



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO - FE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – PPGE

TÚLIO VIEIRA DOS SANTOS

**ENTRE POTES, ALFINETES, LÂMINAS E CURRÍCULOS: ESPAÇOS
DE CONFINAMENTO DOS ANIMAIS NA DISCIPLINA ESCOLAR
BIOLOGIA**

RIO DE JANEIRO, 2021

TÚLIO VIEIRA DOS SANTOS

**ENTRE POTES, ALFINETES, LÂMINAS E CURRÍCULOS: ESPAÇOS
DE CONFINAMENTO DOS ANIMAIS NA DISCIPLINA ESCOLAR
BIOLOGIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Margarida Gomes

RIO DE JANEIRO, 2021

CIP - Catalogação na Publicação

SS237e Santos, Túlio Vieira
Entre potes, alfinetes, lâminas e currículos:
espaços de confinamento dos animais na disciplina
escolar Biologia / Túlio Vieira Santos. -- Rio de
Janeiro, 2021.
171 f.

Orientador: Maria Margarida Pereira de Lima
Gomes .

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação, 2021.

1. currículo. 2. alquimia das materias escolares.
3. ensino de Biologia . 4. uso de animais . 5.
animais no ensino . I. Gomes , Maria Margarida
Pereira de Lima , orient. II. Título.

TÚLIO VIEIRA DOS SANTOS

**ENTRE POTES, ALFINETES, LÂMINAS E CURRÍCULOS: ESPAÇOS
DE CONFINAMENTO DOS ANIMAIS NA DISCIPLINA ESCOLAR
BIOLOGIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação

Rio de Janeiro, 24 de junho de 2021.

Banca examinadora:

Profª Drª Maria Margarida Pereira de Lima Gomes – (Orientadora)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Profª Drª Marcia Serra Ferreira
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Profª. Drª. Maria do Carmo Martins
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

AGRADECIMENTOS

Peço licença e agradeço a todos e todas que vieram antes de mim e que possibilitaram que eu pudesse estar nesse lugar, reconhecendo as inúmeras lutas travadas para que a universidade pública tivesse mais cor. Agradeço às florestas e seus povos humanos e outros que humanos, aos mares e às borboletas que nos ensinam sobre o efêmero da vida.

Às minhas famílias que sempre me deram suporte, amor, e bons ensinamentos para caminhar sobre esse chão compartilhado com outros seres. Sobretudo minhas mães, Márcia e Solange, que são exemplos de força, tal como um búfalo que estoura a manada. Agradeço imensamente cada dia que me prepararam – e me preparam – para esse mundo muitas vezes injusto e hostil.

À minha querida orientadora, Margarida Gomes, que desde o dia que apareci como um candidato à vaga no programa, sempre me ouviu e considerou possíveis os anseios que eu trazia diante da minha história com os animais. É extremamente gratificante ter aprendido tanto com você. Não poderia ser em outro grupo nem com outra pessoa ao meu lado. Seu afeto, carinho e atenção como orientadora nos ensinam muito mais do que apenas conceitos teóricos. Um milhão de vezes muito obrigado!

Ao Grupo de Estudos “Currículos escolares, ensino de Ciências e materiais didáticos”, por me acolherem e incitarem sempre bons debates em nossos encontros. Sem nossas trocas esse trabalho jamais seria possível. Agradeço também às professoras e professores do PPGE/UFRJ, bem como à secretaria do programa, que me auxiliaram preciosamente nesse percurso formativo.

Às minhas amigas e amigos da turma do Mestrado de 2019, que faziam cada momento ser único. Obrigado por tudo Maya, Bia, Tadaskia, Luiz Henrique, Larissa, Bel e outros que construíram da melhor forma a minha chegada ao mestrado. Em especial a Kemily e ao Jorge, grandes amigos que foram ombro em diversos momentos e me incentivaram a sempre continuar, nunca desistir ou deixar que duvidem daquilo que nos propomos fazer. Minha admiração e amor por vocês cresce a cada dia.

Aos amigos e amigas de longa data, que são o porto onde atraco meu barco, muito obrigado por sempre me escutarem, discordarem, perguntarem e comemorarem esse trabalho comigo. Professora Bete, professor Luciano, Tati, Íris, Lauren, Lorena, Victória, Camila,

Vivian, Deia e tantos outros que pode até parecer injusto não colocar seus nomes, mas estão escritos em meu coração e na minha história.

Às integrantes da banca, professoras Márcia Serra e Maria do Carmo, pelos refinados comentários e proposições que guiaram o percurso deste trabalho. É, e sempre será, uma honra escutá-las e aprender com vocês. Me sinto lisonjeado por compartilhar esse estudo com pessoas tão excepcionais como vocês. Meu muito obrigado!

À CAPES, pelo apoio financeiro sem o qual eu não poderia ter me dedicado da mesma maneira a esta pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha companheira e amiga de jornada, Sheeva, por me ensinar sobre amor e a possibilidade de comunicação mesmo sem palavras. A todos os animais, meu muito obrigado. Vocês me ensinam sobre a sensibilidade de pertencer e a necessidade de lutar.

“... um mergulho nos olhos de alguns animais outros que humanos, na esperança de que, de dentro das trevas anunciadas pelo Antropoceno, esta “festa universal da morte, [...] pernicioso febre que ao nosso redor inflama o céu desta noite chuvosa” (Mann, 1952, p. 741), uma centelha que divise caminhos enlameados formados por rastros de bichos possa porventura brilhar” (FAUSTO, 2017, p.17).

RESUMO

SANTOS, Túlio Vieira dos. **Entre potes, alfinetes, lâminas e currículos: espaços de confinamento dos animais na disciplina escolar Biologia**. 2021, 171p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

Esta dissertação objetiva compreender o modo como a comunidade discursiva do ensino de Biologia vem construindo espaços de confinamento para os animais. Para essa discussão, livros didáticos e artigos científicos do campo foram analisados, estabelecendo diálogos com as teorizações discursivas de Thomas Popkewitz sobre a política espacial curricular e a alquimia das disciplinas escolares, bem como com as produções do campo da história da disciplina escolar Biologia. Considera-se que os processos alquímicos que têm produzido os conhecimentos sobre animais e normalizado seus espaços de confinamento também produzem quem são esses animais e como devem se “portar” nas práticas pedagógicas. Tal compreensão permite considerar que não são os “rótulos” criados para confinar animais a questão desta pesquisa, mas sim, as racionalidades que são inseridas no modo como as palavras diferenciam-se, distinguem-se e proporcionam inteligibilidade ao espaço habitado por esses indivíduos. No percurso analítico, oito espaços discursivos de confinamento emergiram em meio à alquimia dos saberes e práticas analisadas, se mostrando como categorias de análise potentes para se tecer argumentos e considerações. São elas: **i. o ecológico**, confinando animais numa trama ecológica; **ii. o perigoso**, em meio a contextos profiláticos e de perigo; **iii. o quantitativo**, encerrando animais na abundância e diminuição de espécies; **iv. o teórico/prático** como espaço de disputa pelo “bom ensino” sobre animais; **v. o experiencial**, enquanto um duplo que assume ora uma perspectiva mais científica, ora mais pedagógica que confina os animais; **vi. o evolutivo**, contando a história de vida de outros que humanos; **vii. o popular**, frente às tensões existentes no senso comum e, por fim, **viii. o econômico**, na relação dos animais com seus valores comerciais. A partir dessas espacialidades tecem-se análises e considerações sobre os diferentes padrões históricos que se associam e constroem princípios que governam o que se pode dizer, pensar e fazer entre animais no ensino

Palavras-chave: currículo, alquimia das matérias escolares, ensino de Biologia, uso de animais, animais no ensino

ABSTRACT

SANTOS, Túlio Vieira dos. **Among jars, pins, slides and curricula: animal confinement spaces in Biology school subject.** 2021, 171p. Dissertation (Master's Degree in Education) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

This dissertation aims at understanding how the Biology teaching discursive community has been building confinement spaces for animals. For that, Biology school books and scientific papers were analyzed, establishing dialogues with Thomas Popkewitz's discursive theories about the curricular space policy and alchemy of school subjects, as well as productions in the field of the history of Biology as a school subject. We take into consideration that the alchemy processes that have been generating the knowledge about animals and normalizing their confinement spaces also generates who are these animals and their roles in the pedagogical practices. This perception allows us to understand that, in this research, we should not focus on the labels created to confine animals, but on the thought processes that lead to how words define the spaces inhabited by these individuals. In the analysis, eight discursive confinement spaces emerged among the alchemy of knowledge and analyzed practices. They were set as categories of analysis, that being: i. **ecological**, confining animals in an ecological chain; ii. **dangerous**, among prophylactic and danger contexts; iii. **quantitative**, limiting the discussion to population density; iv. **theoretical/practical**, as a discussion on what is the best teaching approach; v. **experiential**, as a duality between the scientific experimente and the pedagogical experience; vi. **evolutional**, as a history for animals; vii. **popular**, based on common sense, and, finally, viii. **economic**, taking into consideration the link between animals and their economic value. Before these spaces, comments are made on several historical standards which associate to one another and create principles that rule what can be said, thought and done among animals in the process of teaching.

Key words: curriculum, alchemy of school subjects, Biology teaching, use of animals, animals in the teaching process.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Proporção de produções científicas encontradas nas bases de dados.....	44
Quadro 2 – Artigos selecionados e siglas pelas quais serão referidos.....	44
Quadro 3 – Referências dos livros analisados e siglas pelas quais serão referidos.....	51
Quadro 4 – Categorias-espaço de análise.....	53
Figura 1 - Capas dos livros analisados da coleção Bio aprovada no PNLD (2018).....	50
Figura 2 - Página 237 de L2.....	58
Figura 3 - Página 238 de L2.....	59
Figura 4 - Página 61 de L1.....	63
Figura 5 - Página 65 de L1.....	64
Figura 6 - Página 109 de L1.....	65
Figura 7 - Página 111 de L1.....	66
Figura 8 - Página 138 de L1.....	67
Figura 9 - Página 118 de L1.....	71
Figura 10 - Página 129 de L1.....	72
Figura 11 - Página 51 de L2.....	73
Figura 12 - Página 52 de L2.....	74
Figura 13 - Página 69 de L2.....	75
Figura 14 - Página 70 de L2	76
Figura 15 - Página 213 de L2.....	80
Figura 16 - Página 214 de L2.....	81
Figura 17 - Página 215 de L2.....	82
Figura 18 - Página 207 de L2.....	83
Figura 19 - Página 210 de L2.....	84
Figura 20 - Página 248 de L2.....	86
Figura 21 - Página 184 de L2.....	87

Figura 22 - Página 185 de L2.....	88
Figura 23 - Página 186 de L2.....	89
Figura 24 - Página 187 de L2.....	90
Figura 25 - Página 188 de L2.....	91
Figura 26 - Página 54 de L1.....	95
Figura 27 - Página 55 de L1.....	96
Figura 28 - Página 57 de L1.....	97
Figura 29 - Página 161 de L2.....	98
Figura 30 - Página 05 de L1.....	104
Figura 31 - Página 174 de L2.....	105
Figura 32 - Página 80 de L3.....	109
Figura 33 - Página 175 de L3.....	110
Figura 34 - Página 176 de L3.....	111
Figura 35 - Página 222 de L3.....	112
Figura 36 - Página 223 de L3.....	113
Figura 37 - Página 223 de L3.....	114
Figura 38 - Página 281 de L3.....	120
Figura 39 - Página 22 de L1.....	121
Figura 40 - Página 20 de L2.....	122
Figura 41 - Página 160 de L2.....	123
Figura 42 - Página 119 de L1.....	124
Figura 43 - Página 169 de L2.....	125
Figura 44 - Página 280 de L3.....	126
Figura 45 - Página 146 de L1.....	130
Figura 46 - Página 337 de L1.....	131
Figura 47 - Página 234 de L2.....	132

Figura 48 - Página 177 de L2.....	136
Figura 49 - Página 193 de L2.....	137
Figura 50 - Página 195 de L2.....	138
Figura 51 - Página 206 de L2.....	139

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	Biological Science Curriculum Study
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETAS	RJ - Centro de Triagem de Animais Silvestres.
CEUAS	Comissões de Ética no Uso de Animais
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
NEC	Núcleo de Estudos Curriculares
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PPGE	Programa de Pós-Graduação em Educação
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
REnBio	Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio
SciELO	Scientific Electronic Library Online
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TFA	Teach For America
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. O ANDAIME SOBRE O QUAL SE CONSTRÓI ESTA PESQUISA.....	01
1.1 Entre brincar e matar	02
1.2 E o currículo, não faz parte disso?	06
1.3 Vírus, animais e bússolas	11
1.4 Mobilizações teórico-metodológicas.....	13
1.5 Exoesqueleto	15
2. POLÍTICA ESPACIAL CURRICULAR E A ALQUIMIA DOS ANIMAIS	17
2.1 Espaços de confinamento	19
2.2 Currículo como uma alquimia.....	22
2.3 Bagunçar o humano.....	27
2.4 Entrando nos porões da disciplina escolar Biologia.....	31
3. ROTAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS	39
3.1 Os animais nas produções científicas do Ensino de Biologia.....	42
3.2 Livros didáticos: jaulas abertas?.....	47
3.3 Categorias-espaço de análise	52
4. O CONFINAMENTO DE ANIMAIS NA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA.....	54
4.1 Espaço ecológico.....	55
4.2 Espaço perigoso.....	71
4.3 Espaço quantitativo.....	94
4.4 Espaço teórico-prático	101
4.5 Espaço experiencial	108
4.6 Espaço evolutivo.....	116
4.7 Espaço popular.....	128
4.8 Espaço econômico	132
O QUE AS BALEIAS TÊM A NOS ENSINAR ANTES QUE O MAR VIRE UMA GOSMA?.....	141
REFERÊNCIAS.....	150
APÊNDICE A – QUADRO ENUNCIATIVO SOBRE OS ANIMAIS NA COMUNIDADE DISCURSIVA DA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA	161

1. O ANDAIME SOBRE O QUAL SE CONSTRÓI ESTA PESQUISA

Assim, ao invés de perguntar “isso é verdadeiro?”, é melhor perguntar “como isso tornou-se verdadeiro?”, “que efeitos tal verdade produz?”, “quais nossas relações com essa verdade?”, “poderemos alterar essa ou aquela verdade?” (...) devemos investigar como tais verdades foram criadas, quais os efeitos que elas produzem e, se for preciso, como poderemos alterá-las para que se alterem seus efeitos (VEIGA NETO, 2006 p. 9).

