sánchez de Tagle, 2000).

Esse conhecimento empírico ou o senso comum acerca da anatomia, dos hábitos e do próprio comportamento dos animais auxiliaram de forma significativa a sua domesticação por volta de 8.000 a.C. (Vigne, 2011).

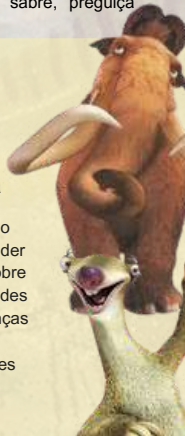
Quando o ser humano domesticou o cultivo de sementes, também aprendeu a domesticar outros animais (lembrando que foi um processo longo e gradual), isso ocorreu, pois o comportamento dos caçadores-coletores começou a mudar devido ao clima cada vez mais imprevisível no final do Período Pleistoceno, há pouco mais de 10 mil anos atrás.

No Pleistoceno (de 2,5 milhões a 11 mil anos atrás) evoluíram e viveram os animais de grande porte como o mamute lanoso, tigre dente de sabre, preguiça gigante entre outros.



SuperDica

Animação: "Era do Gelo" que pode render boas discussões sobre a extinção dos grandes vertebrados, mudanças climáticas e a expansão dos seres humanos.



Nesta época a Terra era bem mais fria e passava por mudanças climáticas chamadas de Glaciação do Quaternário ou a Era do Gelo. Depois, veio o Período Holoceno que começou há 11 mil anos e segue até hoje.

No Holoceno, as calotas polares recuaram mais e a nossa espécie, **Homo sapiens**, expandiu ainda mais pelos continentes e várias espécies da megafauna se extinguíram, como citadas acima. A causa da extinção em massa de várias espécies de animais está relacionada às mudanças climáticas e à expansão da população humana que passaram a ocupar os mesmos habitats das suas presas e dos seus predadores (DIAMOND, 2002).

Os seres humanos, ao invés caçar os animais selvagens, passaram a domesticá-los e criá-los em larga escala, especialmente, as aves e os mamíferos.

Domesticação Animal

Entende-se como domesticação o controle populacional de outras espécies (da flora e da fauna) por isolamento, fazendo que percam o cruzamento aleatório entre si. Em outras palavras, o processo de reprodução natural entre os indivíduos torna-se artificial e sob controle humano. Dessa forma, as características comportamentais, morfológicas e fisiológicas dos animais são selecionadas artificialmente tornando-os dependentes dos humanos para sobreviverem (Vigne, 2011). A domesticação representou modificações adaptativas significativas para a nossa espécie, pois a disponibilidade de proteína animal (carne) e seus derivados (leite, couro, pele, penas, etc) aumentaram significativamente e com isso, o sucesso de sobrevivência humana e o aumento populacional. Em quase 500 mil anos de

existência na Terra, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2022, chegamos a 8 bilhões de pessoas (ONU, 2023)

Exemplo da domesticação são as galinhas que foram selecionadas para serem maiores, diferentemente do gado selvagem que foi selecionado para ser menor. Nas ovelhas, o ser humano selecionou artificialmente para que a camada mais externa de pelos fosse perdida, mas não a mais interna que são macios, a lã (DIAMOND, 2002). A história da domesticação animal confunde-se com a nossa própria história.

A domesticação de animais e de plantas levou gradativamente, uma alteração na relação homem-natureza, em especial no comportamento alimentar. De uma relação horizontalizada, na Pré-História, na qual o ritmo de trabalho e da vida dos seres humanos estavam associados ao ritmo da natureza, passou a ser uma relação de dominação, verticalizada, no qual, com o passar da história e com o avanço da tecnologia, principalmente com a dominação do fogo e da agricultura, os humanos não estavam

mais tão dependentes das condições ambientais.

Consequências da domesticação da Natureza

Um fato curioso decorrente da domesticação animal é a descoberta que algumas pessoas são intolerantes à lactose, (o açúcar do leite) ou seja, a de não produzirem a lactase na vida adulta.

Segundo Mattar e colaboradores (2011) esta enzima que degrada a lactose é abundante quando somos bebês, mas a sua produção decai quando nos tornamos adultos. Acontece que o consumo de leite de vaca, cabra ou búfala, *in natura* ou de forma processada (leite em pó, ingrediente de doces, bolos, etc) selecionou pessoas tolerantes à lactose, especialmente na Europa. Uma mutação genética possibilitou a produção de lactase na vida adulta, tornando-as tolerantes ao consumo de leite. Já as pessoas intolerantes à lactose experimentam dores abdominais e/ou a sensação de “barriga inchada” devido ao acúmulo de gases e até diarreia.

IMPORTANTE

Quando utilizamos a palavra “humano” estamos nos referindo às espécies do gênero *Homo*, dentre eles: *Homo habilis*, *Homo erectus* e *Homo sapiens*. Exceto a nossa espécie, *H. sapiens*, todas as demais estão extintas, sendo a nossa característica, o domínio e transformação do meio ambiente por meio da domesticação, o estabelecimento em grandes comunidades (aldeias a cidades), nos comunicar por meio da linguagem falada e estabelecer relações sociais complexas.

Quer saber mais? [Clique aqui!](#)



Veja esse vídeo, é só clicar em cima!



relação com a Natureza, transformando a sua superfície com amplas áreas de pastagens para o gado, para as monoculturas variadas (arroz, trigo, cevada, cana-de-açúcar, etc.), com a ocupação urbana, instalação de usinas hidrelétricas e outros modelos de produção.

Nesse processo várias espécies da flora e fauna se extinguiram ou estão ameaçadas em diferentes níveis (IUCN, 2023, MMA, 2023). A concepção antropocêntrica sobre a visão de mundo, sem ser a ecossistêmica, pode pôr em risco a sua coexistência dos humanos com os próprios meios naturais que necessita.

Será possível (re)construir a relação da espécie humana com o meio natural de forma sustentável? Como reorganizar de forma crítica o pensamento e ações humanas de forma que os meios naturais e a biodiversidade da vida continue a existir por muitas gerações?



Por que algumas espécies selvagens foram domesticadas e outras não?



O estudo de Jared Diamond, geógrafo, historiador e biólogo evolucionista, intitulado *"Evolution, consequences and future of plant and animal domestication"* (2002) aborda que as espécies mais plausíveis para serem domesticadas são os grandes mamíferos terrestres de hábito herbívoro ou onívoro, dos quais o mundo possuía 148 espécies. Porém, das 148 espécies apenas 14 foram realmente domesticadas. Por quê? Por exemplo, porque cavalos e burros foram domesticados, mas as zebras não, sendo esta uma espécie intimamente ligada aos cavalos e burros?

Diamond aponta que a questão chave para responder essa pergunta está na própria espécie. Em 1600, os criadores de cavalos europeus, ao se estabelecerem na África do Sul, tentaram domesticar as zebras, porém sem sucesso. Isso porque as zebras possuem um comportamento de morder o criador até que este esteja morto. Além disso, as zebras têm uma visão periférica melhor que os cavalos, tornando mais difícil laçá-las.

Dessa forma, há seis principais obstáculos para conseguir domesticar uma espécie silvestre. Primeiro a dieta, dietas muito difíceis de serem fornecidas pelos humanos como, por exemplo, formigas para o tamanduá, dificultariam a domesticação. Animais que possuem muita agressividade, taxa de crescimento lenta e espaçamento longos entre os nascimentos, dificuldade em reproduzir em cativeiro, falta de hierarquia de dominância de seguir o líder e tendências a entrar em pânico em recintos ou quando confrontados com predadores, também são características que não favorecem a domesticação.

Por isso, quando analisamos as características biológicas comportamentais dos animais domesticados com sucesso encontramos: hábito alimentar herbívoro, formação de bandos coesos, sistema de reprodução poligênico, hierarquia de dominância social, cuidado maternal da prole e filhotes precociais.



[Clique aqui](#) para ler o estudo!



Teoria da Evolução e Comportamento Animal

Dois grandes naturalistas, Charles Darwin e Alfred Wallace apontaram um caminho possível sobre a forma de compreender a relação indissociável de que todos os seres vivos estão conectados neste planeta. A teoria sobre a origem das espécies concebida de forma independente por estes autores influenciou profundamente o pensamento filosófico e as concepções políticas e ideológicas no final do século XIX (MONOD, 1976; MAYR, 2005).

Com a teoria da seleção natural, da obra "A Origem das Espécies" (DARWIN, 2018), Darwin revolucionou o entendimento acerca da vida, afirmando que o mundo estava evoluindo e não permanecendo constante, como acreditavam na sua época.

Mais tarde, na obra "Expressão das Emoções no Homem e nos Animais" (DARWIN, 2019), abordou aspectos comportamentais de antepassados humanos e com outros animais através de mecanismos evolutivos, relacionando semelhanças entre as expressões humanas e de outros animais (Na Figura 1). Com esta obra, Darwin pode ser considerado o inspirador da Etologia, a ciência que estuda o comportamento dos animais.



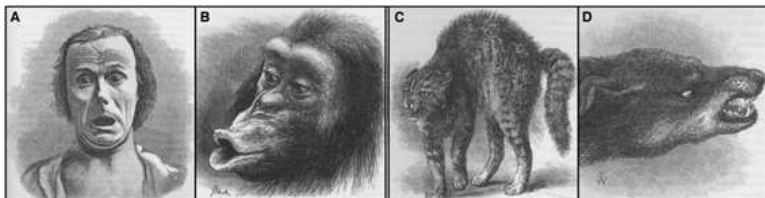


Figura 1. Expressões faciais de terror em uma pessoa (A); de frustração no chimpanzé (B); de agressão no gato (C) e no cão (D) Fonte: Darwin, 2009

O grande evolucionista Ernst Mayr foi quem propôs o conceito biológico de espécie ("agrupamentos de populações naturais inter cruzantes, isoladas reprodutivamente de outros grupos com estas mesmas características" (MAYR, 2005). Ele aponta que a aceitação tardia sobre a teoria da evolução é devido a influência da concepção vitalista e finalista sobre a vida, ou seja, "a convicção de que no momento da criação, Deus também havia instituído um conjunto de leis que

continuariam mantendo a perfeita adaptação de um mundo bem planejado" (MAYR, 2005, pág. 101).

Darwin, ao defender a Teoria da Seleção Natural, trouxe a visão alternativa de que a vida existe em função de leis naturais que resultam na adaptação diversificada dos seres vivos em seu habitat, e não baseada numa finalidade intencional ou divina (LORENZ, 2004).

Na perspectiva do pensamento finalista até meados do século XX, os primeiros

estudos sobre o comportamento dos animais apresentavam-se como estudos descritivos, preocupando-se "como" os animais faziam e o que faziam (DEL-CLARO, 2006, pág. 97). Porém, sob a influência da teoria evolucionista, o zoólogo Nikolas Tinbergen propôs esclarecer as causas determinantes do comportamento dos animais por meio de quatro perguntas essenciais:

- 1) Como o comportamento se expressa? (causa proximal)
- 2) Como se desenvolve ao longo da vida? (causa proximal)
- 3) Para que serve? (causa distal)
- 4) Como se originou e evoluiu?(causa distal)

Essas explicações ou análise proximal/ última do comportamento "tratam de aspectos responsáveis pela forma e funcionamento de um animal que o tornam capaz de se comportar de determinado modo" (ALCOCK, 2011, pag. 11). As causas proximais do comportamento envolvem aspectos relacionados aos mecanismos fisiológicos por trás da expressão do comportamento e à interação genético-ambiental, incluindo os processos de aprendizagem. Já as causas últimas do comportamento estão associadas aos "porquês" relacionados à natureza adaptativa e evolutiva do comportamento, ou seja, o resultado da seleção natural sobre determinado comportamento.

No entanto, esta divisão é meramente didática como mostra o exemplo a seguir.

Suponha que você observou uma mariposa que ao abrir as asas expõe duas manchas circulares e se pergunta: qual seria a função destas manchas? E você mesmo elabora dois palpites (ou hipóteses) para esta pergunta:

- 1) somente os machos as possuem e servem para atrair as fêmeas na época do acasalamento e;
- 2) ambos os sexos as possuem e servem para espantar predadores.