Este trabalho de dissertação discorre sobre o uso de animais em práticas educativas no recorte da disciplina escolar Biologia. Situamos esse debate no campo curricular, deslocando-o do certame bioético para vascularizá-lo em territórios educacionais. Certo é, que nem sempre há como desprezar quem somos daquilo que fazemos. E nesse passo, antes de apresentarmos o desenho de pesquisa proposto, pedimos licença para descortinar os movimentos ocorridos que nos trouxeram até aqui.

Acho que começou – se é que exista um ponto de origem - quando me questionei: será?¹

Talvez possa ter começado antes, fatos pretéritos que foram me fabricando para que, nesse momento, eu tornasse a questionar: será?

Os “serás” me acompanharam durante todo meu processo de formação enquanto professor de Biologia. Processo esse que envolveu a presença de animais, em sua maioria, mortos. As discussões que trazemos aqui são sobre as possibilidades de vida, de morte, da maneira como aprendemos e ensinamos sobre os animais. Dizem respeito à ciência e à educação que pretendemos em um mundo ruído, sobretudo em colapsos ambientais que envolvem múltiplas formas de vida no cerne da questão.

Ailton Krenak (2019) em *Ideias para adiar o fim do mundo*, levanta questões um tanto interessantes para iniciar este escrito. Duas ponderações faço inspirado no autor. A primeira, é sobre considerar que nós não somos os únicos seres interessados no mundo, muito menos os

¹ Ao longo do texto, ora utilizo a primeira pessoa do singular quando me refiro a experiências pessoais e de história de vida, ora em primeira pessoa do plural quando as considerações são mais amplas e construídas coletivamente.

únicos animais interessantes no/para o mundo. A outra, é sobre o sentido que é dado (ou retirado) aos animais outros que humanos².

Pensar sobre essas ponderações, sobre os “serás”, “por quês” e as fronteiras entre natureza e humanidade podem auxiliar na compreensão da existência e dos anseios desta pesquisa. Este trabalho é gerado no útero do grupo de pesquisa “Currículos Escolares, Ensino de Ciências e Materiais Didáticos”, do NEC – Laboratório do Núcleo de Estudos Curriculares da Faculdade de Educação da UFRJ.

1.1 Entre brincar e matar

Falar sobre os animais envolve em minha trajetória de vida muita persistência, responsabilidade, cuidado e brincadeira. Criado nas roças do interior da Bahia, as lembranças que tenho ao lado do meu avô são sempre com os animais. O ciscar de galinhas. A gambá e seus filhotes. O vento a tocar a crina dos cavalos. O amamentar de vacas. O rastejar elegante da coral. O banho de sol de lagartos. O domínio da terra pelas minhocas. A picada de marimbondos. A descoberta e o compartilhamento da existência nesse mundo ao lado de outros que humanos sempre foi algo que me encantou. Sempre foi algo que me fez permanecer. Ser.

Me agarro em suas patas enquanto balanço com sua escrita nas águas, na terra ou na lama. Abraço suas antenas, asas, enquanto são tecidas suas histórias e urgências no ar. Escrever sobre os animais é tão delicado quanto quando o raio toca o chão. Em parte, é trazer gritos e ruídos para uma linguagem humanoide numa tentativa de registrar o que há muito vem sendo apagado. Em outra parte, é alimentar os interstícios das letras, linhas e palavras com a magnitude da vida e das suas muitas formas de estar presente neste planeta.

A minha chegada na licenciatura em Ciências Biológicas reverberou e trouxe à tona muitas lembranças e memórias sobre os animais. Talvez a ideia de uma “ciência dura” force certo desencantamento, mas busquei não reduzir a Biologia a algo meramente científico e vazio de subjetividades. Ao lado de grandes amigas que fiz durante o curso, Lauren Baqueiro e Lorena

² Este termo tem sido utilizado, em trabalhos como o de Fausto (2017) e em outros do campo dos estudos multiespécies, para se referir aos animais não pertencentes à espécie *Homo sapiens*. Comumente também são designados como *não humanos*, mas optamos por nos apoiar no termo *outro que humano* por entender que o mesmo desvia da dicotomização criada, na qual o humano se torna referência para se pensar os animais.

Neves, pude transpor aquele sentimento de encantamento para uma esfera política, ideológica e profissional.

Ao nos depararmos com aulas práticas em que os animais eram tratados como coisas ou objetos exclusivos do saber científico, emergiu certo incômodo. Utilizamos da Objeção de Consciência³ para questionar o *modus operandi* de ensino e aprendizagem no contexto do uso de animais para o ensino das Ciências Biológicas. Intencionamos movimentar professores, estudantes e técnicos para reflexões sobre aulas práticas recorrentemente resumidas em:

“Coleta”.

“Mata”.

“Fixa”.

“Alfineta”.

“Sem pena! Você é biólogo!”.

A lógica de olhar para animais como instrumentos ou objetos de estudo perpassou de muitas maneiras a nossa formação. Escutar que deveríamos sair do curso ou mudar de área nos impulsionou a ser resistência diante desse cenário. Apesar de muitas vezes acreditarem que nossas proposições eram um risco, quiçá um perigo, e que a presença de animais em aulas práticas é algo fundamental para uma “formação de qualidade”⁴, nunca foi desconsiderada a participação de animais para o estudo em nossas colocações. O que buscávamos ao levantar essa discussão era problematizar a origem desses muitos animais que encontrávamos nas bancadas de salas de aula. O que atravessa aulas práticas nas quais temos animais mortos para esse fim? O quanto se aprende e o que se ensina?

³ A Objeção de Consciência se baseia nos direitos à liberdade de consciência (art. 5º-VI da CF/88) e convicção filosófica (art. 5º-VIII da CF/88), à vedação de tratamento discriminatório (art. 3º-IV da CF/88), ao pluralismo político (art. 1º-V da CF/88) e, principalmente, ao pluralismo de ideias e concepções pedagógicas no ensino (art. 206-III da CF/88), segundo Instituto 1R.

⁴ Numa análise comparativa entre duas turmas de Medicina em que uma utilizou animais e a outra métodos alternativos, indicou-se não haver diferenças na absorção e assimilação do conhecimento entre elas, no entanto, foram registrados sentimentos negativos por parte dos participantes da turma que desempenharam atividades com o uso prejudicial de animais (DINIZ *et al.*, 2006).

As discussões que partem da objeção de consciência em relação ao uso de animais friccionam de muitos modos as tradições científicas das Ciências Biológicas. Sabe-se que emprego de animais para finalidades didáticas tem o objetivo de ilustrar ou executar procedimentos, fenômenos ou habilidades já previamente conhecidas (TRÉZ 2015). Assim, à custa de todo o avanço científico, pedagógico e tecnológico do nosso século, indagamos por que ainda é necessário que animais sejam mortos para fins didáticos?

A preocupação relacionada a aspectos éticos e ao impacto social de pesquisas científicas envolvendo animais se expressa em propostas como a do zoologista William Russel e o microbiologista Rex Burch, que, em 1959, estabeleceram o “princípio dos 3Rs” da pesquisa em animais: *replaces, reduce e refine* - *substituir, reduzir e aperfeiçoar* - (GUIMARÃES, FREIRE E MENEZES, 2016). Estes princípios podem ser pensados em conformidade com o movimento bem-estarista⁵, cuja preocupação é o estabelecimento do “uso humanitário” de animais, alcançado por meio de regulamentações e discussões de caráter jurídico e moral.

Tensionando tal horizonte, há fluxos baseados exclusivamente no "replacement" do conceito dos 3Rs. Isto é, o foco seria a *substituição* do uso de animais em atividades didáticas e científicas. Essa perspectiva se aproxima do contexto da abolição animal de Gary Francione (2008) e dos princípios da igual consideração de interesses e da senciência de Peter Singer (2002, 2010). Exemplo dessa corrente no Brasil, o Instituto 1R de Promoção e Pesquisa para Substituição da Experimentação Animal (Instituto 1R) tem por finalidade apoiar o desenvolvimento de métodos que visem a substituição do uso de animais em atividades de ensino, pesquisa e de testes e produção de produtos biológicos.

Embora tais perspectivas se mostrem antagônicas em diferentes contextos, a associação das mesmas com movimentos socioambientais do Direito Animal, bem como a influência da Declaração dos Direitos Animais da UNESCO (1978) e da Lei de Crimes Ambientais (9.605/98) com seu artigo 32, reforçaram a necessidade da regulamentação do uso de animais para pesquisa científica no Brasil. Num cenário intenso de disputa, é sancionada a Lei Arouca (Lei 11.794/08) que, entre outras providências, restringe as atividades de ensino com animais

⁵ O bem-estarismo aceita o uso de animais na medida em que eles sejam tratados humanitariamente, isto é, que se evite seu sofrimento desnecessário, e se ramifica também no “novo bem-estarismo” voltado para a regulamentação a curto-prazo enquanto não se atinge o fim último da libertação animal (NACONECY, 2009).

aos estabelecimentos de ensino técnico de nível médio da área biomédica e aos de ensino superior.

O CONCEA (Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal) e as CEUAS (Comissões de Ética no Uso de Animais), criados pela Lei Arouca, regulamentam e fiscalizam o uso de animais em experimentos e como recursos didáticos. A partir das resoluções normativas do CONCEA, são firmados compromissos em relação ao direito a metodologias alternativas aos alunos que, por escusa de consciência, não participem de atividades de ensino que envolvam a utilização de animais. Atualmente, o CONCEA tem buscado construir um repositório de métodos substitutivos no ensino com o objetivo de monitorar e criar um arquivo nacional para acesso livre, disseminando e estimulando a produção e uso de metodologias substitutivas do modelo animal.

Nesse contexto, enquanto estudante que objetava o uso prejudicial de animais, participei de projetos de extensão que viabilizavam animais eticamente obtidos⁶ a partir de parcerias com o Hospital Veterinário da UFRRJ e o CETAS - RJ (Centro de Triagem de Animais Silvestres). Além disso, na medida em que me matriculava em disciplinas que esbarravam com essa questão, fui construindo um acervo de metodologias substitutivas que vão desde ilustrações científicas, esquemas e desenhos até vídeos e softwares para observação minuciosa. Insetos coletados já mortos no ambiente para a construção de uma caixa entomológica, fotografia científica, entre outras muitas formas que fui descobrindo a partir do aguçamento da observação dos ambientes em que me fazia presente. Tudo isso fez parte desse desvio que vi necessário em minha formação, apesar da constante e incisiva resistência do corpo docente em aceitar o uso dessas metodologias substitutivas.

Propondo uma reflexão sobre a ressignificação dos animais a partir das práticas pedagógicas de Ciências e Biologia, construí meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado *Apontamentos para novas perspectivas no ensino de Ciências e Biologia: a ressignificação do sujeito animal* (SANTOS, 2018), contrapondo o pensamento de que os demais componentes da natureza estão a serviço dos animais humanos. Chamei a atenção para

⁶ No escopo desses projetos consideramos animais eticamente obtidos aqueles que portavam documentação de origem, comprovando que os mesmos não foram mortos antes, durante ou depois de experimentações em/para aulas práticas.

as relações políticas, sociais, ambientais e éticas existentes ao utilizarmos animais de forma fragmentada em nossos processos educacionais.

Para propiciar essa reflexão busquei identificar as pesquisas nacionais que tratam desse tema em bancos de dados e anais de eventos relacionados à temática. Tracei um breve panorama histórico da constituição do que hoje entendemos como “modelo animal” e indiquei preceitos legais e científicos para objeção de consciência, bem como, propostas de métodos substitutivos ao uso prejudicial de animais no ensino. Ainda, evidenciei os objetivos do ensino de Ciências e Biologia e os princípios da educação nacional que corroboram com o ideal de ressignificação dos animais no contexto do ensino.

De acordo com a revisão da literatura científica nacional relacionada à temática em foco, foi constatada que a intensificação dessas pesquisas no Brasil ocorreu, progressivamente, a partir da década de 90. Ao longo do levantamento bibliográfico, foi percebido que muito se discute sobre a presença de animais no desenvolvimento de pesquisas laboratoriais se comparado com o uso de animais em práticas pedagógicas. Tendo como ponto de partida o antropocentrismo⁷ e o especismo⁸, grande parte das produções estão voltadas para considerações bioéticas, morais e quando tange aspectos pedagógicos, estão direcionadas ao uso de animais no Ensino Superior (SANTOS, 2018).

Todo esse compilado de reflexões e questões vêm contribuindo para a construção do problema de pesquisa apresentado nesta dissertação. A ciência, o ensino e quaisquer que sejam os meios humanos de se fazer presente, mais do que nunca, precisam levar em consideração a nossa não exclusividade no jogo do que pretendemos reconhecer como vida. Que lugar os animais vêm ocupando nesses espaços (ciência e ensino) de produção de conhecimentos?

1.2 E o currículo, não faz parte disso?

⁷ Entende-se como antropocentrismo um sistema filosófico ou crença religiosa que considera o homem como o fato central ou mais significativo do Universo ou, ainda, como objetivo último de toda a realidade. Disponível no dicionário online Michaelis: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=antropocentrismo>

⁸ É um conjunto de princípios que defendem a superioridade de certas espécies, notadamente a humana, com relação a outras consideradas menos importantes. Essa justificativa é utilizada para defender a ideia de que seres considerados inferiores sentem menos dor ou sofrimento devido ao fato de não terem consciência do que lhes está acontecendo. Dessa forma, ideais especistas consideram os animais sujeitos a experimentos como itens de equipamento, instrumentos de laboratório, e não como seres vivos (KONFLANZ, 2015).

Na trajetória inicial da Pós-Graduação, fui sensibilizado a colocar certezas em xeque. Dentre muitos autores, convido Veiga-Neto (2006) para expressar esse atravessamento que me ocorreu:

[...] conforme fomos dando as marteladas no nosso pensamento, retorcendo-o naquilo que nos dizem ser a verdade, naquilo que pensamos ser as nossas certezas, iremos colocando tudo sob suspeita: desde as nossas maneiras de pensar, nossas verdades e certezas até mesmo o martelo com que martelamos a nós mesmos ou a chave-de-fenda com que torcemos nossas ideias (VEIGA-NETO, p. 83, 2006).

E assim, entre martelar e torcer, o eu primeiro foi se desvendando e caminhando para uma virada na compreensão do meu problema de pesquisa. Inicialmente entendia o uso de animais como uma prática tradicional que professores se recusavam a abrir mão por questões pessoais, profissionais e de outras ordens. Afinal de contas, foram formados nos moldes laboratoriais de experimentação, coleta e fixação de animais, entre outros resquícios científicos que perpassam, também, as salas de aula.

Nos encontros com o grupo de pesquisa e nas disciplinas cursadas ao longo do mestrado, fui sendo revirado e novas percepções e maneiras de analisar essas questões me foram ocorrendo. A primeira delas foi tirar de foco o sujeito professor como aquele que detém o poder, responsável pelos impedimentos aos quais os animais são submetidos no cenário do ensino. Isso não o exime, claro, da responsabilidade das escolhas feitas em torno de práticas educativas com animais. Deslocar o professor desse lugar central tem mais a ver com alargar e trazer à luz outros aspectos que constroem os modos pelos quais animais são testados, experimentados e estudados no contexto educacional.

Outra questão, foi perceber que a forma como me referia aos animais ignorava de certa maneira suas participações nos processos de resistência ao que enxergava como prejudicial. Apesar de sair em defesa dos animais, acabei “lutando” *por* eles e não *com* eles. Neste momento, reconheço que os animais outros que humanos estão ativos nessa disputa travada. Na fuga, na resistência à captura, nos voos, nas corridas, nos dribles, nas sonoridades, na existência. Este trabalho não pode ser entendido como produzido apenas por mãos humanas. Patas, tentáculos, barbatanas, asas e tantos outros órgãos homólogos embaralham este escrito.

Outro movimento importante foi trazer isso para o âmbito escolar, mais necessariamente para o currículo e as disciplinas escolares. Na dinâmica de ensinar sobre os animais,

determinados movimentos acabam por delimitar até onde se pode saber e o que saber a respeito dos mesmos no ambiente escolar. O interessante nesse ponto foi realocar a discussão restrita ao Ensino Superior e às práticas de uso direto de corpos animais para uma esfera discursiva e escolar.

Ampliar esse debate que estava assentado no uso físico desses indivíduos me apresentou uma encruzilhada de possibilidades. No interior dessa discussão, classifica-se o uso de animais em três tipos: uso prejudicial, uso neutro e uso benéfico. Que leva à morte e causa danos para os animais, que não prejudica nem beneficia os mesmos e que traz benefícios para a vida animal, respectivamente (TRÉZ, 2015).

No entanto, cabe objetar que essas próprias classificações estão imbuídas de ideais humanos daquilo que é prejudicial, neutro ou benéfico. Além disso, são categorias construídas dentro de uma perspectiva um tanto quanto materialista. O que quero dizer com isso é que acabamos por assumir que as consequências ao se usar animais para o ensino são apenas de ordem física, sobre o corpo desse ou daquele animal. Mas, excluímos a possibilidade de pensar que a escola e seus constituintes, mesmo quando não utilizando o corpo físico de animais, usa de um corpo discursivo nos modos de aprender e ensinar a seu respeito. Ambas as formas de compreender esse ‘uso de animais’ se vascularizam nas possibilidades de existência de vidas outras que humanas no tempo e espaço educacional.

Ao abrir essa conversa, não intenciono negar a importância de discutir e compreender os embates da utilização física dos animais. Na esteira dos estudos sobre o uso prejudicial de animais no ensino e na pesquisa, esse debate vem sendo fomentado com maestria e compromisso por muitos autores (PAIXÃO, 2001; GREIF, 2003; LEVAI, 2010; MELGAÇO, 2011; KONFLANZ, 2014; TRÉZ, 2015).

A discussão aqui oportunizada tem mais a ver com uma proposta de complicação de certos argumentos diante de outro quadro teórico no qual essas questões podem ser tratadas. Assim, defendo que se faz necessário esse deslocamento para que possamos assumir a presença da escola, e seus currículos, nessa arena. Além disso, é preciso ponderar que ao focalizar os discursos assumimos que outras materialidades são produzidas por essas práticas. Desse modo, essas duas faces (física e discursiva) de uma mesma moeda operam de formas diferentes, mas garantem determinados limites para a existência de outros que humanos.

Para ajudar a compor esse cenário, podemos pensar em alguns aspectos históricos do ensino que tensionam a discussão sobre o uso de animais em práticas educativas, como o movimento de renovação do ensino de Ciências e o contexto reformista mais amplo da educação brasileira entre os anos 1950-1980. Se na corrida espacial a União Soviética sai na frente com o lançamento do satélite *Sputnik*, no percurso educacional, o ensino de Ciências se torna aquele capaz de impulsionar o desenvolvimento técnico-científico de países do bloco capitalista (AZEVEDO, SELLES, LIMA-TAVARES, 2016).

Em decorrência disso, o ensino de Ciências que apresentava um perfil propedêutico, de tradições memorísticas e excesso de conteúdos desatualizados é questionado (SELLES, 2008). Numa promessa de futuro e progresso para a nação, a saída desse escopo “tradicional” do ensino foi a valorização da experimentação, que no Brasil, fez parte de um “processo mais amplo de modernização do país e uma forma de ensino ativo, nos moldes do escolanovismo, que se contrapunham a metodologias tidas como atrasadas” (SELLES, 2008, p. 600).

Inúmeras iniciativas governamentais se dedicaram a essa renovação do ensino entre 1950 e 1980 (FERREIRA, 2007; SELLES, 2008; GOMES, 2008; OLIVEIRA, 2018), sendo marcadas por estratégias metodológicas experimentais para o ensino de Ciências e da Biologia. A exemplo, o projeto internacional de reformulação curricular conhecido como Biological Science Curriculum Study (BSCS), que chega ao Brasil a partir da organização e adaptação de seus materiais didáticos pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC).

No contexto brasileiro dos anos 60/70, a função de tal instituto era “promover o desenvolvimento de habilidades científicas nos alunos que entrariam nas universidades, influenciando, concomitantemente, o processo de fortalecimento educacional no Brasil” (OLIVEIRA, 2018, p. 59). Os materiais produzidos por esse projeto “induziam e sustentavam propostas de ensino laboratorial para alunos e professores” (VASCONCELLOS, GOMES, FERREIRA, 2003, p.98), aproximando a disciplina escolar Biologia dos moldes da produção científica e fortalecendo tanto a biologia escolar como sua ciência de referência (FERREIRA e SELLES, 2008).

No entanto, concordamos com Ferreira e Selles (2008) ao apontarem que essa aproximação não pode ser vista de modo naturalizado, isto é, se torna preciso ponderar as consequências no modo como a escola e seus profissionais se apropriaram de tais materiais. Entre infinitos aspectos que podemos discutir aos olhos desse movimento de renovação,

indagamos acerca do lugar que os animais ocuparam nessa “valorização da experimentação” e aproximação de práticas científicas ao contexto escolar.

Levantamos essa questão pois, diante da contribuição da biologia experimental para a validação do método científico incluindo o uso de animais (CLOTED, FEIJÓ e OLIVEIRA, 2011), e da disciplina escolar Biologia, que herda da História Natural aspectos como a observação, captura, coleta e dissecação de animais, não carregaria esses movimentos reformistas do ensino, também, uma ideia de valorização de práticas com animais como estratégia para a fuga do ensino memorístico e a boa formação científica?

Se olharmos para o contexto das práticas do gabinete de História Natural do Colégio Pedro II entre 1960-1970 (OLIVEIRA, 2018), os animais eram percebidos como objetos escolares que demarcavam rituais de tradições naturalistas relacionadas às práticas de dissecação. Com um laboratório equipado, possuindo microscópios e vidrarias, bancadas enfileiradas e prateleiras em que haviam animais taxidermizados e conservados em álcool e formol, o gabinete materializava os sentidos desse ensino experimental (OLIVEIRA, 2018). Podemos pensar que essas escolhas, conformações e modos de pensar o ensino com animais “expressam indícios de concepções mais amplas de educação e de ciência” (MARANDINO, SELLES; FERREIRA, 2009)

Alguns trabalhos já trazem para a conversa a forma como livros didáticos (LDs) têm expressado os animais em seus conteúdos. A investigação em LDs editados no período de 1960 e 1970 evidenciam uma classificação dos animais enquanto *úteis* e *nocivos* aos seres humanos. Apresenta-se a natureza como algo a ser desvendado e explorado, e mesmo quando emerge uma proposta de “defesa ambiental”, sugerem experimentações com seres vivos e destacam as suas utilidades econômicas e domésticas (CONSTANTE, 2014).

Melgaço (2015) ao analisar 11 livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) evidencia que grande parte dos livros apresentam abordagens relacionadas a antropomorfismo, animais estereotipados e atribuição de valor instrumental aos animais outros que humanos. Três dos onze livros analisados apresentaram alguns animais considerando seu papel ecológico e cinco apresentaram, de forma isolada e pouco explicativa, que são capazes de sentir dor ou possuir inteligência.

Assim, mira-se na afirmação dos materiais didáticos como majoritariamente antropocêntricos. É notório que abordagens especistas de hierarquização e suposto domínio sobre outros que humanos atravessam livros e aulas de Ciências e Biologia. Tais abordagens relacionadas aos animais, apostamos em dizer, também podem ter constituído o movimento de renovação do ensino que preconizou o desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e agir na escola.

De certo modo, as produções existentes já dão conta de evidenciar essa faceta antropocêntrica dos animais apresentados em LDs e nas práticas das referidas disciplinas escolares. No entanto, acreditamos haver nuances outras, minuciosas e ainda pouco evidentes, que podem nos dar pistas ou caminhos para entender os animais produzidos e confinados espaço-temporalmente na disciplina escolar Biologia. Compreender a engrenagem dessas “abordagens antropocêntricas” pode nos apresentar possibilidades de desvio, brechas para disputar outros lugares e outros animais na escola. De mãos dadas, bicos abertos e antenas atentas, assumimos que o currículo sim, precisa fazer parte disso. Trata-se de:

Questionar-se sobre as razões, ou melhor, as racionalidades que justificam e as estilísticas e estratégias do fazer justificado (pelo estado, ciência, cidadão etc.), ou seja, não se perguntar sobre as causas das práticas, mas sim sobre as logicidades que se imbricam para dar consistência às mesmas. Visto que não existem causas suficientes e necessárias, funções de origem que perdurem no tempo e que sejam anteriores aos eventos. As práticas atrelam-se umas às outras formando jogos estratégicos na busca de sua afirmação, e em tais jogos, junto à afirmação das práticas, afirmam-se saberes, modos de pensar, estilos de racionalidades (COSTA e FONSECA, 2007, p.113).

1.3 Vírus, animais e bússola

Admitir o enlace curricular nesse debate é mais do que qualquer tentativa de reduzir o currículo a organização sequencial de conteúdos relacionados aos animais. Talvez, tenha mais a ver com a possibilidade de olhar para os animais, sendo eles humanos ou não, como sujeitos fabricados por essas práticas, princípios e disposições construídas contingencialmente no tempo e no espaço educacional. Além dos apontamentos feitos, do interesse pessoal e profissional em abordar essas questões, hoje, no ano de 2021, é preciso dizer que isso se potencializa.

De morcegos, pangolins, animais silvestres, seus excrementos contaminados por coronavírus, até mercado, multidões e tráfico de animais. O mundo se vê paralisado. Se inicia

uma corrida para encontrar, talvez, o “culpado”? Observamos ao longo de meses, em que o mundo se vê acometido por uma pandemia, muitas hipóteses para compreender de que forma esse novo vírus chegou até a espécie *Homo sapiens* e como salvá-la desse abismo que se encontra. No bojo dessas questões, os animais outros que humanos ganham foco.

Ao passo que o vírus circula, muta, infecta e mata, também parece despreziosamente criar uma realidade oportuna para passar “a boiada” e incitar decisões caras e arbitrárias para o contexto socioambiental brasileiro. É preciso ponderar que esse “contexto socioambiental” não está alheio aos processos educacionais. Esse meio ambiente fora de eixo não permite a educação escapar. Ela é capturada por animais, vírus, água, lama, fogo e muitos outros que também produzem currículos, salas de aula, modos de ensinar e aprender. Se essa crise nos traz exigências, talvez uma delas seja (re)pensarmos sobre as relações que vêm sendo estabelecidas entre humanos e seus outros.