Você teve a sorte grande de observá-la em seu habitat posada no tronco de uma árvore. De asas fechadas sua coloração estava camuflada ao tronco com o seu contorno praticamente invisível. Logo, uma ave pousou próximo e examinava em sua direção. Ao se aproximar, eis que, de repente, a mariposa abriu as asas expondo as duas manchas circulares e negras. Na hora parecia a um par de olhos do seu próprio predador, uma coruja! Nesta fração de segundos, a ave predadora recuou e a mariposa fugiu, escapando para um dia viva e com chances aumentadas de se reproduzir. Os dados comportamentais desta interação presa-predador indicam que a segunda hipótese pareceu a assertiva. Para a confirmação definitiva de que a segunda hipótese é a correta e não a primeira, necessitaria de mais repetições do evento. Se confirmada atestaria que o comportamento de expor as manchas ocelares é o mecanismo de defesa antipredatória da mariposa, portanto ligada à causa última.

Quer saber mais sobre a obra "Expressão das Emoções no Homem e nos Animais"?

Clique Aqui 



Para uma breve revisão sobre a origem formal da Etologia, ciência que estuda o comportamento dos animais (incluindo o da espécie humana) conheça a biografia dos seus fundadores laureados com o Prêmio Nobel em 1973: **Konrad Lorenz**; **Nikolaas Tinbergen** e **Karl von Frisch**.

Charles Snowdon (1999), em seu ensaio "O significado da pesquisa em Comportamento Animal", evidencia a abrangência do estudo do comportamento animal enquanto área integradora do conhecimento: "O estudo do Comportamento Animal é uma ponte entre os aspectos moleculares e fisiológicos da biologia e da ecologia. O comportamento é a ligação entre organismos e o ambiente, e entre o sistema nervoso e o ecossistema. O comportamento é uma das propriedades mais importantes da vida animal. O comportamento tem um papel fundamental nas adaptações das funções biológicas. O comportamento é como nós definimos nossas próprias vidas. O comportamento representa a parte de um organismo através da qual ele interage com o ambiente. O comportamento é parte de um organismo tanto quanto sua pele, suas asas etc." (SNOWDON, 1999, p. 365).

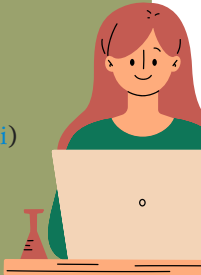
O estudo do comportamento animal é uma área de convergência de conhecimentos, como afirmam Araújo et al (2006), portanto, de grande interesse no Ensino de Biologia e na formação dos seus professores como será abordado no Capítulo 2.

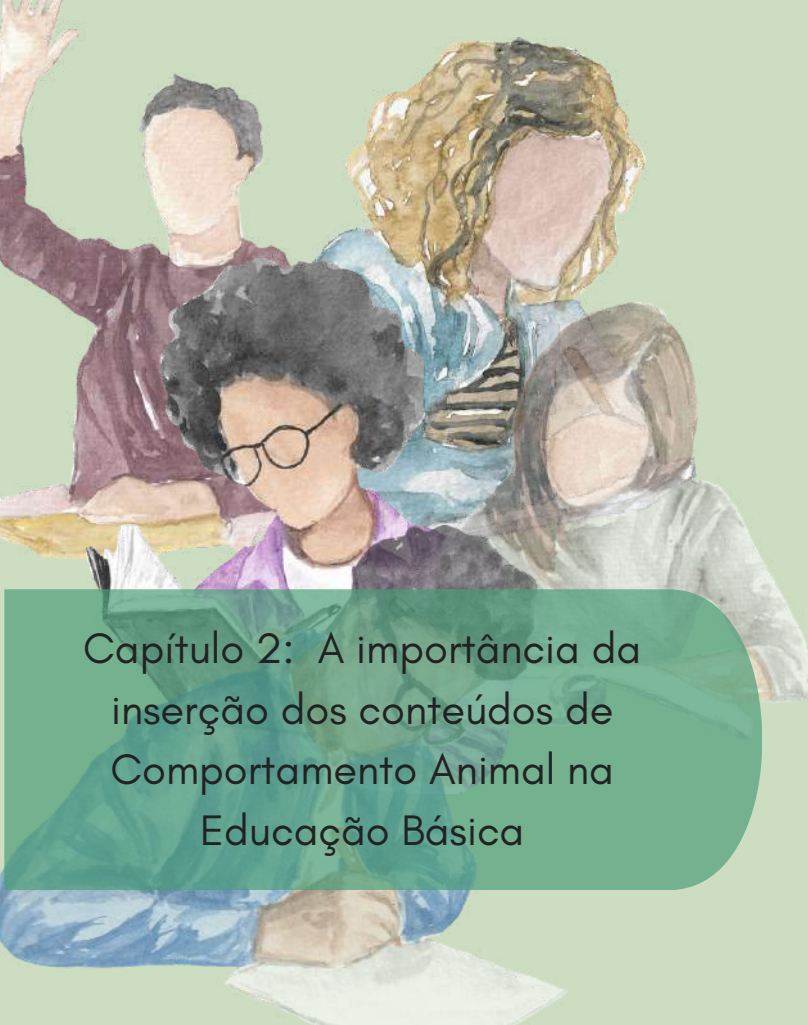
Você, como professor de ciências e biologia, já trabalhou com comportamento animal nas suas aulas? Já pensou na importância da inserção desse conhecimento na Educação Básica?

Quer saber mais sobre os estudos dos fundadores da Etologia?

Três prêmios Nobel: O nascimento da Etologia mais de 40 anos atrás ([Clique aqui](#))
Experimentos Etológicos ([Clique aqui](#))

Veja os vídeos (é só clicar em cima!!)





Capítulo 2: A importância da inserção dos conteúdos de Comportamento Animal na Educação Básica

“O dominado não se liberta se ele não vier a dominar aquilo que os dominantes dominam. Então, dominar aquilo que os dominantes dominam é condição de libertação”
Dermeval Saviani

Como já dito no capítulo anterior, o estudo dos comportamentos dos animais, incluindo de nós, seres humanos, é recente. Porém, a pesquisa referente a essa área de conhecimento cresceu muito desde então, contribuindo para a ampliação do entendimento sobre comportamento de várias espécies de animais. Visto isto, neste capítulo pretendemos responder a dois questionamentos:

- 1- Os conteúdos de comportamento animal estão presentes nos currículos da Educação Básica?
- 2- Mas por que se defende a inserção do comportamento animal na Educação Básica? Que formação queremos aos estudantes da educação básica?

Os conteúdos de comportamento animal estão presentes nos currículos da Educação Básica?

Neiman, em seu texto intitulado “A importância da inserção da etologia no currículo do 2º Grau”, publicado em 1995, já apontava que: (...) *Mais incompreensível ainda é constatar que a Etologia, apesar de já contar com um desenvolvimento teórico invejável, não consta como conteúdo dos currículos de biologia de primeiro e segundo graus e nem de cursos de graduação em ciências biológicas. Essa ausência também é observável nos livros didáticos, nos temas de vestibulares, nas experiências desenvolvidas em laboratório e/ou fora da sala de aula e nos materiais didáticos de complementação (vídeos, slides, apostilas etc.)* (Neiman, 1995, pag. 332)

Neiman (1995) e Snowdon (1999) já defendiam, na década de 90, a inserção dos conhecimentos do comportamento animal nos conteúdos de biologia na Educação Básica. Ainda hoje há poucas publicações científicas sobre esse assunto e poucas aparições dos conhecimentos sobre comportamento animal nos documentos oficiais da Educação Básica, mesmo depois de mais de 20 anos.

Farias, Bessa e Arnt em 2012, no estudo intitulado “Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio”, tiveram como objetivo analisar como o tema comportamento animal encontra-se presente em três livros didáticos de Ensino Médio, examinando os textos e figuras presentes nestes livros que descrevem e/ou definem ações dos animais. Como resultado, Farias et al (2012) apontam que o comportamento animal não está apresentado diretamente nos livros didáticos analisados, porém encontra-se nos conteúdos das outras áreas de conhecimento como a zoologia, ecologia e evolução, podendo, portanto, “utilizar-se deste assunto para trabalhar com os mais diversos tópicos da disciplina de Biologia, tornando-os mais significativos e agregando conhecimentos a outras áreas da Biologia” (Farias et al, 2012, pág. 378).

É importante ressaltar que este estudo é antes da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e da implementação do Novo Ensino Médio. Como sabemos, essa nova legislação, que foi a primeira ação do governo de Michel Temer ao assumir a Presidência da República após o golpe de Estado de 2016 com o impeachment de Dilma Rousseff estabeleceu uma mudança na estrutura da organização curricular.

Dentre essas mudanças, ressalta-se que esta nova legislação determinou a inserção de itinerários formativos na grade curricular, e retirou algumas disciplinas do currículo, como, por exemplo, a Biologia. Os conteúdos da Biologia não estão mais dentro de uma área de conhecimento, como uma disciplina. Estes, por sua vez, deram espaços aos itinerários formativos e ao Projeto de Vida, e “aparecem”, junto com Física e Química, dentro da área “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”. Dessa forma, há um apagamento da Biologia (dos objetivos educacionais e do próprio conteúdo) dentro do currículo destinado a Educação Básica, prejudicando a inserção de conteúdos próprios de Biologia, como, por exemplo, de ecologia (Krzek, Muller, 2021) e evolução (Souza, 2023) que foram retirados ou diminuídos, respectivamente, na BNCC.

Além disso, Anelli (2018), ressalta que a educação brasileira não explora o potencial de ensinar a pré-história, esta perspectiva é ainda pior quando considerada Base Nacional Comum Curricular, no qual os fósseis só são apresentados aos estudantes como exemplo de combustível fóssil. Desse modo, há um esvaziamento dos conteúdos científicos próprios à biologia, sendo que estes conteúdos são importantes para um ensino de ciências naturais que busca a

socialização dos conhecimentos científicos que representem a realidade concreta e suas contradições.

Mas por que se defende a inserção do comportamento animal na Educação Básica? Que formação queremos aos estudantes da educação básica?

É importante destacar que a compreensão sobre a educação é determinante para um processo de formação que propicie aos estudantes o acesso aos conhecimentos importantes para a sua humanização.

As teorias da educação diferem-se uma das outras de acordo com os projetos de formação humana, visão do papel da educação e da escola como, também, a percepção entre educação e sociedade.

**“A escola diz respeito ao conhecimento elaborado e não ao conhecimento espontâneo; ao saber sistematizado e não ao saber fragmentado; à cultura erudita e não à cultura popular”
(SAVIANI, 2011).**

Como aponta Dermeval Saviani no livro *Escola e Democracia*, com a sua primeira edição em 1983, as teorias pedagógicas podem ser classificadas relacionando-se com o problema da marginalidade:

Num primeiro grupo, temos aquelas teorias que entendem ser a educação um instrumento de equalização social, portanto, de superação da marginalidade. Num segundo grupo, estão às teorias que entendem ser a educação um instrumento de discriminação social, logo, um fator de marginalização (SAVIANI, 1999, pag.)

Nesse sentido, Saviani (1999) aponta que para o primeiro grupo, a sociedade é compreendida como

harmônica e a marginalidade é um fenômeno acidental, que conseqüentemente, irá afetar alguns grupos de pessoas e outras não. Neste grupo de teorias, estão as teorias tradicionais, escolanovistas e tecnicista. Já o segundo grupo, a sociedade essencialmente manifesta a divisão de classes, é conseqüentemente marcada pelos interesses antagônicos, e neste caso, a marginalidade é um fenômeno inerente à estrutura social. Neste grupo de teorias, encontram-se as teorias críticas.

Visto isto, e compreendendo que a marginalidade é um fenômeno inerente à estrutura social, defendemos que o papel da escola é a socialização do saber sistematizado, porém não é qualquer saber. Como aponta Saviani (2011) esses saberes são sínteses da produção humana, os conhecimentos científicos, que transformam os pensamentos e as concepções dos estudantes acerca da realidade, seja ela social, ambiental, filosófica, artística etc. Dessa forma, os conhecimentos a serem incorporados ao currículo da educação básica “não devem se dar de maneira aleatória, mas com base no que é necessário ao ser humano conhecer para enfrentar os problemas que a realidade apresenta” (Gama; Duarte, 2017, p. 522). E ao pensar o Ensino de Ciências e biologia, propiciar uma formação do sujeito ecológico, que compreenda a Natureza e sua complexidade, superando um tratamento conteudista, mecânico, vazio de significados concretos.