Reconhecendo que a firmeza e exatidão sobre o ensino de animais despencam diante do atual contexto de crise, elaboramos essa pesquisa para alargar a maneira como temos pensado, pesquisado e ensinado sobre animais. O deslocamento proposto para a compreensão das questões relacionadas ao uso de animais no ensino se dá inspirado nos sussurros teóricos do campo da História do Currículo. Os estudos curriculares de Thomas Popkewitz (2001; 2010; 2011; 2020) sobre a política espacial e a alquimia das matérias escolares, junto aos apontamentos sobre a História da disciplina escolar Biologia (SELLES e FERREIRA, 2005; SELLES, 2008; MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009) têm guiado o nosso olhar sobre a participação de animais outros que humanos em práticas pedagógicas.

Assumimos uma perspectiva discursiva⁹ neste trabalho ao buscar descentralizar os atores e as agências nessa discussão. O que trazemos ao proscênio desta pesquisa são os discursos correntes acerca dos animais na disciplina escolar Biologia. Consideramos que esses discursos não são meramente linguagens ou conteúdos reformulados para o contexto escolar. Com nossa bússola teórica, os percebemos partindo de processos produtivos de poder pelos quais práticas são mobilizadas, em que diferentes padrões históricos se associam e constroem princípios que governam o que se pode dizer, pensar e fazer entre animais no ensino.

⁹ Numa visão foucaultiana, analisar o discurso seria dar conta exatamente disso: de relações históricas, de práticas muito concretas, que estão vivas nos discursos. Há enunciados e relações, na medida em que eles são uma produção histórica, política; na medida em que as palavras são também construções; na medida em que a linguagem também é constitutiva de práticas (FISCHER, 2001, p.198).

1.4 Mobilizações Teórico-Metodológicas

Esta pesquisa só é possível se pensada indissociada dos diálogos construídos com os referenciais teórico-metodológicos. Para apresentarmos os objetivos e caminhos propostos, se faz necessária a concepção inicial de alguns conceitos teóricos utilizados neste trabalho e as reconfigurações que propomos para os mesmos.

A ideia de *confinamento* com a qual operamos parte da perspectiva da política espacial curricular (POPKEWITZ, 2001), que reconhece o ensino como produtor de *espaços de confinamento*. Esses espaços são produzidos por meio de normas pedagógicas e psicológicas, a serem alcançadas, que circulam nas práticas de ensino e produzem definições e diferenciações. Tal espaço não é entendido como físico, mas sim, como um espaço construído por discursos que historicamente circulam na educação para forjar qualidades e capacidades (POPKEWITZ, 2001).

Podemos pensar a política espacial relacionada ao modo como as práticas pedagógicas encerram e confinam animais. Esse confinamento diz respeito à maneira pela qual, ao longo de um contínuo de valores esperados, esses animais são comparados e separados por meio de práticas linguísticas que percorrem o contexto escolar. Os espaços discursivos de confinamento garantem limites para ver e agir em relação aos animais que o habitam. Dessa maneira, é construída uma “grade” a partir da qual professores, crianças e outros animais são ‘vistos’ e se ‘veem’¹⁰.

Direcionando o olhar para a disciplina escolar Biologia, a concepção de uma *comunidade discursiva* como parte constituinte da referida disciplina também nos auxilia na elaboração dos investimentos deste trabalho. Por meio das teorizações de Ivor Goodson sobre as disciplinas escolares, podemos percebê-las como sendo mobilizadas por “pesquisadores do campo disciplinar científico, professores universitários e escolares. Esses diferentes grupos, articulados em diferentes períodos históricos sob um nome comum (o da disciplina), constituem, segundo Goodson, a comunidade disciplinar” (COSTA e LOPES, 2016, p.1017).

¹⁰ A discussão teórica mais ampla sobre os *espaços de confinamento* e suas relações com a *alquimia das matérias escolares* (POPKEWITZ,2001) se dará no próximo capítulo.

Dessa maneira, formada por profissionais com perspectivas, valores e interesses múltiplos, Goodson (1997) salienta que existem tensões e disputas entre os grupos internos dessa comunidade, pelos quais acordos e negociações são firmados tendendo a produzir uma estabilidade curricular da disciplina. No entanto, buscamos ir por um caminho um pouco diferente. Conforme apontado por Jaehn e Ferreira (2012), podemos pensar a disciplina escolar Biologia como constituída por uma comunidade disciplinar - a partir das proposições de Ivor Goodson - ou por uma *comunidade discursiva* - a partir de teorizações discursivas como a de Thomas Popkewitz adotada neste trabalho.

Pensar a partir da ideia de *comunidade discursiva* reforça um entendimento do conhecimento como construído discursivamente, em uma relação histórica e contextual (JAEHN e FERREIRA, 2012). Com Popkewitz, entende-se que as regras e padrões de conhecimento são produzidos em uma comunidade discursiva por meio de lutas entre diferentes grupos e, portanto, o que se estuda nas matérias escolares são os sistemas de conhecimento produzidos dentro de conjuntos complexos de relações e redes. Nos interessa olhar para a *comunidade discursiva* a fim de compreender como a mesma “normaliza o conhecimento no seu percurso histórico” (JAEHN e FERREIRA, 2012, p.270) em relação aos animais na disciplina escolar Biologia.

Considerando que os *espaços de confinamento* são produzidos em meio a dinâmicas das práticas pedagógicas - neste caso, do ensino de Biologia - e que a *comunidade discursiva* é um espaço constitutivo da disciplina, em que diferentes discursos se interpelam na disputa pelo “bom ensino” sobre animais, propomos pensar que: a) ambos são espaços fabricados discursivamente; b) os *espaços de confinamento* dos animais são produzidos através dos discursos circulantes na *comunidade discursiva* da disciplina escolar Biologia.

Colocar em relação esses dois conceitos teóricos nos possibilita assumir que os discursos da disciplina escolar não se vascularizam de forma alheia ou sem o estabelecimento de relações de poder. Isto é, podemos considerar que determinadas normas sobre o que deve constituir uma “boa” disciplina escolar, bem como, normas que sancionam os conhecimentos “capazes” de sustentar a Biologia enquanto disciplina, elaboram esse espaço da comunidade discursiva em meio às tensões do campo. E nessa espacialidade, como numa via de mão dupla, outros encerramentos se dão.

Tendo em mente que o objetivo desta pesquisa é elaborado em meio aos atravessamentos teóricos acionados, busca-se **compreender como a disciplina escolar Biologia vem construindo espaços de confinamento para os animais**. Para tal empreendimento, objetivamos especificamente construir nossa análise por meio da investigação da comunidade discursiva da referida disciplina, a partir de duas materialidades produzidas nesse contexto discursivo: os **livros didáticos** de Biologia e os **artigos científicos** do campo do Ensino de Biologia.

Considerando que os discursos que circulam nessas produções configuram parte da comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia, nosso foco será identificar e explorar discursos que, em livros didáticos de Biologia, produzem os animais para o ensino; e que, em produções científicas do campo do Ensino de Biologia, produzem sentidos sobre os animais a serem ensinados.

Tendo infinitas possibilidades de entrada no debate aqui proposto, há questões que nos mobilizam, tais como: *De que forma as produções acadêmicas do ensino de Biologia têm abordado os animais? Que tipos de conhecimentos são mobilizados para o ensino de animais? Que animais são produzidos nos discursos que deslizam pelo espaço escolar e em seus materiais didáticos?* Essas perguntas nos instigam a buscar compreender o modo pelo qual animais vêm sendo discursivamente confinados em práticas pedagógicas.

1.5 Exoesqueleto

Quitinoso ou associado com carbonato de cálcio, o exoesqueleto, a grosso modo, é o esqueleto externo de alguns animais invertebrados e o mesmo nos inspira a pensar a organização deste trabalho. Tal alumbramento se dá pela provisoriedade dessa estrutura nos animais. Para que ocorra o crescimento de alguns artrópodes é preciso realizar a ecdise ou muda, rompendo o exoesqueleto antigo no intuito de aumentar o tamanho corporal. Mas, o que isso tem a ver com a pesquisa?

Bem, certo é que não pretendemos tomar este trabalho como uma verdade estática. Deixamos, desde já, aberta a possibilidade de muda, de romper com o que aqui é apresentado na mira por descomprimir cada vez mais esse corpo teórico que temos construído em relação ao uso de animais no ensino. Mas atenção, a iminência constante de rachar esse esqueleto não

tem a ver com jogar fora ou desconsiderar os apontamentos construídos – e vividos - ao longo desta pesquisa.

É mais relacionado ao movimento de colocar em suspeita, até mesmo, os espaços de confinamento aqui apresentados. Talvez, em meio às contingências do tempo que vivemos, nessa história do presente, esta dissertação seja mais uma exúvia, um vestígio da maneira como temos aprendido e ensinado sobre animais em tempos de fim, do que de fato uma determinação vertebral do campo educacional. Sob a luz das observações feitas, organizamos esta dissertação em mais três capítulos.

No capítulo 2- “*Política espacial curricular e a alquimia dos animais*”, apresentamos os aspectos teóricos com os quais estabelecemos diálogos para pensar a política espacial curricular e a alquimia que têm produzido os espaços de confinamento dos animais na disciplina escolar Biologia. Tensionamos o campo pondo em xeque as regras de poder que encerram outros que humanos nas práticas pedagógicas. Concebemos essas práticas sendo perpassadas por feixes de poder que qualificam e desqualificam os animais – sejam eles humanos ou não - para a ação e participação no contexto curricular.

No capítulo 3 – “*Rotas teórico-metodológicas*”, são descritos os caminhos teórico-metodológicos adotados para adentrar a comunidade discursiva na busca pela compreensão dos mecanismos de confinamento. Os enunciados observados nos livros didáticos e nos artigos científicos foram postos em funcionamento diante das reflexões teóricas que formularam o objetivo desta pesquisa, assim como delimitaram o modo pelo qual analisamos, lemos e observamos tais enunciados. A organização desses dados envolveu anotar ideias sugeridas pelos textos até que as mesmas mostrassem regularidades, possibilitando a construção de categorias-espaço de análise.

No capítulo 4 – “*O confinamento dos animais na disciplina escolar Biologia*”, descrevemos os modos de confinamento dos animais em meio a essas categorias-espaço, concebendo a política espacial curricular se dando em rede, na qual esses espaços não são unitários e desarticulados. Por fim, na seção “*O que as baleias têm a nos ensinar antes que o mar vire uma gosma?*” temos nossas considerações finais pelas quais apresentamos fios de análise possíveis a partir dos apontamentos feitos neste trabalho.

2. POLÍTICA ESPACIAL CURRICULAR E A ALQUIMIA DOS ANIMAIS

“Esqueçam o modelo da máquina passiva e nos contem mais sobre as capacidades auto-inventivas e auto-elaborativas da natureza, sobre a intencionalidade do mundo não-humano” (Plumwood, 2009 *apud* Fausto, 2017, p. 13).

Iniciamos aqui nosso capítulo teórico articulando as teorizações da História do Currículo e da disciplina escolar Biologia com as discussões sobre o uso de animais no ensino. Neste primeiro momento, contextualizamos a perspectiva curricular adotada neste trabalho e posteriormente subdividimos este capítulo em quatro seções: a primeira, aprofundando o conceito de espaços de confinamento em sua relação com a política espacial curricular; a segunda, complexificando esses espaços a partir da alquimia das matérias escolares imbricada na fabricação de *selves* e conhecimentos que circulam nas práticas pedagógicas; já a terceira seção é uma busca pela construção de uma reconfiguração dessas proposições teóricas para assumir a participação de outros que humanos nas questões incitadas; e por fim, na última seção tensionamos o campo do ensino de Biologia a partir da história da sua disciplina escolar em meio ao substrato teórico adotado nesta pesquisa.

Estimulados por uma compreensão de poder que desmonta a lógica de um suposto poder soberano (POPKEWITZ, 2001), entendemos que essas relações são mais refinadas do que imaginamos. A noção de um poder capilarizado (FOUCAULT, 1979) nos auxilia a tirar de foco os sujeitos como únicos provedores de ações e mudanças no mundo e trazer para a conversa os discursos que circulam, neste caso, na comunidade discursiva do ensino da Biologia. Nos afinamos com o entendimento de relações de poder enquanto múltiplas, que operam de diferentes formas e fabricam determinados *selves* e mundos possíveis.

Colocar o foco em quem está sendo representado, ou seja, a “ideia de soberania do poder é importante; no entanto, não é adequada. Tais abordagens não desafiam a política do espaço da educação” (POPKEWITZ, 2001, p. 127). Jaehn e Ferreira (2012) nos apontam perspectivas curriculares a partir do olhar de Thomas Popkewitz. Segundo as autoras, Popkewitz “entende a escolarização e o currículo como constituindo processos de regulação social”, analisando como a “formação do self, através do uso de tecnologias sociais, produz a regulação social em um processo de autodisciplina e não mais a partir de um poder soberano” (p. 262).

As teorizações curriculares de Popkewitz nos auxiliam a entender o currículo a partir de suas características produtivas e históricas. Essa produção vai se dando a partir de formas de poder que vão disciplinando e normalizando o *self*, em outras palavras, vão nos guiando e nos constituindo como sujeitos (MORAES, 2020). O autor nos estimula a olhar para o currículo como um “conhecimento particular, historicamente formado, sobre o modo como as crianças tornam o mundo inteligível”. Tal e qual, os esforços imprimidos para organizar o conhecimento escolar como currículo acabam por constituir “formas de regulação social, produzidas através de estilos privilegiados de raciocínio”. O que atravessa os currículos não são apenas informações, todo afincado na organização do conhecimento materializa formas particulares de agir, sentir, falar e “ver” o mundo e o “eu” (POPKEWITZ, 2011, p. 174).

Suas ponderações sobre o currículo vinculam as formas como expressamos a “verdade” e raciocinamos sobre nós e os outros com as questões de poder e regulação. Na escola, não aprendemos apenas sobre o que fazer e conhecer. No bojo dos conhecimentos escolares também estão “disposições, consciência e sensibilidades em relação ao mundo que está sendo descrito” (POPKEWITZ, 2011, p. 184).

Minha estratégia de investigação consiste em tornar a razão e a racionalidade objetos de questionamento: isto é, consiste em explorar os sistemas particulares de ideias e regras de raciocínio que estão entranhados nas práticas da escola. Não podemos tomar a razão e a racionalidade como um sistema unificado e universal pelo qual podemos falar sobre o que é verdadeiro e falso, mas como sistemas historicamente contingentes de relações cujos efeitos produzem poder (POPKEWITZ, 2011, p. 185).

É preciso, pois, considerar que os padrões discursivos da escolarização produzem determinadas regras de expressão e diferenciação. Essas regras, no entanto, devem ser historicizadas para pensar a maneira como sistemas de pensamento do passado chegam no presente e driblar concepções universalizantes. Ao assumir o currículo como espaço de regulações, a intenção não é pairar ideais de moralidade, bem e mal, certo e errado, mas sim, reconhecer uma “premissa sociológica de que todas as situações sociais tem restrições e constrictões historicamente inscritas sobre nossa individualidade” (ibid., p. 191).

Processos de seleção de conteúdos a compor *o que* deve ser conhecido criam uma lente para definir, também, *como* deve ser conhecido. A partir dessa lente, define-se os problemas, modela-se a forma como os *selves* são organizados para a reflexão e a prática. Dessa maneira, a seleção de conhecimentos que vai além de um conjunto de informações, organiza as visões do

“eu” por meio de práticas escolares politicamente sancionadas. O interessante a se pensar ao lado do autor é que, após a chamada “virada linguística”, é preciso levar em conta que essas “visões”, “verdades” e a própria “linguagem” não são de nossa tutela, mas sim, fabricadas via raciocínios historicamente formados e que vão se refinando contingencialmente no espaço e no tempo.

2.1 Espaços de confinamento

Seja pela perda de habitat e modos de vida, seja por sua categorização como animais de companhia, pestes, escravos, cobaias ou trabalhadores, nos imensos campos em que se os mantêm confinados, pela reprodução forçada, pela morte impedida e pelo extermínio, os animais estão implicados e são atores numerosos e potentes nas histórias e estórias que tecemos hoje, no começo do século XXI, sob o signo do capitalismo liberal, na época geológica chamada Antropoceno (FAUSTO, 2017, p.13).

O conceito de política espacial utilizado neste trabalho é uma transposição do que Popkewitz (2001) nos apresenta em sua análise etnográfica sobre o programa norte americano Teach For America (TFA) para crianças urbanas e rurais. O autor entende que a urbanidade/ruralidade da escola e da criança ganham corpo a partir da estruturação dos discursos sobre a criança, o ensino e a aprendizagem.

Embora o discurso e as ações dos atores do campo pedagógico proporcionem os “dados” analisados, a interpretação dos dados concentra-se nas regras e nos padrões de “raciocínio” que organizam e posicionam esses atores. Tal enfoque é, às vezes, chamado de “descentralização do sujeito”. O fundamental é como o ator (o sujeito e a subjetividade) é construído por meio de sistemas particulares de classificações que organizam os objetos que o professor aciona. Por isso, continuamente me refiro aos discursos da pedagogia e posiciono os eventos específicos ou as pessoas dentro das posições de sujeito construídas através da estrutura das ideias (POPKEWITZ, 2001, p. 39).

A perspectiva da política espacial reconhece que o ensino produz espaços sociais de ordem múltipla por meio de um jogo de regras, de definições e diferenciações. Não encarando o urbano/rural como conceitos geográficos, contextuais ou físicos, mas sim, entendendo-os como conceitos discursivos que historicamente circulam na educação e que regulam a fabricação desses professores e crianças “urbanos” e “rurais” (POPKEWITZ, 2001).

[...] As ideias diferentes proporcionam uma maneira de pensar, falar, ver, sentir e agir com relação à criança. Elas justapõem-se de uma maneira que produz limites para o que é possível no pensar e no agir. Os espaços discursivos funcionam para confinar a criança dentro das normalizações aplicadas. Além disso, à medida que exploramos os espaços construídos para o professor e para a criança urbanos e rurais, encontramos uma política espacial que funciona como um sistema que qualifica e desqualifica os indivíduos para a participação. (POPKEWITZ, p. 37, 2001)

Sistemas específicos de raciocínio diferenciam e dividem a criança e o professor “urbanos” e “rurais” dos outros. Essas categorias são entendidas como efeitos de poder e estão inseridas em um discurso que funciona para normalizar as qualidades daqueles percebidos como diferentes. Esses “outros”, fora do espaço urbano e rural, têm suas normas penetrando silenciosamente nesse sistema de classificação. Essa normalização diz respeito à forma como, ao longo de um contínuo de valores, crianças são comparadas e separadas por meio de práticas linguísticas que percorrem o corpo escolar. Se olharmos para as “conversas simples que ocorrem na escola, reconheceremos a linguagem como construtora de normas diferentes daquelas das instituições ou de expressões pessoais” (POPKEWITZ, 2001, p.28).

Assim, a política do espaço na educação está relacionada ao modo como as práticas discursivas pedagógicas encerram e confinam a criança como “diferente” e fora do normal. As diferenças, no entanto, “não são imaginárias; são produtivas, no sentido de funcionarem para desqualificar as crianças da participação e da ação” (POPKEWITZ, 2001, p.20). Esse espaço resultante de sistemas de ideias garante limites para ver e agir em relação àqueles que o habitam. As tecnologias das práticas pedagógicas vão produzindo meios para moldar a conduta *dos* indivíduos e *sobre* os indivíduos.

[...] Falar da criança como sendo um adolescente, como estando em situação de “risco” ou tendo uma “baixa autoestima” é construir um espaço onde situá-la [...] Teorias da infância, ideias sobre a aprendizagem e o desenvolvimento “fazem” com que enxerguemos a criança através de distinções e divisões psicológicas particulares. Nossa maneira de pensar na criança como fechada em um espaço de “infância” é tão “natural”, que achamos que há uma pré-adolescência ou “idade terrível”, sem reconhecer que tais classificações são socialmente construídas dentro de um campo social de poder [...] (ibid.p.37-38)

As questões em torno de tais classificações não podem ser reduzidas aos rótulos criados, mas sim, aos sentidos e racionalidades que essas categorias produzem e que encerram e

confinam subjetividades. Múltiplos discursos sobre ‘manejo’, ‘aprendizagem’, ‘atenção’ e ‘aproveitamento’ que habitam o mundo do ensino, associam-se nas práticas escolares como o raciocínio pelo qual as ações do professor e das crianças são construídas” (POPKEWITZ, 2001, p.38). Essas categorizações acabam por corporificar “princípios específicos sobre o que é visto, ‘pensado sobre’ e aplicado na escolarização” (POPKEWITZ, 2020, p.49).

Ao nosso olhar, a espacialidade aqui mobilizada através das considerações do autor requer ser entendida como sendo fluida, não fixada ou fechada por completo. Historicizar as regras e padrões (POPKEWITZ, 2001) que constroem os espaços de confinamento abre a possibilidade de concebê-los como estando sempre sendo fabricados -nunca sendo um sistema fechado ou finalizado- carregando no cerne o imprevisível, o inesperado (MASSEY e KEYNES, 2004).

[...] É uma insistência fundada na tentativa de escapar da inexorabilidade que frequentemente caracteriza as grandes narrativas ligadas à Modernidade. Os fundamentos do "Progresso", do "Desenvolvimento" e da "Modernização" [...] propõem cenários nos quais as direções gerais da história, incluindo o futuro, são conhecidas. Por mais que muita batalha seja necessária para realizá-los, ou engajar-se em lutas para atingi-los, existia sempre, não obstante, uma convicção de fundo sobre a direção em que a história estava se movendo [...] tanto o espaço quanto a história são "abertos" [e] estas duas aberturas são efetivamente dois lados da mesma moeda, essenciais um para o outro (MASSEY e KEYNES, 2004, p.11).

Não caímos na tentação de pensar que se o confinamento limita o *self* a um espaço, é possível que haja algum lugar “fora” dessa espacialidade, lugar a ser alcançado, como numa promessa de “liberdade” ou “salvação”. Em outras palavras, “não importa o quanto alguém se esforce para ficar dentro da média, os discursos particulares e historicamente mobilizados da pedagogia impossibilitam as crianças situadas no espaço urbano/rural de ficar dentro da média” (POPKEWITZ, 2001, p. 113). É diante – e talvez, tão somente - dessa teia de relações de poder, simétricas e assimétricas, da política espacial curricular que as estratégias para rachar ou transmutar espaços podem se fazer possíveis.

[...] lá onde há poder há resistência e, no entanto (ou melhor, por isso mesmo) esta nunca se encontra em posição de exterioridade em relação ao poder. Deve-se afirmar que estamos necessariamente 'no' poder, que dele não se 'escapa', que não existe, relativamente a ele, exterior absoluto [...] Isso equivaleria a desconhecer o caráter estritamente relacional das correlações de poder. Elas não podem existir senão em

função de uma multiplicidade de pontos de resistência que representam, nas relações de poder, o papel do adversário, de alvo, de apoio, de saliência que permite a apreensão. Esses pontos de resistência estão presentes em toda a rede de poder (FOUCAULT, 1988, p. 91).

Ainda nessa relação de espacialidade, é possível o estabelecimento de pólos de oposição mutuamente relacionados, entendidos como “duplos” (POPKEWITZ, 2001), que atuam como elementos importantes no processo de diferenciação existente no confinamento. De acordo com Popkewitz (2001, p.53) "o 'duplo' toma a ausência da razão na criança e a refaz como uma presença positiva a ser esperada pela instrução cuidadosa e criteriosa". Podemos pensar que "pares duplos" situam aqueles que habitam determinado espaço em pólos pelos quais são deslocados em relação à norma.

Essa tomada do pólo negativo e opositor, do que está ausente na criança, e sua recomposição como um pólo positivo para encontrar a redenção pessoal pode ser encarada como tendo uma dupla face: um “duplo”. Trata-se de uma lógica que opera simultaneamente e é expressa no ensino da seguinte maneira: as normas sobre a ausência de inteligência nas crianças (o segundo pólo de branco/ negro, privado/público, riqueza/pobreza, inteligente/néscio, privilegiado/carente e ambicioso (sonhador)/ indiferente) são-recompostas como atributos “cultivados” através do olhar observador do professor (POPKEWITZ, 2011, p. 50).

É importante considerar que o confinamento não é um fim em si. Isto é, essa complexa rede de normalização discursiva que forja espaços não só confina aqueles que os habitam, como também, os tornam substrato ou alvo das reformas, práticas e políticas educacionais. Assumir esses espaços como sendo tensionados por feixes de poder produtivo abre o entendimento desse lugar a ser habitado como um campo de disputas.

2.2 Currículo como uma alquimia

“... se os animais não têm alma, no limite é possível que os homens também não a tenham” (FAUSTO, 2017, p.190).

Imbricados aos espaços de confinamento estão os processos de construção do conhecimento das disciplinas escolares. Popkewitz (2001; 2010) nos chama atenção para pensar os conhecimentos como sendo produzidos dentro de conjuntos complexos de relações e redes. Ademais, o que é legitimado como conhecimento “envolve lutas entre diferentes grupos em uma matéria sobre as normas de participação, verdade e reconhecimento” (POPKEWITZ, 2001, p.34).

No interior das práticas da educação escolar, há um cruzamento e embaralhamento de discursos, práticas, teorias de aprendizagem, disposições psicológicas, negociações e tensões que promovem reações de transformação. Nesse contexto, as “relações específicas a partir das quais os historiadores ou físicos, por exemplo, produzem conhecimento sofrem uma mudança mágica” (idem, p.35) e apresenta-se uma solução final homogênea.

Os debates e as lutas que produziram o conhecimento disciplinar acabam por ser encobertos. Esse processo de transformação de um conhecimento construído a partir dos saberes de referência para uma chegada a-histórica na escola é chamado de *alquimia das matérias escolares* (POPKEWITZ, 2001). A partir dessa alquimia, a disciplina escolar tende a “tratar o conhecimento como um conteúdo incontestado e claro para as crianças aprenderem ou com eles resolverem problemas” (idem, p.35).

Assim, podemos dizer que há uma alquimia da “matéria” da física que a fragmenta, por exemplo, em categorias de “domínio do conceito”, registros psicológicos sobre “aprendizagem cooperativa em pequenos grupos” e preocupações sobre a “motivação” e a “auto-estima” das crianças. A “ciência”, a “matemática”, a “composição” ou a “arte” escolares são o conhecimento pedagógico que se adapta às expectativas relacionadas ao horário escolar, às concepções sobre a infância e às convenções do magistério que transformam o conhecimento e a investigação intelectual em uma estratégia para controlar a “alma” (POPKEWITZ, 2001, p. 35).

Esse processo de transformação, move as práticas disciplinares de um espaço para outro e não se trata apenas de uma replicação que captura, por exemplo, o que cientistas ou historiadores fazem ou sabem (POPKEWITZ, 2010). As disciplinas escolares mobilizam determinadas “ferramentas” para esse transporte e tradução, a fim de deslocar as maquinarias acadêmicas¹¹ e práticas culturais¹² dentro do currículo escolar. (POPKEWITZ, 2020).

O argumento sobre a alquimia reconhece que essas ferramentas são necessárias na escola, uma vez que as crianças não são, por exemplo, cientistas ou historiadoras. No entanto, o foco das proposições do autor está mais voltado para reconhecer a importância dessa “transformação mágica” do conhecimento nos padrões de controle da educação. A questão

¹¹ O autor entende como sendo “máquinas acadêmicas” os laboratórios, prédios científicos na universidade, arquivos das sociedades históricas entre outros dispositivos. (POPKEWITZ, 2020, p. 55).