Quando se pensa a inserção dos conteúdos de comportamento animal, Neiman (1995) defende, no ensino de biologia na educação básica, uma abordagem mais holística, tratando os temas de forma mais comparativa, proporcionando aos alunos a percepção que "(...) os seres vivos, não importando a que grupo taxonômico pertencem, precisam "resolver" os mesmos "problemas" de sobrevivência (nutrição, obtenção de energia, distribuição de substâncias, eliminação de resíduos, coordenação e reprodução), variando apenas a forma como o fazem" (Neiman, 1995, pág. 332). Dessa forma, o conteúdo do comportamento animal contribuiria para essa nova abordagem já que se trata de uma área de convergência de conhecimentos, ou seja, o comportamento se manifesta através das estruturas anatômicas e dos processos fisiológicos, apresentam elementos ligados a genética e se apresentam como importante fator adaptativo, já que se apresentam como resultado da seleção natural, além de como tais comportamentos podem agir modificando o ambiente, em uma análise ecológica. Já Snowdon, em uma publicação intitulada "O significado da pesquisa em Comportamento Animal", em 1999, apontou que o estudo do comportamento animal possui contribuições significativas para diversas

aplicações como o estudo do comportamento humano, estudo do manejo do meio ambiente e bem-estar animal. Visto a atual crise ecológica, acentuada com as mudanças climáticas, estudar o comportamento dos animais é também compreender os impactos causados pela ação humana no ambiente e na biodiversidade, além de como pode-se realizar a preservação e conservação tanto do ambiente como da fauna que existem nesses locais.

É importante compreender que mudanças comportamentais expressadas pelos animais também podem fornecer indícios de degradação ambiental como também auxiliar na regeneração ambiental, temas importantes visto o atual contexto de **ampliação do desmatamento, do aumento da grilagem, da extinção de espécies nativas, da exploração da mineração com o garimpo ilegal etc.**

Dessa forma, compartilhando dessas compreensões, entende-se que o conteúdo de comportamento animal é de muita relevância para o ensino de Ciências Naturais e Biologia, pois através dos conhecimentos científicos providos dessa ciência, o estudante conseguirá desenvolver uma compreensão holística sobre os seres vivos, relacionando vários conhecimentos presentes nos currículos de Ciências Naturais e de Biologia. Além disso, por meio do conhecimento do

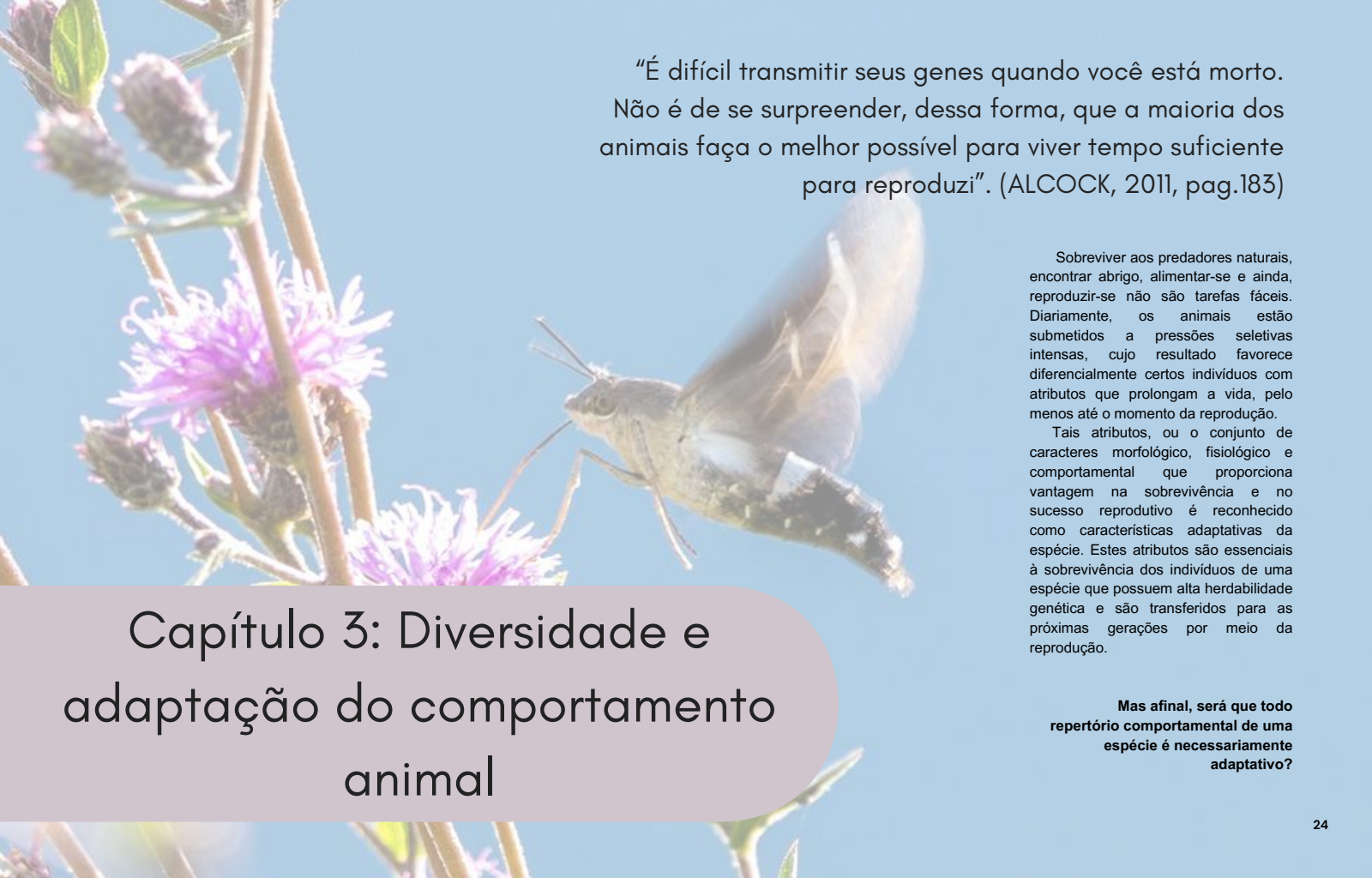
comportamento dos animais, espera-se que o estudante consiga atribuir novos significados aos que já existem, formulando uma nova compreensão das relações existentes no mundo vivo e de como as relações antrópicas afetam os comportamentos dos animais e o meio no qual estão inseridos. Com essa abordagem holística, ampliando a percepção da vida dos animais e como estes conseguiram sobreviver até os dias atuais, entende-se que os alunos poderão conseguir ter uma visão mais concreta da realidade, compreendendo a natureza na sua forma

mais desenvolvida e, dessa forma, relacionar com a prática social atual que, possui na sua essência, uma relação distorcida com o meio natural, resultante de uma sociedade capitalista que compreende o meio natural e os demais animais como recurso a serem explorados, aprofundando uma crise ambiental irreversível.

Vejamos, nos próximos capítulos, conceitos importante da ciência de comportamento animal e suas relações com práticas sociais.



Professor, você sabe o que são áreas públicas denominadas de glebas? Veja este vídeos, que abordam previamente sobre a indústria da grilagem. Se quiser saber mais, veja a reportagem completa, [clique aqui!](#)

A photograph of a moth hovering near purple flowers against a clear blue sky. The moth is in the center-right, with its wings spread, showing a pattern of light and dark spots. The flowers are on the left, with some in bloom and some as buds. The background is a solid light blue.

“É difícil transmitir seus genes quando você está morto. Não é de se surpreender, dessa forma, que a maioria dos animais faça o melhor possível para viver tempo suficiente para reproduzi”. (ALCOCK, 2011, pag.183)

Sobreviver aos predadores naturais, encontrar abrigo, alimentar-se e ainda, reproduzir-se não são tarefas fáceis. Diariamente, os animais estão submetidos a pressões seletivas intensas, cujo resultado favorece diferencialmente certos indivíduos com atributos que prolongam a vida, pelo menos até o momento da reprodução.

Tais atributos, ou o conjunto de caracteres morfológico, fisiológico e comportamental que proporciona vantagem na sobrevivência e no sucesso reprodutivo é reconhecido como características adaptativas da espécie. Estes atributos são essenciais à sobrevivência dos indivíduos de uma espécie que possuem alta herdabilidade genética e são transferidos para as próximas gerações por meio da reprodução.

Mas afinal, será que todo repertório comportamental de uma espécie é necessariamente adaptativo?

Capítulo 3: Diversidade e adaptação do comportamento animal



Um ursídeo que come planta? Já pensou sobre isso, professor?

Um exemplo bastante emblemático de um processo adaptativo é do panda-gigante (*Ailuropoda melanoleuca*). Veja neste [vídeo](#) as características morfológicas e comportamentais adaptativas do panda-gigante que se alimenta de bambu, uma dieta bem diferente da maiorias das espécies da família Ursidae que se alimenta de carne.

Para tratarmos especificamente sobre a adaptação do comportamento, devemos saber que o comportamento animal é subdividido em duas grandes categorias: inato e aprendido.

Os comportamentos inatos de uma espécie expressam-se mediante estímulos sensoriais específicos, independentemente de qualquer experiência prévia. São comportamentos que o animais “nascem com ele”, apresentam forte influência genética e por isso, realizam instintivamente.

Já os comportamentos aprendidos ou adquiridos dependem de processos de memória e aprendizagem. A aprendizagem depende da relação pessoal de cada indivíduo com o meio ambiente e das experiências acumuladas ao longo da sua vida. Ou seja, são repertórios comportamentais que “não nascem com o indivíduo” sendo incorporados ao longo da sua vida.

Por muito tempo houve uma dicotomia entre o comportamento inato e aprendido, mas modernamente, essa polêmica foi superada. O repertório comportamental de uma espécie é uma combinação resultante de fatores genéticos e ambientais.

Didaticamente podemos assumir que o comportamento inato é adaptativo para a espécie e o comportamento aprendido, apenas para o indivíduo. Enquanto os comportamentos inatos proporcionam pronta resposta aos estímulos ambientais, os mecanismos de aprendizagem proporcionam flexibilidade e aperfeiçoamento das habilidades motoras e cognitivas ao longo do seu ciclo de vida. As habilidades comportamentais adquiridas com a experiência, diferentemente das inatas, não são transmitidas às próximas gerações por meio de herança genética. Em algumas espécies como a nossa são transmitidas culturalmente.

Compreendido o conceito de adaptação, vamos analisar exemplos de três espécies, contextualizando os casos de aposematismo, camuflagem e mimetismo dos animais.

Adaptação da linguagem falada na espécie humana

No Capítulo 1 estudamos uma das nossas características comportamentais mais pungentes: a de explorar recursos do meio ambiente natural transformando-o seja por meio da domesticação e usando seus derivados. A civilização humana não parou mais e construiu edificações, estradas, meio de transporte, represou e mudou cursos d'água, inovou diversas formas de energia, mudou drasticamente em apenas 500 mil anos a superfície do planeta. E continua construindo conhecimentos, inovando tecnologias.

Toda esta conquista cultural humana não é possível ser transmitida biologicamente por meio dos genes quando o zigoto se forma, mas por meio da comunicação social que começa na educação familiar quando os falantes da língua iniciam a comunicação com os bebês.

Segundo um dos maiores linguistas do mundo, Noam Chomsky, a habilidade de falar é um atributo inato e exclusivo do *Homo sapiens*, porém em qual língua (português, tupi, japonês, italiano, chinês, árabe etc.) depende em qual cultura a pessoa cresceu e como acessou os seus conhecimentos. A língua (idioma que falamos para nos comunicarmos) é uma das formas de manter as pessoas de um povo unidas por meio dos valores culturais no seu sentido mais amplo. É por meio dela que damos significados às coisas do mundo, nos comunicamos uns com os outros expressando nossos sentimentos e pensamentos (BRANDÃO, 2004). Brandão vai além: “A linguagem enquanto discurso não constitui um universo de signos que serve apenas como instrumento de comunicação ou suporte do pensamento; a linguagem enquanto discurso é interação, e um modo de produção social; ela não é neutra, inocente e nem natural, por isso o lugar privilegiado de manifestação da ideologia (BRANDÃO, 2004, p. 11).