¹² Como práticas culturais do currículo escolar, pretende-se as teorias do desenvolvimento da criança, seleção e organização de “conteúdo” por faixas etárias, práticas didáticas com impacto no ensino, entre outras. (POPKEWITZ, 2020, p. 56).

formulada pela ideia de alquimia para sobre “as tecnologias que traduzem os campos disciplinares, tais como a física e a música, em modelos curriculares que ordenam a instrução” (LIMA e GIL, 2016, p.1145). A “alquimia que faz o mundo e os eventos parecerem objetos da lógica remove as amarras sociais do conhecimento” (POPKEWITZ, 2001, p.35) e isso reverbera algumas questões.

Uma delas é essa redução das contingências do conhecimento a objetos da lógica. Ao pensar a disciplina escolar como sendo um aporte de conceitos e generalizações esvaziados de história e disputas, fixos, concebe-se uma determinada base a partir da qual ocorre a aprendizagem. Olhar para esses conhecimentos como entidades unicamente lógicas e analíticas coloca a criança num lugar raso de ter compreendido ou não conceitos, ao mesmo tempo que o foco da aprendizagem se torna a administração da maneira como essa criança deve constituir-se enquanto sujeito moral das próprias ações.

Desse modo, outra questão está relacionada à exclusão. A exclusão em foco diz respeito à “construção de uma ordem moral que acaba por normalizar a criança como diferente em relação ao que é considerado razoável e possível” (POPKEWITZ, 2001, p. 36). Dessa forma, além das transformações alquímicas que ocorrem com o conhecimento disciplinar, há também um lapidamento dos *selves* envolvidos em práticas nas quais esses conhecimentos circulam. A “alquimia das matérias escolares possibilita a alquimia da criança” (POPKEWITZ, 2001, p. 36).

Nessa mistura, vamos produzindo um mundo supostamente organizado, que pode ser explicado por meio de conhecimentos lógicos e atemporais, ensinados por meio de soluções pedagógicas que regulam o modo como estudantes e professores devem ser classificados, produzindo tanto os sujeitos normais e encaixados nesse mundo quanto os outros, aqueles que fracassam (FERREIRA e GOMES, 2020, p. 06).

Ao pensar na relação com as disciplinas escolares, é importante considerá-las como sendo “o resultado de processos alquímicos que não produzem apenas o conhecimento oficial, mas o tornam parte daquilo que é lógico e atemporal, com efeitos morais sobre os sujeitos da educação” (FERREIRA e GOMES, 2020, p.05). Assim, simultaneamente temos conhecimento e sujeitos sendo produzidos pela alquimia.

O autor considera que o ensino das disciplinas escolares poderia, alternativamente, levar os alunos a compreender as diversas e às vezes imprevistas maneiras como, em

cada área específica, os conhecimentos foram e são de fato produzidos, não a partir da aplicação de um conjunto de procedimentos seguidos de maneira linear até a descoberta da verdade compartilhada por todos, mas, mais frequentemente, por meio de disputas, de discussões não inteiramente superadas em torno do vocabulário, das questões a serem investigadas e dos procedimentos a serem seguidos para a transformação de determinados fenômenos em objetos, em dados científicos e em explicações sobre o mundo (LIMA e GIL, 2016, p. 1131).

Esses processos alquímicos estão envolvidos em práticas reguladoras e de instrução, pensadas ocorrendo em três níveis (POPKEWITZ, 2001, p.105). No da ordem da seleção, relacionado ao *currículo fragmentado*, por uma triagem objetivada a partir da qual se apresentam os programas curriculares. Nos *livros didáticos*, advindo dos processos de recontextualização dos saberes, bem como, no conjunto de práticas que são construídas a partir e com esses livros. E nos efeitos disciplinadores dos *testes* e *avaliações* como marcadores dos limites dos conhecimentos aprovados e, ao mesmo tempo, daqueles que não são oficialmente sancionados. Ao olhar para esses três elementos, o foco está em compreender a lógica da escolaridade na dinâmica da construção de sistemas de raciocínio.

É importante conceber esses níveis intimamente associados e entender que os processos alquímicos os perpassam simultaneamente. A alquimia, entendida como uma produção discursiva em diferentes camadas e espaços sociais, nos possibilita considerar que as práticas discursivas da educação são mais do que mera transmissão de ideias, elas constroem os princípios da realidade, das práticas culturais e políticas.

Assim, a camada que se refere à fragmentação do conhecimento traz para a discussão a relação que é construída entre os discursos sobre as “deficiências intelectuais” das crianças - como sendo carentes, possuindo base de conhecimento limitada - com os da disciplina escolar, em que os mesmos assumem uma estabilidade e consenso no conhecimento.

Nesse sentido, os discursos do currículo e a seleção do conteúdo dos livros didáticos fundem-se em uma ordem particular de instrução que o autor chama de “currículo fragmentado”. Essa fragmentação nas menores partículas a serem ensinadas, idealizam uma linearidade e naturalidade para os conhecimentos que estão na escola. Olhar para o conhecimento como a organização sequencial e natural desses fragmentos permite que as práticas de ensino se voltem para as subjetividades. Em outras palavras, se de partida o que há de ser ensinado é estável e hierárquico, o foco se torna organizar e reorganizar o modo como as

crianças pensam e raciocinam. Ao passo que essas práticas discursivas são um rito de aprendizagem, elas assumem, também, uma tecnologia de controle social (POPKEWITZ, 2001).

Popkewitz (2001) entende os livros didáticos para além de um material didático que direciona ou transmite estereótipos e tendências. Ao pensar esse nível no qual a alquimia acontece, é preciso olhar para os livros didáticos como composição da materialidade do currículo fragmentado, estando esses livros posicionados numa rede discursiva que diferencia a criança e forma a racionalidade do ensino e de suas pessoas “razoáveis”.

Desse modo, o livro didático fabrica “disposições, sensibilidades e consciências que legitimam a criança como ensinável e não ensinável”, sendo tido como “um marcador que organiza as crianças na ordem moral da escola” (POPKEWITZ, 2001, p. 110- 111). Podemos entender o livro didático como um substrato para que a alquimia ocorra (no âmbito da subjetivação dos sujeitos envolvidos) ao passo que ele é, também, produzido por essa alquimia (na materialização de conhecimentos fragmentados contidos em seu escopo).

Por outro lado, as avaliações constituem a normalização do que seria o “mau desempenho” assim como o “bom desempenho” a ser aspirado pelas crianças. Nesse nível da alquimia, relacionado aos testes como objetificação do sujeito, a preocupação do autor não está só naquilo que foi cognitivamente atingido ou não pelos alunos, para mais, o poder do teste “está em seu efeito disciplinador” (POPKEWITZ, 2001, p. 114).

A classificação de habilidades, os valores, os níveis, todo o aparato metodológico dos testes marcam limites, regulando o conhecimento e o indivíduo. A relação das avaliações com o planejamento do professor constrói uma rotina de ensino que envolve o manuseio de conhecimentos fragmentados e embebidos na alquimia, à medida que objetiva as habilidades dos alunos quando liga seus desempenhos aos pensamentos e sentimentos. Dessa maneira, esses testes ou avaliações agem na moralidade, na construção de valores esperados, portanto na subjetivação dos indivíduos.

De certa forma, o discurso pedagógico é em si um discurso recontextualizador. Popkewitz traz esse entendimento outro, de recontextualização, a partir da ideia da alquimia. Importante considerar que o currículo fragmentado, o livro didático e os meios pelos quais se avaliam os sujeitos estão imbricados, todos, em processos de subjetivação. Pensar a alquimia

como parte de todo esse complexo de transformações culturais, disso que são os vários elementos que estão presentes na escolarização, nos faz entendê-la como um processo que se dá e se refina na dinâmica das práticas educativas.

Mas, e como pensar a relação entre espacialidade e transformações alquímicas? Apostamos ao lado do autor em olhar para as práticas educativas como lugar no qual o ensino da Biologia, a exemplo, é reformulado para uma linguagem pedagógica mergulhada em discursos sobre “o que se deve possuir e desejar como qualidades normais” (POPKEWITZ, 2001, p.108). Desse modo, *selfs* são alocados em espaços discursivos de confinamento a partir dos quais são vistos, comentados e escrutinados. Podemos pensar a “alquimia das matérias escolares como normalizadora dos espaços que as crianças habitam” (ibid.)

2.3 Bagunçar o humano

Talvez estejamos muito condicionados a uma ideia de ser humano e a um tipo de existência. Se a gente desestabilizar esse padrão, talvez a nossa mente sofra uma espécie de ruptura, como se caíssemos num abismo. Quem disse que a gente não pode cair? Quem disse que a gente já não caiu?

Ailton Krenak

Em favor do prazer da confusão de fronteiras em que o humano se dissolve como unidade (SILVA, 2009), na contramão do discurso que “toma os animais outros que humanos abstratamente, como uma imensa categoria de seres indistintos” (FAUSTO, 2017, p.14) e tendo em mente “a falência da crença na excepcionalidade da espécie humana, que acarreta a fé do humanismo liberal na racionalidade e autodeterminação humanas como fundamento ético, estético e político da relação do *Homo sapiens* com os seus outros ‘naturais’ e ‘artificiais’” (BUZATO, 2019), transpomos as considerações sobre espaços de confinamento e alquimia (POPKEWITZ, 2001) para o contexto dos animais no ensino.

De certa forma, a submissão atribuída aos animais para legitimá-los como modelo de experimentação, teste e aquisição de conhecimento emerge em meio à um sistema de razão, por muitos chamado de antropocentrismo, que aloca o humano no centro do universo garantindo-lhe um presumido domínio sobre o que lhe sobra. Podemos conceber esse sistema de pensamento como uma herança desse descolamento humano da terra que “suprime a diversidade, nega a pluralidade das formas de vida, de existência e de hábitos. Oferece o mesmo

cardápio, o mesmo figurino e, se possível, a mesma língua para todo mundo” (KRENAK, 2019, p.12). Os que ficam de fora dessa “dança civilizada”, são esses os alvos de determinadas normalizações que têm regulado corpos humanos ou não.

Aceitamos que animais outros que humanos comam na mesma terra, cruzem na mesma terra, decomponham-se na mesma terra, mas não é permitido que ocupem a mesma terra que nós. Pelo menos não a terra dos sentidos. Porque quando tiramos deles os seus sentidos, levando em conta que isso é atributo humano, abrimos a porteira para que tudo o mais se faça, para que mate, para que extraia, para que objetifique (KRENAK, 2019). E claro, não estamos falando de qualquer humanidade ao pensar o antropocentrismo. Sabemos bem quais humanos precisam resistir ao escanteio e qual ideal de humano veio subindo ao pódio como modelo ou fim a se chegar.

A conclusão ou compreensão de que estamos vivendo uma era que pode ser identificada como Antropoceno deveria soar como um alarme nas nossas cabeças. Porque, se nós imprimimos no planeta Terra uma marca tão pesada que até caracteriza uma era, que pode permanecer mesmo depois de já não estarmos aqui, pois estamos exaurindo as fontes da vida que nos possibilitaram prosperar e sentir que estávamos em casa, sentir até, em alguns períodos, que tínhamos uma casa comum que podia ser cuidada por todos, é por estarmos mais uma vez diante do dilema a que já aludi: excluímos da vida, localmente, as formas de organização que não estão integradas ao mundo da mercadoria, pondo em risco todas as outras formas de viver — pelo menos as que fomos animados a pensar como possíveis, em que havia corresponsabilidade com os lugares onde vivemos e o respeito pelo direito à vida dos seres, e não só dessa abstração que nos permitimos constituir como uma humanidade, que exclui todas as outras e todos os outros seres (KRENAK, 2019 p. 23).

Os limites entre o humano e o animal estão rompidos, as últimas fortalezas da defesa do privilégio da singularidade humana despencaram. Desde a linguagem, o uso de instrumentos, o comportamento social, os eventos mentais; nada disso estabelece, de forma convincente, a separação entre o humano e o animal (HARAWAY, 2009). Disputas sobre as significações de outras formas de vida são travadas. Nessa arena, se encontra sempre em choque a defesa da excepcionalidade da espécie humana e a consideração de outros que humanos enquanto seres também interessados no mundo. E se há o interesse, há participação nessa busca por desvios, rachaduras e fendas pelas quais outros efeitos possam vir a ser produzidos nesse jogo de viver e morrer.

A ausência de neocórtex não parece excluir um organismo da possibilidade de experienciar estados afetivos. Evidências convergentes indicam que animais não-humanos possuem os substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos de estados de consciência em linha com a capacidade de exibir comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso das evidências indica que os humanos não são únicos na posse dos substratos neurológicos que geram consciência. Animais não-humanos, abarcando todos os mamíferos e aves, e muitas outras criaturas, incluindo os polvos, também possuem estes substratos neurológicos (LOW, 2012).

Essa “mistura impura” de pessoas e outros seres vivos escorre no currículo. Espectar esse hibridismo pode nos levar a ponderar que ao ensinar sobre animais conservados em soluções de álcool e formol também deixamos ali submersos determinados *selves*. Não se trata de assumir que tudo que fazemos com os outros animais estamos fazendo conosco, mas, que o que acontece conosco já é uma produção daquilo que é feito com animais.