Borboleta-Monarca (*Danaus plexippus*)

Um dos exemplos clássicos que ilustram bem as soluções adaptativas é da história natural da borboleta-monarca (*Danaus plexippus*) cujo padrão de coloração é laranja vibrante com listras pretas e manchinhas brancas.

A pergunta é: como essa coloração pode ser adaptativa se torna essas borboletas mais visíveis aos seus predadores? Quais seriam os benefícios (ou vantagens) dessa coloração chamativa que superariam os custos de atrair os predadores naturais com o risco de morrer? A resposta é simples: não há vantagem em consumi-las, pois são venenosas. Essas borboletas possuem em seu corpo venenos cardíacos (cardenolídeos) (Artigo do Instituto Max Planck por BLOUNT et al, 2023) que afetam a maioria dos vertebrados, incluindo os potenciais predadores da borboleta.



Borboleta-monarca. À esquerda o indivíduo macho, no meio a fêmea e à direita uma lagarta se alimentando. Fotos: [wikimedia](#)

As toxinas são obtidas das folhas de asclépias (*Asclepias curassavica*) das quais a borboleta se alimenta quando era lagarta. A borboleta é imune à toxina e acumula-a em seus tecidos enquanto se desenvolve. Quando se torna adulta, adverte os seus potenciais predadores com as cores chamativas das asas como se dissesse: "Não me coma, sou venenosa de verdade!".

O conjunto de sinais visuais (incluindo os olfatórios e auditivos) que funciona como sinais de advertência sobre a sua impalatibilidade ou a toxicidade dirigida aos potenciais predadores é denominado **aposematismo**. Além da estratégia aposemática há outras defesas antipredatórias como a camuflagem e o mimetismo.

A **camuflagem** é quando o padrão de coloração, morfologia ou até o comportamento do animal mistura-se ao ambiente, tornando-se quase invisível ao observador ou o predador natural. No **mimetismo** o animal apresenta características que o tornam semelhantes a outros animais, objetos ou parte de vegetais (espinhos, folhas, galhos, etc). Há duas formas de mimetismo: o batesiano e o mülleriano cujos nomes homenageiam seus respectivos descobridores (Henry Bates e Fritz Müller) cujas descobertas foram no Brasil do século XIX.

No **mimetismo mülleriano** as presas aparentam uma coisa que não é, servindo para enganar os predadores. É o caso da maria-chorona cujo filhote não-tóxico imita uma lagarta venenosa (modelo) enviando uma mensagem falsa para o potencial predador que se afasta.

Já no mimetismo batesiano as presas apresentam cores aposemáticas que sinalizam "honestamente" que são mesmo tóxicas (peçonhentas ou venenosas) e impalatáveis (não comestíveis) como no exemplo da borboleta-monarca. Muitas outras espécies de lagartas, pererecas e cobras possuem toxinas possuem cores chamativas alertando os observadores do perigo.

Vamos analisar mais duas estratégias de espécies emblemáticas: a do pássaro chorona-cinza (*Laniocera hypopyrra*) e a mariposa-beija-flor (*Aellopos fadus*).

Chorona-cinza (*Laniocera hypopyrra*)

A pressão da predação é uma das principais causas de insucesso reprodutivo das aves. Entre as diversificadas estratégias que reduzem a probabilidade a predação dos filhotes, a seleção natural favoreceu pais que constroem ninhos camuflados, dentro de troncos ou em penhascos e etc.

Segundo Londoño e colaboradores (2015) a chorona-cinza que vive na Amazônia (veja o mapa da distribuição dessa ave) possui uma estratégia inusitada para compensar o tempo relativamente longo de cuidado parental.

A ave constrói um ninho de folhas secas e o único ninhego possui penugens com fiapos longos de cor laranja vibrante e pontas brancas, diferentes dos indivíduos adultos, que possuem uma plumagem acinzentada. A aparência do filhote, surpreendentemente, se assemelha em tamanho, morfologia e comportamento com uma lagarta venenosa encontrada, na mesma região pertencente à família *Megalopygidae*.

Quando surpreendido o filhote comporta-se ondulando o corpo e a cabeça bem vagarosamente, mimetizando os movimentos da lagarta venenosa de cor aposemática. Assista os vídeos do comportamento do filhote de maria-chorona.



Distribuição da Chorona-Cinza em toda bacia Amazônica. Fonte: Animalia.

Canto do pássaro:



Mariposa-beija-flor (*Aellopos fadus*)

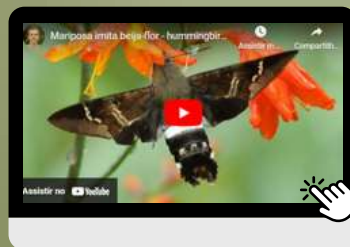
As mariposas beija-flor do gênero *Aellopos* são frequentes no Cerrado, assemelham-se aos beija-flores de pequeno porte e de bico curto do gênero *Lophornis*. Ambas as espécies, o inseto e a ave que são filogeneticamente distantes, possuem uma faixa branca dorsal evidente e visitavam flores semelhantes durante o dia. A seleção natural parece ter favorecido características adaptativas nestas mariposas que se alimentam de néctar parecendo-se a inofensivos beija-flores que são naturalmente menos predados por causa da incrível manobrabilidade e alta velocidade do voo destas aves (AMORIM, 2020).

Tanto as mariposas beija-flor quanto os próprios beija-flores visitam as mesmas plantas, as mesmas flores, ou seja, esses dois animais, distantes filogeneticamente, ocorrem, aqui no Brasil, no mesmo espaço e no mesmo tempo. Como essas mariposas se assemelham tanto morfológicamente quanto no modo de voo das aves, o predador insetívoro, ou seja, o predador que se alimenta de insetos, podem confundir a mariposa com a ave, reduzindo a chances desse inseto ser comida, levando as mariposa beija-flor a uma vantagem reprodutiva. Dessa forma, compreendendo essa relação, as mariposa beija-flor, por apresentarem comportamentos e características comuns as aves, possuem uma vantagem adaptativa.

Na história natural da polinização das plantas angiospermas (plantas com flores que são folhas modificadas), indicam que moscas, besouros, vespas e mariposas tiveram um papel primordial na polinização (Hu et al, 2008), ou seja, na transferência de grãos de pólen para o aparelho reprodutor feminino da mesma flor ou em outras flores de planta da mesma espécie (EMBRAPA, 2023).

As primeiras polinizações devem ter ocorrido de forma acidental durante as interações de herbivoria, porém, com o tempo, as angiospermas passaram a oferecer recursos nutricionais como o néctar aos polinizadores. De acordo com Eriksson e Bremer (1992), há cerca de quatro vezes mais famílias de angiospermas cuja polinização dependente de animais, enfatizando a sua importância na radiação e diversificação das angiospermas.

Na América tropical, 40 a 50% das espécies arbóreas dependem da função de polinização das abelhas nativas sem ferrão. Junto com as abelhas melíferas com ferrão, realizam a polinização das espécies agrícolas que fazem parte da nossa alimentação (EMBRAPA, 2023). Quer saber mais sobre as abelhas e seu comportamento alimentar? Veja o capítulo 4 ou clique aqui.



Veja o vídeo que ilustra a mariposas-beija-flor se alimentando e veja a reportagem sobre esse disfarce da mariposa, é só [clique aqui](#).





Capítulo 4: Comportamento alimentar

Se todos seres vivos são constituídos essencialmente das mesmas macromoléculas fundamentais (proteínas, lipídios, carboidratos, nucleotídeos entre outros) e dos mesmos sais minerais (sódio, cloro, potássio, cálcio entre outros) e água, teoricamente, somos fontes de alimento em potencial uns para os outros, certo? Não, não é bem assim. Mesmos compartilhando uma organização estrutural muito semelhante cujas biomoléculas estruturantes são formadas universalmente dos mesmos átomos de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, os animais que se alimentam de outros seres vivos necessitam desconstruir enzimaticamente os tecidos ingeridos no trato digestório em unidades fundamentais de glicose, aminoácidos ou ácidos graxos para reconstrução das suas próprias biomacromoléculas.

Ao contrário das plantas que obtêm a energia necessária diretamente da radiação solar por meio da fotossíntese, nós animais, somos heterótrofos e necessitamos romper as ligações químicas das moléculas de outros seres vivos que comemos para obter energia. Assim, todos animais, sem exceção, ou estão procurando outros seres vivos para se alimentar ou estão fugindo dos seus predadores para não virar uma refeição.

Comportamento alimentar

O termo forrageamento refere-se ao comportamento de procurar, capturar, manusear e ingerir o alimento ou o conjunto de ações que garante ao animal, os itens nutricionais da sua dieta necessária à sua sobrevivência, independentemente do hábito alimentar. Um conjunto de espécies de animais de diferentes grupos taxonômicos podem explorar o mesmo recurso nutricional, por exemplo, o néctar das flores. Assim, os beija-flores, certas formigas e certos morcegos que se alimentam de néctar, são denominados de nectarívoros e pertencem à mesma guilda trófica. O conceito de **guilda trófica** foi definido por Root (1967): *"Uma guilda é definida como um grupo de espécies que explora de forma similar uma classe de recursos ambientais. Esse termo agrupa espécies que apresentam sobreposições significativas em seus requerimentos de nicho, sem considerar sua posição taxonômica."*

Mas animais que pertencem à mesma guilda competem entre si? Possuem comportamentos de forrageamento semelhantes?

Você poderá observar junto com seus alunos o comportamento alimentar de vários animais se alimentando numa espécie de árvore frutífera. Poderia perguntar: como se estabelece a relação entre os animais que pertencem a mesma guilda de frugívoros?

Em uma mesma planta, pode haver diferentes tipos de herbívoros: os que se alimentam de folhas, ou das pétalas, ou do néctar, ou do pólen...E após a frutificação esta mesma planta oferece frutos ou sementes. Tem mais, se ficar 24 horas prestando a atenção, haverá uns se alimentando na copa, uns de dia e outros de noite. Dessa forma, esse contexto favorece a formação de diferentes estratégias para obter o recurso, sendo pelo método ou até mesmo no horário em que o animal busca se alimentar. Os termos carnívoro, herbívoro, onívoro, frugívoro, nectarívoro, necrófago indicam genericamente o hábito alimentar dos animais.

A cadeia trófica e o hábito alimentar

Todos os seres vivos deste planeta necessitam de energia e moléculas biológicas essenciais para a sua manutenção, crescimento e reprodução. relembrando que todos os animais são organismos heterótrofos, ou seja, obrigatoriamente, precisam obter nutrientes (energia e matéria orgânica) se alimentando de outros seres vivos. Diferente dos organismos autótrofos que produzem a sua própria energia captando a luz radiante do sol pelas folhas verdes, os animais precisam se alimentar de outros seres vivos e romper as ligações químicas das moléculas orgânicas consumidas.

Numa cadeia trófica ou cadeia alimentar, os organismos autótrofos são denominados produtores (como as

plantas e outros organismos fotossintetizantes) e os heterótrofos de consumidores (que se alimentam de plantas e outros seres vivos). A cadeia trófica descreve numa comunidade o fluxo unidirecional de energia e de matéria que começa com organismos produtores e termina com os decompositores. Os consumidores da cadeia são classificados em:

- Consumidores primários que se alimentam dos produtores como os animais herbívoros;
- Consumidores secundários e terciários se alimentam, respectivamente dos consumidores primários e secundários e pertencem à guilda dos animais carnívoros.

Finalmente, os decompositores pertencentes ao último nível trófico da cadeia, alimentam-se dos restos dos produtores e consumidores, ou dos



Cerrado é considerado um hotspot da biodiversidade, sabia, professor? Hotspot são locais do planeta que apresentam uma grande biodiversidade, mas que já foram devastados pela ação antrópica, como o cerrado, que sofre com a intensiva expansão agrícola. Quer saber mais? [Clique aqui.](#)

Veja ao lado, um simples exemplo de uma cadeia alimentar presente no cerrado.

consumidores mortos transformando matéria orgânica em inorgânica, transformando e fornecendo matéria prima para os produtores que reiniciam o ciclo. Viu como faz sentido as plantas crescerem viçosas quando fornecemos uma boa terra adubada, ou seja, contendo nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio? No chão das florestas, nas serapilheiras, vivem inúmeros organismos invisíveis que realizam a articulação, produzindo o adubo orgânico natural ou as fontes de nutrientes para os organismos produtores ou as plantas fotossintetizantes.