Estamos no meio de existências conectadas, múltiplos seres em relacionamento, aqui um animal, ali uma criança doente, uma aldeia, rebanhos, laboratórios, bairros numa cidade, indústrias e economias, ecologias que ligam naturezas e culturas sem fim. É uma tapeçaria de ser/devir compartilhada e que se ramifica entre criaturas (inclusive humanas) na qual viver bem, desabrochar e ser “educado” (político, ético, corretamente relacionado) significa permanecer dentro de uma materialidade semiótica compartilhada, que inclui o sofrimento inerente em relacionamentos instrumentais ontologicamente múltiplos e desiguais. (HARAWAY, 2011, p.31)

Impulsionados por esses sussurros e desafiando “suposições convencionais de que o esforço pedagógico só pode incluir os humanos, e que todo o restante é apenas conteúdo ou meio para a sua educação” (BEHLING e CAPORLINGUA, 2019, p. 11) compreendemos que espaços discursivos de confinamento são construídos para encerrar, também, animais via práticas pedagógicas. De antemão, quando dizemos que animais estão sendo confinados estamos considerando que, sendo humanos ou não, determinadas normalizações capturam e subjetivam quem vamos ser e como olhamos para aqueles - outros - que são. Os tentáculos de sistemas de razão, normas e alquimias que produzem os espaços discursivos se estendem para animais outros que humanos.

Fixação de material zoológico por via úmida. Potes de vidro de 257mL, formol diluído a 10%, álcool a 70%. Alfinetar insetos na parte interna direita do mesotórax, arrumação padronizada. Coleta, dissecação, fixação, desidratação, diafanização, secção de lâminas. A

materialidade nas formas de confinamento dos animais é bem notável no interior das práticas da Biologia. De muitos modos, a busca acaba sendo por paralisar, deixar estático, não supor que isso provoque efeitos. Mas, e se deixássemos em suspensão os potes, lâminas e alfinetes e olhássemos para os discursos que circulam nas práticas de ensino sobre animais? Que outras materialidades vão sendo produzidas por essa política espacial curricular, que vem formatando certas disposições pedagógicas que confinam os animais em espaços pelos quais são ensinados, aprendidos e transmutados?

[...] Precisamos questionar as normas, as distinções e as diferenciações pelas quais os compromissos são moldados e adaptados. Embora as tradições da pesquisa psicológica possam nos ter feito acreditar que o caminho para a salvação é a revelação dos preconceitos e concepções errôneas dos professores e dos alunos-professores, essas abordagens ignoram como as práticas discursivas inserem intenção e propósito nas práticas de ensino. Precisamos considerar como a intenção e o propósito são produzidos pelos discursos que “tornam” possível o que é dito, “sentido” e feito [...] (POPKEWITZ, 2001, p 127).

As engrenagens discursivas dessa política espacial curricular estão relacionadas ao modo como as práticas de ensino, sobre e com animais, confinam e encerram outros que humanos. Esse confinamento é construído em meio a um poder produtivo, em que discursos sobre “aprendizagem”, “natureza”, “experimentação”, “utilidade” e outros, em justaposição, garantem limites para “ver” e “agir” em relação aos animais que habitam tais espaços discursivos. Diante dessa espacialidade produzida, professores, crianças e outros animais que participam do ensino da Biologia, são “vistos” e se “veem” numa relação de normalização mútua.

Determinadas regras pedagógicas de representação e separação dos animais, em demasia, não têm sido desafiadas nas práticas cotidianas da educação. Retomando a discussão sobre o uso físico/discursivo de outros que humanos, é possível compreender que apesar do emprego dos mesmos em práticas pedagógicas ser legalmente sancionado e restrito ao Ensino Superior, ou seja, que embora alguns aspectos relacionados a práticas com animais tenham sido reformulados, “as regras do poder permanecem as mesmas do século passado” (POPKEWITZ, 2001, p. 131).

Se o uso de animais poderia garantir acesso ao “bom conhecimento” e à “boa formação científica” no contexto de renovação do ensino e da educação brasileira, é possível pensar que

esses animais se tornam, também, o meio pelo qual certas disposições pedagógicas e psicológicas (esperadas) são fabricadas nos humanos que aprendem e ensinam com eles. Assim dizendo, esses animais atuam como marcadores que situam as crianças e professores na ordem moral das práticas de Ciências e Biologia.

Mas insistimos. Não apenas os humanos são passíveis desses processos de normalização. O que propomos é um giro nessas práticas com animais para concebê-los como sujeitos políticos dessa educação. Desse modo, os processos alquímicos que têm produzido os conhecimentos sobre animais e normalizado seus espaços de confinamento, também produzem quem são esses animais e como devem se “portar” nas práticas pedagógicas. Essa compreensão nos permite considerar que não são os “rótulos” criados para confinar animais a questão desta pesquisa, mas sim, as “racionalidades que são inseridas no modo como as palavras diferenciam-se, distinguem-se e proporcionam inteligibilidade ao espaço habitado” (POPKEWITZ, 2001, p. 138) por esses indivíduos.

A defesa pedagógica da “experiência vivida” que oportuniza a investigação, observação e organização de um conhecimento individualizado (DEWEY, 1959); as perspectivas sobre o desenvolvimento “natural” da criança e a valorização do conhecimento como resultado da “interação” entre os sujeitos, objetos e fenômenos (PIAGET, 1973); bem como, as considerações psicológicas relacionadas à organização social como sendo o agente central para a construção do conhecimento (VYGOTSKY, 2010), em que “o papel das interações na sala de aula por meio da linguagem ganha importância para se propiciar o aprendizado” (SCARPA e CAMPOS, 2018, p. 26), produzem sentidos para os quais os processos de ensino e de aprendizagem têm se deslocado.

Estes e inúmeros outros discursos, sejam de perspectivas “tradicionais” ou “construtivistas” da educação, sobre um ensino por investigação ou a busca por uma alfabetização científica, “unem-se nas práticas do cotidiano como o raciocínio pelo qual as ações do professor e das crianças são construídas” (POPKEWITZ, 2001, p.38) em relação aos animais outros que humanos.

Entendemos que todo esse aparato educacional, que envolve múltiplos e antagônicos feixes discursivos sobre “o que” aprender e “como” aprender, compõe contingencialmente o confinamento dos animais no ensino, em meio às constrições históricas – de poder - existentes nesse universo pedagógico. Se assumíssemos os animais na mesma rede em que os professores

e estudantes são pensados nas práticas educacionais, que latejamentos teríamos no campo do ensino de Biologia?

2.4 Entrando nos porões da disciplina escolar Biologia

[...] o que tenho defendido – e que retomo aqui com a maior ênfase – é que nós, professores e professoras, mesmo sem maiores aprofundamentos, conheçamos o que existe e o que se passa nos porões de nossos pensamentos e práticas educacionais. Defendo, assim, que tenhamos sempre em mente as raízes sobre as quais se sustentam o piso intermediário – da nossa vida cotidiana – e o sótão – pelo qual (nos) projetamos para diante e para o futuro [...] (VEIGA-NETO, 2012 , p.278).

Nesta seção, buscamos apontar (e tensionar) alguns vestígios históricos que podem nos auxiliar na compreensão do nosso problema de pesquisa. Em comunhão com as proposições de Alfredo Veiga-Neto (2012) ao elaborar colocações a partir das metáforas bachelardianas sobre a casa e as nossas posições e atitudes diante do mundo, propomos uma visita aos porões da disciplina escolar Biologia. Para o autor, ir aos porões significa conhecer como se formaram historicamente as coisas que lá estão, independente dos nossos juízos de valor sobre elas. É nessa visita às partes baixas da casa que vemos potencialidade de um mergulho a fim de nos mantermos atentos tanto às “raízes arquetípicas que estão no porão, e que sustentam nossas visões de mundo e nossas maneiras de pensar, quanto às diferentes possibilidades de imaginar e realizar novas maneiras de ser e de estar no mundo” (*idem*, p. 272).

Em boa parte do século passado o padrão de ensino memorístico e descritivo de conteúdos era fortemente associado à disciplina escolar Biologia. A partir da “segunda metade do século XX as temáticas biológicas ganharam crescente destaque na vida cotidiana” (SELLES e FERREIRA, 2005, p.50), muito pela expectativa pedagógica de conhecimentos adquiridos na escola vinculados com a realidade e a resolução de problemas. Selles e Ferreira (2005) nos atentam que para se pensar os caminhos do ensino de Biologia é importante considerarmos as relações que vêm sendo estabelecidas pela disciplina escolar, suas ciências de referência e os anseios e aspectos sociais que também escrevem a sua história.

A constituição da Biologia como ciência guarda um estreito relacionamento com o movimento de unificação e autonomia das Ciências Biológicas, tendo a Teoria da Evolução e a crescente influência da Biologia Molecular como marcas do fortalecimento desse ideal de unificação (SELLES e FERREIRA, 2005). Já os processos de valorização social dos conhecimentos biológicos se associam, para além do próprio conhecimento da Biologia como

ciência, com as pressões sociais e éticas da contemporaneidade. “Os estudos históricos do campo do Currículo indicam que as diferentes disciplinas escolares, embora guardem relações com suas respectivas ciências de referência, possuem configurações próprias e distintas dos campos científicos” (idem, p.52).

No entanto, cabe ressaltar que tanto as ciências de referência quanto as disciplinas escolares reiteram o atendimento de finalidades sociais do conhecimento e da educação (MACEDO e LOPES, 2002). Contudo, o que se entende como ciência de referência está voltado para processos de especialização e fragmentação que mobilizam determinados anseios sociais a favor da sua própria institucionalização. No caso das disciplinas escolares, podemos concebê-las manuseando conhecimentos organizados e reconfigurados para fins de ensino, a partir de diversos processos de seleção cultural condicionados por aspectos sócio-históricos e não exclusivamente epistemológicos (SELLES e FERREIRA, 2005).

Se os conteúdos biológicos eram ensinados em disciplinas distintas como a Zoologia, Botânica e Fisiologia Humana e até mesmo na disciplina escolar denominada História Natural, as diversas disputas que historicamente reuniram esses conteúdos numa nova disciplina devem ser compreendidas e questionadas em meio a conflitos existentes tanto no âmbito escolar quanto na constituição da Biologia como ciência (SELLES e FERREIRA, 2005). Dessa maneira, cruzar os acontecimentos e contingências desses dois *locus* que se intercomunicam, mas que garantem particularidades ao se pensar a Biologia, faz-se necessário.

Apesar de o termo Biologia ter sido cunhado por Lamarck e Treviranus no início do século XIX, as Ciências Biológicas como uma "ciência autônoma e legítima" só puderam ser defensáveis quando a evolução foi articulada como teoria. Antes disso, os conhecimentos biológicos caracterizavam-se, por um lado, pela descrição das espécies animais e vegetais e, por outro lado, pela tradição experimental dos estudos em Citologia, Embriologia e, especialmente, Fisiologia Humana (SELLES e FERREIRA, 2005, p.53).

Na década de 1930 os debates em torno dos conhecimentos escolares relacionados à Biologia ganharam corpo e a disciplina conquistou um lugar de destaque no currículo do ensino secundário. Alguns aspectos sociais e econômicos como a aplicação de conhecimentos biológicos na indústria e agricultura fortaleceram o ensino dessa disciplina nas escolas (TRACEY 1962 *apud* SELLES e FERREIRA, 2005). Ao olhar para as circunstâncias norte-americanas no início do século XX, Popkewitz (2010) também aponta como as disciplinas escolares destinavam-se a ensinar procedimentos dentro das regras da lógica e da razão sob

influência da filosofia moral. Como exemplo, a Zoologia implicada em questões teológicas como a aprendizagem das classificações que colocou o homem no topo da hierarquia da natureza.

Para que as Ciências Biológicas fossem reconhecidas socialmente como um corpo de conhecimentos unificado, tornava-se necessária a constituição de uma retórica que disseminasse tal ideia nos bancos escolares. Assim, do mesmo modo que a evolução tornou-se teoria estruturante das Ciências Biológicas, a gradativa substituição de disciplinas escolares como Zoologia, Botânica e História Natural pela disciplina escolar Biologia fortaleceu o argumento de que a evolução funcionasse, igualmente, como organizadora dos conhecimentos escolares em Biologia. Isso se expressa, por exemplo, nos materiais curriculares norte-americanos produzidos a partir do final dos anos de 1950, os quais tiveram como autores alguns pesquisadores defensores da unificação. Tais materiais conhecidos por BSCS passaram a educar uma inteira geração de novos biólogos profissionais na crença da Biologia como uma ciência unificada (SELLES e FERREIRA, 2005, p.54-55).

O ocultamento dos embates travados no interior dos meios acadêmicos e científicos tem construído uma trajetória de sucesso para a disciplina escolar Biologia e sustentado socialmente uma visão unificada das Ciências Biológicas (SELLES e FERREIRA, 2005). “Tal estratégia produziu uma retórica que tem contribuído para a própria manutenção de seu status nos currículos escolares, uma vez que essa ‘ilusão’ de unificação fortalece tanto a Biologia como ciência quanto a própria disciplina escolar” (SELLES e FERREIRA, 2005, p.55). E com esse movimento de distanciamento dos embates ocorridos no campo acadêmico, a referida disciplina ganha espaço para que outras temáticas e conteúdos sejam abordados, ampliando a possibilidade de atender demandas sociais contemporâneas.

Se por muito tempo o foco ao se ensinar História Natural estava voltado para anseios científicos, de desenvolvimento e progresso, a disciplina escolar Biologia se apresentou diversificada e incorporando elementos que a modernizavam, sendo preciso assumir que nos currículos “não circulam apenas conteúdos e métodos de ensino diretamente relacionados às ciências de referência, mas um conjunto de outros elementos que informam valores e/ou que estão associados a aspectos da vida cotidiana dos alunos” (SELLES e FERREIRA, 2005, p.60).

Apesar de toda a aproximação entre as Ciências Biológicas e o ensino de Biologia no âmbito escolar, Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.49) nos provocam a entender que “a

história da disciplina escolar Biologia não pode ser construída tomando por base apenas a história das Ciências Biológicas e desconsiderando aspectos relativos aos processos de escolarização”. As autoras apontam que creditar somente à história da ciência o protagonismo das ações escolares invisibiliza, por exemplo, o fato da organização dos sistemas escolares produzir mudanças significativas nas disciplinas.