Por essas características ecológicas, não é difícil intuir que deve haver uma coevolução entre animais e plantas de forma que o néctar das flores seja acessíveis aos consumidores primários, como o tamanduá-bandeira com sua boca sem dentes consegue se alimentar de cupins e formigas.

A diversidade do Comportamento Alimentar

Analisemos agora, de forma geral, os aspectos anatômicos, os processos fisiológicos e comportamentais dos mamíferos herbívoros e carnívoros, dentro de uma teia alimentar. Os animais herbívoros se alimentam de itens que não fogem, porém, precisam estar constantemente atentos a um consumidor secundário ou terciário, à espreita. Apesar da imobilidade aparente, as plantas se defendem utilizando defensivos químicos e mecânicos dificultando a sua ingestão pelos herbívoros.

As plantas produzem a celulose que lignificam (endurecem) as folhas como forma de defesa mecânica, sendo as folhas fonte abundante de glicose. Entretanto, nenhum animal vertebrado é capaz de sintetizar a celulase, a enzima que quebra as ligações químicas da celulose, somente alguns microrganismos. No rúmen de alguns mamíferos herbívoros (como as vacas, cabras, camelos, búfalos, veados, entre outros) há uma colônia de microrganismos simbioses (bactérias, fungos, vírus e protozoários) que os torna aptos para digerirem a celulose e assim, extrair os nutrientes de dentro da parede celular.

Nesta relação ecológica de interdependência, o hospedeiro pasta nos campos, mastigam e remastigam e fornece as fibras vegetais. Os hóspedes, os microrganismos celulíticos do rúmen fermentam a massa vegetal ingerida liberando vários subprodutos na forma de gases, entre eles os ácidos graxos voláteis que os hospedeiros podem absorver e aproveitar.

O panda-gigante que passou a ter dieta exclusivamente de bambus, não possui uma câmara de fermentação com microbiota fibrolítica, aliás continuou com um trato digestório típico de um animal carnívoro. Assim precisa ser muito seletivo escolhendo folhas jovens e tenras.

A solução adaptativa foi o seu "sexto dedo" que o possibilita baixar os talos de bambu e uma eficiente mastigação das folhas antes de ingerir. É por isso que o panda-gigante gasta tanto tempo se alimentando: 14h para comer 12,5 kg folhas de bambu por dia! (XUE et al, 2015).

Professor, a seguir vamos apresentar alguns comportamentos de espécies fundamentais como as abelhas, o tamanduá-bandeira e incrível relação da arara azul e tucano toco. Boa leitura!



As abelhas melíferas e abelhas sem ferrão

As danças das abelhas melíferas já são bem conhecidas. Você sabia que o comportamento de dançar dessas abelhas muda de acordo com a distância e direção à localização da fonte de alimento, no caso as fontes de néctar e de pólen? Na colmeia da abelha *Apis mellifera* há casta de abelhas: as operárias que cuidam dos afazeres diários como higiene e regulação da temperatura, alimentação da cria e da rainha, defesa da colmeia e a coleta de alimento. Todas as vezes que uma abelha retorna à colônia depois de achar uma fonte de pólen ou néctar, informa as companheiras, dançando. Se movem em circuitos na superfície vertical do favo e informam com precisão a localização da precisa fonte de recursos.

As abelhas colhem o néctar com a sua probóscide e colhem os grãos de pólen em suas patas traseiras. Os grãos de pólen também se espalham no corpo da abelha, e esta, ao visitar outras flores, realizam a polinização, ou seja a transferência dos grãos de pólen no estigma. Há uma enorme equipe de diferentes espécies nectarívoras e polinívoras (borboletas, besouros, morcegos, beija-flores entre outros) que auxiliam na reprodução das plantas angiospermas. Entre estas plantas estão o arroz, feijão, soja, tomate, berinjela, melancia, laranja, maçã, etc. Ou seja, a grande maioria dos itens alimentares que consumimos diariamente. Não fosse o batalhão de polinizadores haveria uma grande catástrofe, tanto quanto as mudanças climáticas estão anunciando.

As abelhas das quais nos referimos são exóticas, ou seja, não são nativas do Brasil. As *Apis mellifera* foram introduzidas no Brasil na década de 50, no século passado e hoje está presente em todo o território nacional.

No Brasil há cerca de 250 espécies de abelhas sem-ferrão já catalogadas que realizam as funções ecológicas da polinização. Esta diversidade é muito importante pois cada grupo de flores tem os respectivos grupos de polinizadores. Você sabia que apenas 3% das abelhas produzem o mel? O mel é o néctar das flores concentrados nos favos ou potes de mel. Entre as abelhas nativas que produzem mel para o consumo humano, está a mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), uruçú (*Melipona scutellaris*) e jataí (*Tetragonisca angustula*).

Como as abelhas melíferas, as abelhas sem ferrão são sociais e se comunicam eficazmente, inclusive sobre a localização das fontes de alimento. As abelhas do gênero *Trigona*, sinalizam sobre a fonte de recursos dançando e produzindo zumbidos agudos com a vibração das suas asas. As vibrações parecem liberar odores das flores das dançarinas.

Quer saber mais sobre as abelhas sem ferrão? Veja esse podcast.



Professor, você ficou sabendo das 100 milhões de mortes de abelhas no Mato Grosso em Julho/2023? Dos 80 milhões na Bahia? E em Minas Gerais? Sabe o que todas elas apresentaram em comum? A presença do agrotóxico Fipronil, agrotóxico proibido em maior parte dos países mas liberado no Brasil. Veja esse podcast



Como as mudanças climáticas e as ações antrópicas alteram esse comportamento?

“O desmatamento acarreta a fragmentação de habitats, o que altera a distribuição, a diversidade e a disponibilidade de recursos alimentares e de nidificação [construção de ninho para as abelhas. Assim, ambientes altamente fragmentados podem diminuir o sucesso das colônias se a abundância da fonte de alimento não for mais suficiente, já que elas identificam e comunicam para suas companheiras de ninho os locais onde estão as fontes de alimento”, aponta Denise Alves, pesquisadora do Departamento de Entomologia e Acarologia da Esalq-USP. Veja a reportagem, [Clique aqui](#)

O aumento da temperatura ambiental pode afetar a comunicação química das abelhas. Como as abelhas vivem em cavidades, ambientes escuros e quimicamente muito ricos, as temperaturas muito altas alteram a volatilidade dessas moléculas químicas, afetando o reconhecimento que as abelhas precisam ter, por exemplo, em relação a fonte de alimento.

Outro fator que afeta as abelhas indiretamente é a alteração do período de abertura de flores e oferta de alimentos

das plantas nas quais as abelhas forrageiam, e essa mudança na fenologia podem ser modificadas por conta das alterações de temperatura. Também a utilização de agrotóxico (e até mesmo biopesticidas) pode afetar a capacidade cognitiva e motoras das abelhas pois afetam o sistema nervoso desses animais, prejudicando a formação de memória e aprendizagem das abelhas, capacidades cognitivas importantes para a busca de alimento

Quer saber mais sobre como as mudanças climáticas afetam as abelhas? [Clique aqui](#)





Tamanduá bandeira, carnívoro especializado.

Professor, sabia que os tamanduás são animais desdentados, ou seja, não possuem dentes? E que o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) está vulneravelmente ameaçado devido à perda do habitat natural, os campos limpos e sujos do cerrado?

Como seu nome científico diz, é o comedor de formigas de três dedos, porém se alimenta igualmente de cupins. Para se alimentar desses insetos que habitam cavidades, possui dedos com unhas especializados para quebrar cupinzeiros ou cavar os formigueiros. Além do focinho alongado, possui uma língua de quase 60cm, pegajosa, retrátil e flexível para capturar suas presas. Muito velocemente (150 vezes por minuto), o tamanduá introduz e retira a língua dentro da colônia "pescando" as presas. Num único dia, um pode alimentar-se de aproximadamente 35 mil formigas/cupins. Assim, exerce importante função ecológica no controle populacional desses insetos.

Veja essa ilustração científica do tamanduá-bandeira se alimentando. É só clicar aqui.



Acontece que tanto formigas como cupins possuem mecanismos de defesa contra os predadores naturais. Numa relação presa-predador dinamicamente equilibrada, a colônia de cupim ou de formigas defendem-se por meio de armamentos químicos e doloridas mordidas. Por isso, o tamanduá-bandeira possui a versátil língua comprida e rápida e não consegue destruir completamente o cupinzeiro ou o formigueiro. Como as abelhas sociais, a sociedade dos cupins é dividida em castas de indivíduos reprodutores (rei e rainha), as operárias e os soldados. Os soldados são agressivos e protegem a colônia combinando defesa química (substâncias tóxicas) e mecânica (força mandibular) contra os predadores.

Mas não são todas espécies de formigas e de cupins que os tamanduás se alimentam, eles possuem preferência alimentar por algumas espécies. Estudos mostram que se alimentam de 20 espécies, entre formigas e cupins. A proporção de cupins e formigas parece variar geográfica e sazonalmente. Redford (1986) constatou que os tamanduás-bandeiras do Amapá consomem 100% de cupins, já Shaw et al. (1985) no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), encontraram predominância do consumo de formigas.

Professor, já ouviu da teoria do mundo verde? E a importância dos carnívoros para a manutenção das florestas? Veja esse podcast:



Arara Azul e Tucanuçu no Pantanal

As araras azuis necessitam de manduvis, que precisam de tucanuços, que são os maiores predadores de ninhos das araras

Agora vamos contar a relação complexa entre a arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), o tucanuçu (*Ramphastos toco*) e o manduvi (*Sterculia apetala*). Como todos já sabem, a arara-azul é a maior espécie de arara entre os psitacídeos com cerca de 100cm. Como todos da família possuem plumagem vistosa, dedos zigodactilos, bico forte e recurvado. É uma ave frugívora-granívora (se alimenta da polpa dos frutos maduros e de sementes). No Pantanal matogrossense alimenta-se dos frutos das palmeiras acuri (*Scheelea phalerata*) e bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) e nidificam nas cavidades de árvores bem altas, sendo preferidas as árvores de maduvi.

A pesquisadora Neiva Guedes e sua equipe (2015) mostraram que 95% dos ninhos naturais de araras-azuis ocorrem no manduvi com mais de 60 anos de idade que oferecem as cavidades naturais preferidas pelas araras.

Acontece que as sementes de manduvi são dispersadas pelos tucanuços, principais predadores de ovos e ninhos da arara-azul. Ironicamente, são os tucanuços que dispersam mais de 85% das sementes de manduvi junto com os parentes menores, os arajaris. Os arajaris e os tucanuços possuem bicos grandes, engolem os frutos inteiros e defecam as sementes intactas longe da planta-mãe.

Esta relação triade mostra a estreita interdependência entre os seres vivos numa comunidade. Os manduvis ocorrem apenas nas florestas semidecíduas e nas matas ciliares do Pantanal. Políticas públicas são essenciais na conservação da arara-azul, espécie ameaçada vulneravelmente de extinção (IUCN, 2023) para mitigar o desmatamento, a desenfreada conversão das florestas naturais em pastagem e nas monoculturas.



Nós, seres humanos, como animais onívoros, também nós alimentamos, obtendo energia de outros seres vivos, tanto de vegetais quanto de outros animais. Como apontamos no capítulo 1, alimentar-se de carne foi fundamental para a sobrevivência da nossa espécie, mas **e agora? O modo de produção de carne no Brasil garante a sobrevivência da nossa espécie?**

De acordo com o Boletim "Filé no supermercado, floresta no chão" (2021) aponta que o principal vetor do desmatamento na Amazônia brasileira é a criação bovina, com 65% da área desmatada da Amazônia sendo ocupada por pastos. Mas a criação de bois também contribui para a perda da cobertura vegetal em outras áreas, como Cerrado e Pantanal.

Vejam os caso do Pantanal, há décadas o bioma convive com a produção extensiva de gado. Em 2020, o Pantanal perdeu cerca de 30% de sua área para o fogo, enquanto enfrentava uma seca histórica. Especialistas apontam, por exemplo, a melhor forma de proteger a relação arara-azul, manduvi e tucano-toco é impedir o desmatamento e a conversão das florestas no Pantanal em pastos ou atividades agrícolas.

De acordo com o relatório "Making Mincemeat of the Pantanal" aponta que 15 fazendeiros que são fornecedores (2018-2019) dos principais processadores de carne do Brasil – JBS, Marfrig e Minerva – estão ligados aos devastadores incêndios de 2020 no Pantanal, além de possuírem histórico de irregularidades ambientais, como multas e embargos por desmatamento ilegal, queimadas não autorizadas e problemas em seus registros de propriedade.

Professor, se interessou? Veja ["Filé no supermercado, floresta no chão"](#) e [Pecuaristas com propriedade queimadas no Pantanal têm relação com o mercado global de carne.](#)

COMO FUNCIONA

A lavagem de gado



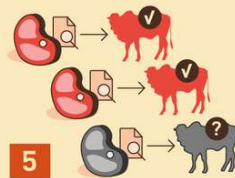
1 A terra, muitas vezes pública, é desmatada e loteada



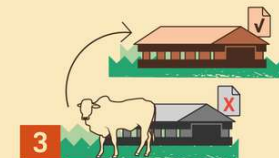
2 A fazenda "limpa" vende bois irregulares para o frigorífico, ocultando assim o rastro de destruição



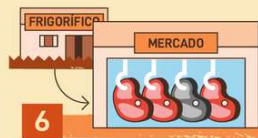
3 Colocam gado na área recém desmatada



4 Sem o controle de **todos** os fornecedores, diretos e indiretos, a carne de desmatamento acaba "contaminando" toda a cadeia de produção



5 Depois de algum tempo, o boi de área desmatada é transferido para outra fazenda, sem irregularidades



6 E é vendida para supermercados e consumidores, misturada àquela produzida de forma regular

Fonte: Greenpeace.
Veja a reportagem [clicando aqui](#).

A photograph of two ducks swimming in a pond. The ducks have brown and grey feathers. There are several green lily pads floating in the water around them. The background is slightly blurred, showing more water and lily pads.

Capítulo 5: Comportamento Reprodutivo

Como já apontamos no Capítulo 1, a seleção natural não desenha intencionalmente ou tem propósitos finalistas se esta ou aquela espécie deve sobreviver ou não. A seleção natural é um resultado provisório sobre quais espécies estão aptos (ou não) a sobreviverem e se reproduzirem num determinado habitat que apresentam determinadas características bióticas e abióticas. É parte da história natural a extinção de espécies em função das mudanças climáticas como ocorreu no Pleistoceno, assim como o surgimento de nova espécies quando uma determinada mutação foi favorável para a espécie a e não para b. Porém, não faz parte da história natural os efeitos causados pela ação humana que levaram à extinção de espécies ou colocá-los em riscos de extinção como o Antropoceno está revelando (veja no quadro as espécies consideradas extintas pelo ser humano).

Os mais variados habitats do planeta favoreceu, ao longo da sua história biológica, a evolução da biodiversidade ou das mais variadas estratégias para se alimentar, defender-se contra os predadores naturais, de se reproduzirem e deixarem descendentes gerações após gerações. Neste capítulo, vamos refletir sobre a diversidade de estratégias femininas e masculinas e compreender porque a evolução favoreceu a reprodução sexuada.

Reprodução assexuada x sexuada

Os seres vivos, grosso modo, reproduzem de duas formas: assexuadamente ou sexuadamente. Na reprodução assexuada, a conjugação de material genético do pai ou da mãe são dispensados. A seguir alguns exemplos:

Fragmentação: como na estrela-do-mar que ao perder um braço, regenera-se e o outro pedaço gera um novo indivíduo idêntico.

Partenogênese: os machos nascem de ovócitos não fecundados como os zangões das abelhas, formigas, vespas; alguns peixes, anfíbios e répteis.

Brotamento: um broto se separa do corpo do progenitor e se desenvolve como novo indivíduo, como as hidras, esponjas e fungos.

Na reprodução sexuada, obrigatoriamente, a conjugação do material genético da mãe e do pai são obrigatórios, ou seja, a fecundação dos ovócitos. Neste caso, o macho é o produtor de espermatozoides (gameta masculino) em grande quantidade e as fêmeas, produtora de ovócitos (gameta feminino) em pequena quantidade. O ovócito geralmente é maior e precisa ser encontrado pelo espermatozoide.

Ambos são haploides (n), possuindo cada um a metade do patrimônio genético. Após a fusão dos gametas forma-se o zigoto diploide (2n), um novo indivíduo geneticamente semelhante, mas diferente dos pais.

A variabilidade genética dos gametas é proporcionada pela meiose, processo onde os gametas haploides são produzidos com inúmeras opções ou soluções adaptativas conforme o meio pois o conjunto de genes herdados foram antes recombinados e distribuídos aleatoriamente nos gametas paternos ou maternos. Assim fica fácil de entender que mesmo tendo os mesmos pais biológicos, os 10 filhos serão parecidos, mas não iguais geneticamente (exceto, se houverem gêmeos univitelinos).

Relação hóspede hospedeiro e a vantagem da reprodução sexuada

A vantagem da variabilidade genética proporcionada pela meiose torna-se clara quando analisamos a relação hóspede-hospedeiro, envolvendo um parasita

qualquer (vírus, tripanossomos, coccídeos, etc). Se um parasita matar o seu hospedeiro não haverá nenhuma vantagem, ao contrário (seria um tiro no próprio pé). E se o hospedeiro não reagir imunologicamente ou não possuir uma condição física satisfatória, também morrerá, sem deixar descendentes.

O parasita tem ciclo de vida curto, reproduz-se rapidamente e de forma assexuada tendo aparente vantagens sobre o hospedeiro. Mas se o hospedeiro que se reproduz sexuadamente poderá gerar descendentes com chances aumentadas de resistência ao parasita.

Neste ciclo contínuo, a relação parasita-hospedeiro coevolui, ambos sobrevivem. Dessa forma, é evidente a importância da reprodução sexuada sobre a assexuada. Este ciclo de coevolução entre o hospedeiro e o parasita lembra uma corrida armamentista entre países competitivos que estão constantemente inovando armas e respectivas defesas para manter equilibrado o poderio militar e lembra a coevolução entre predador e presa.

Professor, já ouviu falar da Teoria da Rainha-Vermelha?

No livro de "Alice através do espelho" a Alice precisa escapar dos guardas de copas da Rainha Vermelha que a adverte: "É preciso correr o máximo possível, para permanecer no mesmo lugar." Os evolucionistas, apelidaram a contínua "corrida armamentista" entre hóspede e hospedeiro, presa-e-predador, bem como a contínua recombinação genética do hospedeiro análoga à perseguição de Alice pelos guardas da rainha: ambos correm e correm, mas não saem do lugar. Se interessar mais, [acesse aqui](#).



Dimorfismo sexual e a seleção sexual

Por definição, dimorfismo sexual corresponde ao conjunto de diferenças morfofuncionais entre machos e fêmeas dentro de uma mesma espécie. Estas diferenças variam no tamanho entre os sexos, cores das plumagens, comportamento vocal, tamanho e quantidade de gametas sexuais, quem cuida ou não da prole etc. As diferenças podem ser tão discretas, sem qualquer diferença aparente que são necessárias sexagens moleculares como no caso de várias espécies de aves como os psitacídeos (araras, papagaios e periquitos) ao contrário do pavão que não deixa dúvidas quem é o macho e quem é a fêmea.

Vimos que uma das vantagens da reprodução sexuada é a variabilidade genética. A reprodução dos animais, em vida livre, é dependente das estratégias reprodutivas adotadas pelo macho e pela fêmea. As escolhas feitas pelas fêmeas determinam os comportamentos e o sucesso reprodutivo da espécie. Vejamos, o exemplo clássico do pavão, animal este que tirava o sono de Darwin: ele queria entender as causas dos dimorfismos sexuais "exagerados" de algumas espécies de animais.

Finalmente, ele concluiu que havia um tipo de seleção natural chamada seleção sexual "...a luta entre indivíduos de um sexo, geralmente os machos, pela posse do outro sexo".

Quando analisamos as características da cauda do pavão macho, percebemos que são muito vistosas, especialmente quando ele abre e chacoalha as longas penas iridescentes e se exhibe para as fêmeas. De fato, as fêmeas são atraídas por este ritual de acasalamento masculino e são responsáveis pela seleção do parceiro que fecundará seus ovócitos. Porém, além dos custos de produção das longas e vistosas penas, torna-o muito visível e vulnerável aos potenciais predadores naturais. Darwin argumentou que os atributos masculinos diferenciados aumentariam o sucesso reprodutivo na competição dentro do sexo pelas fêmeas. Descobertas recentes mostraram que que caudas mais vistosas e simétricas também anunciariam o estado de saúde física como a resistência pessoal a doenças. Esse acentuado dimorfismo sexual observado no pavão, é decorrente da seleção natural feminina combinado à pressão de predação que limitaria o seu tamanho garantindo a habilidade de voar.

A este tipo de seleção natural Darwin chamou de seleção intersexual.

A seleção intersexual é frequente em outros grupos taxonômicos como nos anfíbios. A cantoria noturna é uma característica que as fêmeas levam em conta pois tendem a escolher machos maiores e donos de cantos mais elaborados. No ambiente noturno, um canto com timbre mais grave indica que é relativamente maior do que de outros indivíduos da mesma população.

Por outro lado, machos de várias outras espécies competem acirradamente entre si, durante a estação reprodutiva como os carneiros selvagens (*Ovis aries*) nas montanhas do Canadá. Machos e fêmeas vivem em grupos unisexuais separados e só se encontram na época de acasalamento. Os machos são dotados de um par de poderosos chifres recurvados que são utilizados durante o combate corpo-a-corpo, sendo nas fêmeas discretos.

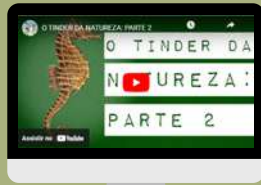
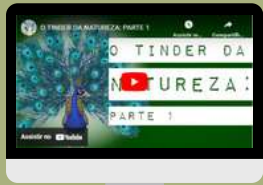
Quando a luta começa, os combatentes elevam-se sobre as patas posteriores e partem correndo na direção do outro a 32Km/h.

Ao se chocarem, não uma, mas várias vezes, a força do impacto é de cerca de 400N produzindo sons estrondosos! Após algumas horas, a relação de dominância territorial e o harém de fêmeas torna-se definido. Neste caso, não são as fêmeas que escolhem, mas o dimorfismo de tamanho do corpo e dos chifres resultam da competição intrasexual, sendo chamado de seleção intrasexual.

Um belo exemplo de dimorfismo sexual acentuado é do cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), veja a imagem, a maior espécie de cervídeo da América Latina que simboliza o pantanal mato-grossense e está vulneravelmente ameaçada de extinção devido à caça e à perda de habitat natural (EMBRAPA, 2015).



Quer saber mais? Veja esses vídeos



Por que os animais que se reproduzem sexuadamente apresentam rituais pré-acasalamento? Por que uns produzem mais descendentes e outros menos?

De forma geral, podemos afirmar que as espécies que se reproduzem sexuadamente, utilizam duas estratégias reprodutivas e de desenvolvimento da prole: as r estrategistas e k estrategistas.

As r estrategistas possuem ciclo reprodutivo curto e geram muitos descendentes por progenitor, contribuem com crescimento exponencial da população. Alternativamente, as k estrategistas tem ciclo reprodutivo longo e tem menos descendentes por ninhada e, assim cuidam da prole diretamente, abrindo mão de acasalamentos adicionais.

Há espécies entre os peixes que simplesmente desovam em locais propícios para que os embriões se desenvolverem sozinhos (peixes pelágicos) e outras cuja mãe (tilápia-do-Nilo), ou o pai (esgana-gata-de-três-espinhos, peixe-palhaço) ou ambos investem cuidando da prole (acarã-beandeira).

Os peixes pelágicos que dispensam o cuidado da prole têm como estratégia reprodutiva gerar centenas a milhares de descendentes para contrapor a pressão de predação de ovos e alevinos. Já os peixes que cuidam da sua prole menos descendentes como apenas dezenas de filhotes.

Na história dos Vertebrados precisamos considerar outros aspectos para comparar as estratégias reprodutivas como a conquista do ambiente terrestre. Tanto os peixes como os anfíbios praticam a fecundação externa, ou seja, machos e fêmeas, sincronizam e se aproximam para realizar a desova aumentam a probabilidade dos espermatozoides encontrarem os ovócitos. Os anfíbios anuros (sapos, rãs e pererecas) são na maioria noturnos. Na época da reprodução, na estação chuvosa, machos vocalizam cada um exibindo o canto nupcial anunciando a posse de um território e atraindo as fêmeas para o acasalamento. O macho agarra a fêmea realizando amplexo (abraço) e estimula a desova feminina e depois, segue a liberação do esperma. Mesmo que o acasalamento ocorra fora da água, os embriões precisam de meio aquático para se desenvolverem, do contrário, ressecariam e morreriam. Por isso, os anfíbios anuros não conquistaram definitivamente o ambiente terrestre como os Répteis, Aves e Mamíferos.

O cuidado da prole dos anfíbios vai desde aonde vai se acasalar, proteção e transporte dos ovos, proteção e alimentação de girinos. Dependendo da espécie, os embriões se desenvolvem na água (sapo-martelo), em ninhos de espumas (rã-manteiga), dentro de bromélias (perereca-Paranapiacaba), represa ou cavidade construída pelos pais, etc. A seleção natural favoreceu soluções inusitadas que aumentaram as chances de sobrevivência da prole: incubar os girinos dentro do estômago (rã-incubadora) ou nas costas, incrustadas na própria pele (perereca-marsupial).

A conquista do ambiente terrestre pelos vertebrados significou facilidade de acesso ao oxigênio por meio da respiração cutânea (anfíbios) e pulmonar (répteis, aves e mamíferos) além de acesso a novos recursos nutricionais. E quanto à se tornar plenamente independente de corpos d'água? Uma das soluções foi a fecundação interna ou seja, introduzir ou inocular os espermatozoides dentro do corpo feminino por meio da cópula e o embrião se desenvolver dentro de um ovo com membrana protetora (membrana amniótica) como fazem as aves e os répteis ou então dentro de um útero, recebendo nutrição diretamente das mães (mamíferos eutérios). A fecundação interna obriga os machos e as fêmeas se aproximarem, necessitando o contato físico íntimo para que o macho possa transferir o esperma dentro do oviduto feminino

Antes porém, algumas certezas são necessárias: se ambos os sexos são da mesma espécie e qual parceira (o) será a(o) escolhida(o). Uma das formas de reconhecerem-se é por meio dos displays nupciais de acasalamento, ou seja, exibições comportamentais, geralmente masculinas. Estes rituais ocorrem por meio de movimentos do corpo e partes do corpo, exibição de plumagens, vocalizações, oferta de presentes ou até a exibições dos ninhos construídos pelos machos. Dependendo da espécie serve até exibir para as fêmeas como cuidam bem dos filhotes.

Cuidado Parental

O sucesso na reprodução não termina com a efetivação do acasalamento e a fecundação do ovócito. O investimento na reprodução termina com o cuidado da prole, ocorrendo ou não a sobreposição de gerações.

Cuidado parental é o esforço de um dos pais ou ambos no investimento de tempo e energia dedicado ao cuidado da sua prole. Este esforço é traduzido na forma de construir sítios de nidificação, obter recursos nutricionais, proteger contra os

predadores naturais, e em algumas espécies como a nossa, educar a prole para a vida adulta.

Répteis e Aves

Os répteis e as aves possuem a pele impermeável e todos são ovíparos, ou seja, desenvolvem-se completamente fora do corpo da mãe utilizando os recursos (clara, gema e água) providos por ela. Os ovos das galinhas são tão nutritivos que fazem parte da dieta humana.

Mamíferos

Os mamíferos, faz parte do senso comum que são as espécies dotadas de glândulas mamárias, incluindo os seres humanos, cujas mães produzem leite e amamentam a sua cria após o nascimento. Há três grupos distintos de mamíferos conforme a maneira como os filhotes se desenvolvem antes de nascer: Prototérios (equidninas e ornitorrinco que são ovovivíparos), metatérios (todos os marsupiais cujos filhotes nascem precocemente e terminam o desenvolvimento dentro de

bolsa ou marsúpio se alimentando de leite) e Eutérios (correspondem à grande maioria dos mamíferos que cujos embriões se desenvolvem dentro do útero recebendo nutrição placentária). Os mamíferos geram quantidade muito restrita de descendentes e o cuidado da prole é bastante duradouro

Vamos exemplificar o comportamento reprodutivo de duas espécies: a onça pintada e a baleia-jubarte.



Onça-pintada (*Panthera onca*)

Professor, você sabia? Cerca de metade da população remanescente de onças-pintadas do mundo está no Brasil e está quase ameaçada?

Depois do leão e do tigre, a onça-pintada (*Panthera onca*) é o maior felino do mundo, portanto, o maior das Américas. O Brasil concentra a sua maior população (na Amazônia e no Pantanal) sendo país estratégico para sua conservação. Para preservar, precisamos conhecer, certo?

A onça pintada é um predador topo de cadeia, ou seja, está no último nível da

cadeia trófica do ecossistema pantaneiro, não possuindo predadores naturais. Ao contrário da ideia popular de que gatos não gostam de água, é no habitat de várzea que ela está adaptada, sendo excelente nadadora e alimentando-se consumidores primários e secundários como jacarés, capivaras, tartarugas, etc. A onça-pintada caça suas presas furtivamente: abatendo as suas presas com as garras e mandíbulas poderosas e as carregam para fora da água.

Mas quais são as estratégias de acasalamento da onça-pintada?

O cuidado da prole é exclusivamente materno, os filhotes dependem da mãe até 1,5 anos de vida e a dispersão da prole é diferente entre a prole masculina e feminina. Os machos deixam o território materno e as fêmeas permanecem próximas às mães, prevenindo desta forma a endogamia, já que reduz a chance de o filhote macho acasalar com fêmeas parentes.

Recentemente, Fragosos e colaboradores (2023) descobriram que as

fêmeas, mesmo grávidas ou amamentando os filhotes pode acasalar com os machos adultos onde o território de ambos se sobrepõe. O estudo mostrou que 41,4% das cópulas registradas ou estava grávida ou acompanhada de filhotes. Essa espécie, como outros felinos, possui como estratégia de investimentos reprodutivo o infanticídio. Esta prática consiste na morte dos filhotes por indivíduos adultos, principalmente pelos machos. E quais explicações para essa prática? No período que a fêmea está cuidando da prole, ela está amamentando, e a lactação previne a ovulação das fêmeas. Ao matar os filhotes, as fêmeas entram novamente no cio e um novo ciclo reprodutivo pode reiniciar.



Nos leões (*Panthera leo*), por exemplo, a unidade familiar é constituída por um leão socialmente dominante e várias fêmeas com seus filhotes. Entretanto, se um leão intruso desafiar o leão residente e vencer o combate, o intruso toma a posse do harém e do território. Em seguida, se houver filhotes mamando, estes serão abatidos uma a uma, praticando o comportamento de infanticídio (Pusey e Packer 1994). A prática do infanticídio como estratégia de investimento reprodutivo já foi registrado em outros mamíferos como pumas (*Puma concolor*; Logan e Sweanor 2001), leopardos (*Panthera pardus*; Bailey 1993; Balme et al. 2013), tigres (*Panthera tigris*; Goodrich et al. 2008).

Nas onças-pintadas solitárias gestante ou lactante, a receptividade sexual contínua poderia ter sido a solução de prevenir a prática do comportamento de infanticídio masculino. Este estudo, aborda que estímulos auditivos, olfativos e/ou visuais do macho podem desencadear um comportamento de cio nas fêmeas, porém, sem ovulação. Algumas fêmeas estudadas, que possuem filhotes, levaram os machos para outras áreas para copular, levando, as hipóteses, que este comportamento das fêmeas sirva para evitar o infanticídio e/ou serem aceitas pelos machos.

Quer saber mais? Veja o estudo:

[Desvendando estratégias demográficas e de acasalamento de *Panthera onca* no Pantanal, Brasil](#)



Baleia Jubarte (*Megaptera novaengliae*)

Uma das mais incríveis adaptações morfológicas, funcionais e comportamentais é o design corporal das baleias que reconquistaram o mar. Isso mesmo: os cetáceos (baleias e golfinhos) são um grupo de mamíferos terrestres que se adaptaram plenamente à vida aquática explorando os recursos alimentares e se reproduzindo neste habitat. Possuem corpos fusiformes hidrodinâmicos, um par de nadadeiras na forma de remo e uma cauda alargada que ajuda propulsionar o corpo para frente. Duas de muitas "provas" de que os cetáceos são mamíferos: continuam respirando por meio de pulmões e nadam realizando movimentos natatórios diferentes. Os peixes e os répteis nadam realizando movimentos látero-laterais enquanto as baleias e golfinhos o fazem dorso-ventralmente. A inspiração e expiração do ar são garantidas pelo par de narinas que mudou de posição do "focinho" para cima da cabeça denominadas espiráculo. Os cetáceos foram divididos em: Odontoceti (com dentes) e Mysticeti (com barbatana e sem dentes) e a sua origem está associada aos Artiodátilos (mamíferos com cascos). Um parente vivo próximo são os hipopótamos.

Outras adaptações associadas à reconquista do ambiente aquático devem ser mencionadas: a proteção da orelha interna (cóclea) por um invólucro ósseo preenchido de ar com a função de corrigir as distorções acústicas na água, já que o som se propaga três vezes mais rápido do que no ar. Além disso, a captação das ondas sonoras externas passou a ser pela mandíbula, pois os cetáceos não possuem pavilhão auricular. A habilidade de escutar sons debaixo da água proporcionou aos cetáceos, uma comunicação sonora tão complexa como a humana. As baleias-jubartes vocalizam uma variedade de sons, longos e complexos padrões que podem durar horas seguidas. Alguns padrões são conhecidos como "canções". Payne e Mc Vay (1971) relataram que as canções são emitidas apenas pelos machos e podem ser associadas à atração das fêmeas ou como aviso para outros machos. Você sabia que como os humanos, as baleias apresentam diferenças individuais em relação à vocalização? Tais habilidades proporcionaram uma coesão social complexa, não só para encontrar parceiros sexuais e cuidar da prole por longos períodos como também realizar a pesca cooperativa.

Canção da baleia-jubarte



Você sabia?

As baleias jubartes foram intensamente perseguidas pela espécie humana, seja pela carne como pelas barbatanas e o óleo? As barbatanas eram utilizadas na confecção dos espartilhos e o óleo para fazer sabão, argamassa e ser queimado para iluminação...Atualmente, vários países proíbem a sua caça e do estado de muito ameaçada de extinção, encontra-se como pouco preocupante (IUCN, 2023).

A base da alimentação das baleias-jubartes são os **krills** (pequenos camarões) obtidos nas águas frias do continente antártico. O grupo de baleias encurralam os cardumes de krills dentro das paredes de bolhas de ar produzidas com a expiração controlada, enquanto nadam para a superfície. Os krills tentam escapar concentrando-se dentro da armadilha de bolhas que fogem para a superfície e as baleias abrem a enorme boca capturando os pequenos crustáceos que ficam presas em suas barbatanas que funcionam como enormes placas filtradoras.

Veja uma imagem que demonstra a baleia-jubarte se alimentando. Clique [nessa matéria](#) do Projeto Baleia Jubarte.

Estratégia reprodutiva das baleias-jubarte

Após alimentar-se fartamente nas águas geladas da Antártica, tendo acumulado muita gordura, as baleias buscam as águas quentes tropicais quando chega a estação reprodutiva nos meses de julho a novembro. A região de Abrolhos na Bahia é o maior berçário de baleias-jubarte do mundo. Os filhotes da estação anterior nascem e as fêmeas se tornam receptivas em seguida e se acasalam com os machos cantores.

O sistema de acasalamento é poligênico e os machos apresentam comportamentos exibicionistas por meio de demonstrações sonoras, saltos e exposições das nadadeiras. Nesta época, os machos também se tornam agressivos e competitivos entre si, pois o recurso reprodutivo é escasso (fêmeas no cio). Após o acasalamento o macho cortejará outra fêmea, não colaborando no cuidado parental. Quando os filhotes recém-nascidos estão aptos, seguem as respectivas mães na longa jornada à Antártica, permanecer lá por 11 meses.

É com a mãe que a jovem baleia aprenderá sobre os percursos migratórios e a se esquivar de predadores naturais. As baleias-jubarte fêmeas dão à luz de três de três anos, sendo um filhote por gestação. O bebê nasce com 4 metros de comprimento pesando uma tonelada! Veja esse vídeo!



Quer saber mais sobre as baleias? Como evoluíram e sobre a pesca cooperativa? Veja esses vídeos.



A amamentação das baleias é totalmente diferente dos demais mamíferos, pois a baleia recém-nascida, ao invés de sugar um bico de uma mama, bebe porções de leite bastante gorduroso que não se mistura à água do mar.

Fonte: Pontobiologia

O que o plástico tem a ver com baleias-jubarte, krills e seres humanos?

Se de um lado, boas práticas humanas melhoraram o estado de conservação das baleias-jubartes, por outro lado há uma indústria e um mercado que produz e consome plástico operando em silêncio, além de uma cultura que ainda se manifesta, no qual muitos produtos plásticos, consumidos por todos nós, vindo dos grandes centros urbanos e na área costeira, terminam nas águas oceânicas e nos rios. A problemática começa no ambiente terrestre com industriais produzindo uma série de alimentos e bebidas envoltos em plásticos derivado de petróleo. Você sabia, professor que Segunda a organização internacional [Break Free From Plastic](#), três grandes multinacionais são as principais responsáveis por esse problema: [Coca-cola](#), [PepsiCo](#) e [Nestlé](#)? A poluição das águas superficiais com plásticos, óleos e outros lixos flutuantes é tão notória que até as grandes mídias internacionais já tem feito alarde, protestado e pedido providências do poder público. Quando pensamos ou pesquisamos plástico e oceanos qual plástico vem em nossa mente? Garrafas? Canudos? Mas já pensou nos impactos da pesca industrial nos oceanos? Quem não viu fotos e reportagens de tartarugas marinhas presas em plásticos ou aves mortas com plástico no estomago? O plástico ao degradar transforma-se em microplásticos, fragmentos de até 5 mm de diâmetro. Há estudos ainda inconclusivos sobre seus efeitos nos corpos de vários animais, inclusive nos krills das quais as baleias de barbatanas se alimentam, mas será que esses microplásticos podem acarretar prejuízos irreversíveis na saúde e sobrevivência dos animais, incluindo a nossa? Você sabia que baleias de bryde (com barbatanas) estudadas na Nova Zelândia acabam consumindo microplástico diariamente quando passam pela costa de grandes cidades costeiras? Isso não deve ser diferente para as baleias-jubarte.



Veja o documentário, *Seaspiracy: Mar Vermelho*, disponível pela Netflix, que aborda o funcionamento da indústria pesqueira. Segue o trailer, para ativar a legenda é só clicar no botão de legenda na página do youtube.

Veja também esse podcast denominado “Terra, Planeta Plástico” do Prato Cheio que aborda a relação da indústria alimentícia e o plástico. Professor, já se perguntou: se o plástico é um dos grandes problemas ambientais, por que as indústrias alimentícias ainda continuam a utilizar seus produtos envolto desse material? Por que não voltam a utilizar o vidro?



Referências Bibliográficas

Capítulo 1

ALCOCK, J. Comportamento animal. 9ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2011.

DARWIN, C. A expressão das emoções no homem e nos animais. Editora Companhia de Bolso, 2009

DARWIN, C. A Origem das Espécies. Editora Edipro: São Paulo, SP, 2018

DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI H.M. Comportamento animal, interações ecológicas e conservação. Pp. 399-410. In: *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos: RiMa, p. 399-410, 2006.

DIAMOND, J. Evolução, consequências e futuro da domesticação de plantas e animais. *Nature* 418 , 700-707 (2002). <https://doi.org/10.1038/nature01019>

IUCN 2023. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN. Versão 2023-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 28/12/2023

LORENZ, K. Os fundamentos da Etologia. São Paulo, Editora da Universidade de Estadual Paulista, 1995. Tradução de Pedro Mello Cruz e Carlos C. Alberts. (Título original: *The Foundations of Ethology*)

MATTAR, R.; MAZO, D. F. DE C.. Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 56, n. 2, p. 230–236, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-42302010000200025>

MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. Prefácio de Drauzio Varella; tradução de Marcelo Leite. (Título original: *What makes biology unique?: considerations on the autonomy of a scientific discipline*, 2004).

MMA. Atualização da lista oficial das espécies ameaçadas de extinção, 2023. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaque-s-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html>. Acesso em: 28/12/2023

MORRIS, Desmond. *O contrato animal*. Rio de Janeiro: Record, 1990.

ORGANIZAÇÃO DA NAÇÕES UNIDAS. *Relatório Situação da população mundial 2023*. UNFPA, 2023. Disponível em: https://brasil.un.org/sites/default/files/2023-09/UNFPA_Estado_Populacao_Mundial_2023-web.pdf. Acesso em: 28/12/2023

PRICE, E.O. *Animal Domestication and Behaviour*. Oxford University Press. 2003.

SNOWDON, C.T. 1999. O significado da Pesquisa em comportamento animal. *Estudos de Psicologia* 1999, 4(2), 365-373.

TEIXEIRA, C.P; BARÇANTE, L. DE AZEVEDO, C.S. *Comportamento animal: Uma introdução aos métodos e à ecologia comportamental*. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

VIGNE J. D. The origins of animal domestication and husbandry: a major change in the history of humanity and the biosphere. *Comptes rendus biologies*, 334(3), 171–181, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.009>

VIÑAS VALVERDÚ, Ramón; SÁNCHEZ DE TAGLE, Eduardo. Los cérvidos en el arte rupestre postpaleolítico. *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, n. 21, p. 53-68, 2000.

Capítulo 2

CURRÍCULO ESCOLAR E PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA: FORMAÇÃO EMANCIPADORA E RESISTÊNCIA AO CAPITAL. (2021). *Colloquium Humanarum*. ISSN: 1809-8207, 18(1), 123-132. <https://journal.unoeste.br/index.php/ch/article/view/4115>

FARIAS, J.C, BESSA, E. ARNT, A.M. *Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio*. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 11, Nº 2, 365-384, 2012.*

GAMA, Carolina Nozella; DUARTE, Newton. *Concepção de currículo em Dermeval Saviani e suas relações com a categoria marxista de liberdade*. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, 2017, 21(62), p. 521-530. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180151646005>.

NEIMAN, Z. A importância da inserção da etologia no currículo do 2º grau, *Anais de Etologia*, 1995, pag. 332-334

NETO, L.B; BASSO, J.D. *Marxismo, campo e educação*. *Germinar: Marxismo e Educação em Debate*, Londrina, v. 3, n. 2, p. 36-45, dez. 2011.

SAVIANI, D. *Escola e Democracia: Polêmicas do nosso tempo*. 32ª edição. Editora Autores 34 Associados. Campinas, 1999.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico crítica: primeiras aproximações*. 11ª Edição. Editora Autores Associados. Campinas, 2011

SNOWDON, C. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. *Estudos de Psicologia* 1999, 4(2), 365-373 36

Capítulo 3

AMORIM, F.W. Are the new world hummingbird-hawkmouths functional equivalents of hummingbirds? *Ecology*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ecy.3161>

BRANDÃO, H. H. L. Introdução à análise do discurso Campinas: Editora Unicamp, 2004.

BREMER, B.; ERIKSSON, O. Evolution of fruit characters and dispersal modes in the tropical family Rubiaceae. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 47, n. 1, p. 79–95, 1992.

EMBRAPA. O que é polinização? Embrapa Meio Norte, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte/polinizacao#:~:text=que%20%C3%A9%20poliniza%C3%A7%C3%A3o%3F-O%20que%20%C3%A9%20poliniza%C3%A7%C3%A3o%3F,outra%20flor%20da%20mesma%20esp%C3%A9cie>. Acesso em: 28/12/2023

GUIMARÃES, M. Disfarçada de beija-flor, mariposa pode evitar virar almoço, Pesquisa FAPESP, 2020. Disponível em: <https://revistaspesquisa.fapesp.br/disfarçada-de-beija-flor-mariposa-pode-evitar- virar-almoço/>. Acesso em: 28/12/2023

HU, D.; DILCHER, D. L.; JARZEN, D. M.; TAYLOR, D. W. Early steps of angiosperm pollinator coevolution. *PNAS*, v. 105, n. 01, p. 240-245. 2008.

LONDOÑO, G.A., DUVÁN A. GARCÍA, M. A. SÁNCHEZ M.; et al "Morphological and Behavioral Evidence of Batesian Mimicry in Nestlings of a Lowland Amazonian Bird." *The American Naturalist* 185, no. 1, pag. 135–41, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/679106>.

Capítulo 4

MARCHESI, M. D. et al. Relationship between weight, age and hatching success and the concentration of heavy metals in nestling blue macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus* Latham, 1790) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 35, n. 6, p. 569–572, jun. 2015.

REDFORD, K. H. Dietary specialization and variation in two mammalian myrmecophages (variation in mammalian myrmecophagy). *Revta. Chilena Hist. Nat.* 59: 201-208, 1986.

ROOT, R. B. The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37(4), 317–350, 1967. <https://doi.org/10.2307/1942327>

SHAW, J. H., CARTER, T. S. E MACHADO-NETO, J. C. 1985. Ecology of the giant anteater *Myrmecophaga tridactyla* in Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil: A pilot study. Em: e *Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas*, G. G. Montgomery (ed.), pp.379-384. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

XUE, Z., ZHANG, W., WANG, L., HOU, R., ZHANG, M., FEI, L., ... E ZHANG, Z. O panda gigante comedor de bambu abriga uma microbiota intestinal semelhante à dos carnívoros, com variações sazonais excessivas. *MBio*, 6 (3), e00022-15, 2015

Capítulo 5

BAILEY T.N. The African leopard: ecology and behavior of a solitary felid. Columbia University Press, Ithaca, New York, USA, 1993.

BALME G.A., BATCHELOR A., DE WORONIN BRITZ N., SEYMOUR G., GROVER M., HES L., MACDONALD D.W., HUNTER L.T.B. Reproductive success of female leopards *Panthera pardus*: the importance of top-down processes. *Mammal Review* 43:221–237, 2013..

FRAGOSO, C.E, RAMPIM, L.E; QUIGLEY, H; HABERFELD, M.B, et al. Unveiling demographic and mating strategies of *Panthera onca* in the Pantanal, Brazil, *Journal of Mammalogy*, Volume 104, Issue 2, April 2023, Pages 239–251, <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyac123>
GOODRICH J.M., KERLEY L.L., SMIRNOV E.N., MIQUELLE D.G., MCDONALD L., QUIGLEY H.B., HORNOCKER M.G., MCDONALD T. Survival rates and causes of mortality of Amur tigers on and near the Sikhote-Alin Biosphere Zapovednik. *Journal of Zoology* 276:323–329, 2008.

LOGAN K.A., SWEANOR L.L. Desert puma: evolutionary ecology and conservation of an enduring carnivore. Island Press, Washington, District of Columbia, USA, 2001.

PAYNE, R.S; MCVAY, S. Songs of humpback Whales. *Science*, 1779:585-597, 1971.

PUSEY A.E., PACKER C. Infanticide in lions: consequences and counterstrategies. In: Parmigiani S., vom Saal F.S., editors. *Infanticide and parental care*. Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland; p. 277–299, 1994.

Ana Paula Nogueira

Graduada em Ciências Biológicas Modalidade Licenciatura e atualmente graduanda do curso de Ciências Biológicas modalidade Bacharelado.

Orientação: Prof. Dr Silvia Mitiko Nishida

Bacharel em Ciências Biológicas (modalidade médica) pela Universidade de São Paulo (1982), Mestre (1987) e doutora (1993) em Ciências (Fisiologia Geral) pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP. Lotada desde 1988 no Departamento de Biologia Estrutural e Funcional (Setor de Fisiologia) do Instituto de Biociências do campus da UNESP (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho).

Coorientação: Prof. Dr. Luciana Maria Lunardi Campos

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1989), mestrado em Educação Especial (Educação do Indivíduo Especial) pela Universidade Federal de São Carlos (1994) e doutorado em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998). Atualmente é professor assistente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Ciências, atuação principalmente nos seguintes temas: educação, formação inicial, ensino, ciências e formação de professores.

Este material é fruto do Trabalho de Conclusão (TCC) do Curso de Ciências Biológicas - UNESP/Botucatu.