Os processos históricos que produziram essa nova disciplina escolar, embora tenham assumido características próprias no contexto educacional de cada país, foram influenciados pelos debates que se davam predominantemente nos Estados Unidos. Nesse país, Rosenthal e Bybee (1987, p.131) indicam a publicação do livro de Huxley e Martin, em 1876, como um precursor na unificação das Ciências Biológicas, uma vez que essa obra trazia a Evolução Darwiniana para o ensino secundário, além de defender o uso do laboratório, particularmente nas práticas de dissecação, introduzindo a ideia de um curso de Biologia Geral. No Brasil, desde a fundação do Imperial Collegio Pedro II em 1837, a disciplina escolar Historia Natural esteve, segundo Karl Lorenz (1986), fortemente presente nos currículos dos séculos XIX e XX, englobando estudos de Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009, p.52).

Além das tensões e debates em torno da unificação, a tradição experimental dessa ciência também carrega alguns aspectos para se pensar o modo como temos ensinado sobre animais no âmbito da disciplina escolar. Entendida como um dos discursos que entrelaça as histórias das disciplinas Ciências e Biologia (FERREIRA, 2014), a “experimentação biológica” refinou-se no século XX e estendeu-se a todos os ramos das Ciências Biológicas, tornando-se um traço identificador de modernidade e da legitimidade dessa ciência (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009, p. 97). A exemplo de como essa tradição chega na esfera escolar, podemos pensar que esse refinamento metodológico da experimentação proporcionou mudanças na formação de professores que passaram a sancionar e incorporar práticas experimentais com o ideal de formação (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

Segundo as autoras supracitadas, o ensino experimental ganhou maior visibilidade no currículo educacional brasileiro a partir dos anos 1930, “quando foram identificadas como parte de um processo mais amplo de modernização do país e como uma forma de ensino ativo, nos moldes do escolanovismo, que se contrapunha a metodologias tidas como ‘tradicionais’ e ‘atrasadas’” (p. 98). Nos anos 1950, a defesa do ensino experimental surgiu como projeto nacional após a criação do IBECC, que teve papel fundamental na produção de materiais

curriculares voltados para o ensino laboratorial numa perspectiva de desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

Cabe ponderar que existem diferenças entre a experimentação científica e a escolar. A experimentação escolar “resulta de processos de transformação de conteúdos e de procedimentos científicos para atender a finalidades de ensino. Esses processos de produção curricular guardam semelhanças com o contexto científico, mas assumem configurações muito próprias” (idem, p. 103). No entanto, podemos considerar que esses processos não apagam por completo determinadas normas científicas, servindo como constituintes atrativos da aprendizagem, bem como, servem como base de explicação didática (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

A exemplo, podemos trazer para a conversa os animais. Diante do ensino de zoologia, nos deparamos com professores acionando aparatos e compreensões científicas sobre quem são os animais ou como organizá-los para a compreensão humana. Seja em exposições de animais fixados ou taxidermizados, seja a partir de uma concepção de animal enquanto recurso numa tentativa de convencimento da necessidade de “preservação” e “conservação” dos mesmos. Os “diferentes objetos que permeiam a disciplina escolar Biologia – animais taxidermizados, modelos didáticos, microscópios e lupas entre outros – ocupam um lugar central nos sentidos pelos quais a disciplina é concebida” (OLIVEIRA e GOMES, 2020, p.3).

Assim, a introdução dos estudantes em procedimentos “quase” científicos - como a preparação de lâminas e o desenvolvimento de habilidades de observação - torna-se não apenas a instauração de representações simbólicas no contexto didático, mas também uma aproximação do contexto científico que dá concretude aos processos de ensinar e aprender (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009, p.105)

Muitas vezes, esse legado experimental herdado pela disciplina escolar se constitui como um “episódio, e quando a escola dispõe de um laboratório, a visita a esse espaço constitui, em certos casos, verdadeira ‘excursão’ que atrai a curiosidade dos alunos, quebrando a ‘monotonia’ das aulas expositivas” (ibid, p.108). Ainda com os animais, é interessante pensarmos em como a presença desses carrega um certo encantamento e movimento do corpo escolar, muito pelo fato de aulas que envolvem corpos de animais serem um acontecimento que remodela o cotidiano da disciplina. Mas, cabe ponderar que a chegada desses animais na escola, por exemplo em coleções didáticas, se dá por meio da alquimia dos mesmos.

Isto é, as coleções zoológicas ou os textos de livros didáticos que entram na escola para atender fins de aprendizagem carregam consigo normas sobre como aprender e o que ensinar a respeito dos animais. E não apenas. Em meio aos processos alquímicos, os discursos sobre animais que circulam nas práticas educativas fabricam, também, quem são ou devem ser esses humanos e seus “outros”. Descomprimindo a participação de animais no ensino, pensamos que no interior dessas práticas há disposições que produzem o “bom professor”, o “bom aluno” e o “bom animal” diante dos anseios dessa comunidade discursiva.

Para mais, por essas mesmas vias define-se também os abjetos, aqueles que não atingem a norma esperada por essas práticas discursivas. O aluno na “média” ou com “baixo desempenho”, o professor que não soube ser “interdisciplinar” ou “contextualizar” esses animais durante a aula e, até mesmo, os animais de pouco “valor didático” ou de “difícil coleta”, são definidos e confinados na dinâmica de ensinar e aprender com animais. O que buscamos com esses apontamentos é na verdade um pedido: Que não subestimemos a presença de animais em aulas de Ciências e Biologia, supondo que os mesmos não produzem efeitos de poder. Supondo que sejam apenas objetos escolares que constroem sentidos para uma disciplina. Aceitando que não há outras maneiras de escrever essa história sobre o ensino de animais.

Imersos nessa mistura alquímica que transborda vidrarias, molha bancadas e escorre pelo chão, talvez tenha chegado a hora de considerarmos a potência de se aprender *com* animais, e não infimamente *sobre*. E não é no sentido de trazer cada vez mais outros que humanos para os currículos, é mais sobre assumirmos que “nós” e “eles” de partida já estamos intrinsecamente inscritos nisso que preconizamos como curricular, como escolar, como prática, como vida. É oportunizar a emergência de outros modos de aprender, de pesquisar, de referir e de conviver com esses animais que ensinam e aprendem conosco.

Para além dos anseios pedagógicos, esses animais de coleção ao ocuparem o espaço escolar disseminam também algumas normas científicas de entendimento sobre o que é possível a outros que humanos. Podemos pensar que o contexto histórico da seleção desses animais para compor coleções ou aulas práticas, “esclarece as razões das escolhas feitas e dos objetivos de ensino a eles relacionados em determinado período, leva-nos também a pensar sobre os usos e finalidades deles em nossas salas de aula nos dias de hoje” (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009, p. 121).

Se o campo nos indica ser importante conceber a Biologia em meio às contingências da disciplina escolar e sua ciência de referência, a alquimia se mostra como um caminho teórico-metodológico possível para conceber essa intercomunicação e sua relação com a produção de sentidos sobre outros que humanos nas práticas educativas. Ainda, nos permite considerar que tais práticas participam da construção de sistemas de raciocínios pelos quais tornamos inteligíveis os nossos outros naturais e artificiais. Os espaços de confinamento e a alquimia das matérias escolares favorecem o entendimento de que os “discursos da prática pedagógica ‘decretam’ não somente os limites da ‘razão’, mas também os de quem está incluído, como razoáveis e normais” (POPKEWITZ, 2001, p. 137).

É aberta a possibilidade de considerar que processos de “especialização”, “fragmentação” e “institucionalização”, bem como, os relacionados a “recontextualização”, “seleção cultural” e “valorização social” podem estender-se muito mais do que apenas na direção da legitimidade da Biologia enquanto ciência e disciplina escolar. Tais processos podem ser entendidos como discursos que circulam no universo pedagógico e científico delimitando a ciência de referência e a disciplina escolar, ao passo que também fabricam os *selves* que participam dessa rede discursiva.

Por isso e com isso, tensionamos o campo pondo em xeque as regras de poder que encerram outros que humanos nas práticas pedagógicas. Concebemos essas práticas sendo perpassadas por feixes de poder que qualificam e desqualificam os animais – sejam eles humanos ou não - para a ação e participação no contexto curricular. E no limite, se não há chance de escaparmos desses espaços de confinamento produzidos na disciplina escolar, que pelo menos junto aos outros animais possamos deformá-los diante disso que pretendemos educação.

3. ROTAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Pensar e analisar as práticas significa aceitar que não destruiremos o grande mal, nem faremos irromper o grande e belo absoluto da total liberação; significa que, modestamente, podemos estar participando de uma reescrita de nós mesmos, do estabelecimento de uma nova prática. Melhor? Não o sabemos. O certo é que a história, como quer Foucault, é o que fazemos dela (FISCHER, 2002b, p. 66).

Como anunciado, propomos percorrer terrenos desafiadores na busca pela compreensão da maneira como as práticas pedagógicas¹³ confinam animais em meio a disciplina escolar Biologia. Para isso, é preciso traçar rotas e apontar a bússola que estamos a carregar. Diante da discussão teórica fomentada, é preciso conceber o quão íntimo está aquilo que pensamos como metodologia, com aquilo por muito separado como teoria. Dessa forma, entendemos que os apontamentos teóricos feitos nos capítulos anteriores fornecem neles mesmos um método de trabalho. Tendo isso em foco, antes de apresentarmos o material empírico desta pesquisa, ecoamos algumas perspectivas discursivas que nos auxiliarão na investida proposta neste trabalho.

Tomamos de empréstimo – ainda que de forma compendiosa – algumas reflexões foucaultianas para essa conversa que pretendemos estabelecer com a comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia. Ao iniciar o percurso analítico, se torna importante desviarmos de caminhos que nos levem a conceber o poder no plano da absoluta posse, de alguém que o detém e pretende algo. Para percorrermos essa comunidade discursiva, focalizamos o poder em suas extremidades, “onde ele se relaciona direta e imediatamente com aquilo que podemos chamar provisoriamente de seu objeto, seu alvo ou campo de aplicação, quer dizer, onde ele se implanta e produz efeitos reais” (FOUCAULT, 1979, p. 102).

Portanto, não perguntaremos por que alguns querem dominar os animais ou o que pretendem, de modo universal, com o uso dos mesmos em práticas pedagógicas. Entendemos que é preciso olhar para os processos de sujeição na tentativa de compreender como os mesmos, de forma contínua e ininterrupta, “sujeitam os corpos, dirigem os gestos, regem os comportamentos, etc” (ibid.). Se trata mais de dar atenção ao modo como foram constituídos, progressiva e historicamente, os discursos e materialidades desses animais em práticas

¹³ Consideramos, em meio aos processos alquímicos (POPKEWITZ, 2001), que as práticas pedagógicas podem ser concebidas como práticas discursivas que se dão no âmbito da disciplina escolar. Desse modo, ao longo da análise nos referimos às práticas discursivas e pedagógicas entendendo-as com sentidos aproximados.

pedagógicas. Ainda, considerar que essa constituição se dá em relações de poder capilarizadas, em meio a “multiplicidade dos corpos, das forças, das energias, das matérias, dos desejos, dos pensamentos etc” (ibid.).

O poder funciona e se exerce em rede. Nas suas malhas os indivíduos não só circulam mas estão sempre em posição de exercer este poder e de sofrer sua ação; nunca são o alvo inerte ou consentido do poder, são sempre centros de transmissão. Em outros termos, o poder não se aplica aos indivíduos, passa por eles. Não se trata de conceber o indivíduo como uma espécie de núcleo elementar, átomo primitivo, matéria múltipla e inerte que o poder golpearia e sobre o qual se aplicaria, submetendo os indivíduos ou estraçalhando-os. Efetivamente, aquilo que faz com que um corpo, gestos, discursos e desejos sejam identificados e constituídos enquanto indivíduos é um dos primeiros efeitos de poder. Ou seja, o indivíduo não é o outro do poder: é um de seus primeiros efeitos. O indivíduo é um efeito do poder e simultaneamente, ou pelo próprio fato de ser um efeito, é seu centro de transmissão. O poder passa através do indivíduo que ele constituiu (FOUCAULT, 1979, p.103).

Desse modo, outro ponto importante dessa rota é considerar que o poder atravessa e produz os animais outros que humanos no contexto das práticas educativas. Esse movimento é importante para que não suponhamos que esses animais são meros “súditos” de humanos que ensinam e aprendem com eles. Com isso, não estamos dizendo que essas relações de poder são sempre simétricas, ou que esse seja o fim a ser alcançado – se é que é possível - mas, assumindo que existe uma relação assimétrica entre humanos e outros que humanos nas práticas pedagógicas. No entanto, essa assimetria não está dada, há fricções nessas relações de poder que podem produzir muito mais do que o domínio sobre esses seres.

Rosa Fischer (2002a; 2002b), em interlocução com reflexões discursivas foucaultianas, delimita alguns caminhos investigativos com os quais fazemos uma conversa. Os materiais ditos “discursivos”, “textuais”, “imagéticos”, como os livros didáticos e artigos acadêmicos que serão examinados nesta pesquisa, “podem e devem ser analisados, estudados na condição de textualidade, para que, através de um trabalho metódico com eles, possam ser descritos enunciados” (FISCHER, 2002b, p.64) sobre a participação dos animais na disciplina escolar Biologia.

Olharemos para esse corpo empírico como um conjunto de textos associados a inúmeras práticas sociais, localizadas historicamente no tempo e no espaço, em meio à uma comunidade discursiva que elabora a disciplina escolar Biologia. Isto é, não estamos considerando tais textos

como palavras soltas, inertes ou alheias que precisam ser realocadas em nossa análise para que seus sentidos “ocultos” sejam revelados. A “concepção foucaultiana de discurso, como uma prática que forma os objetos de que fala, é uma concepção de consequências teóricas e práticas imediatas” (FISCHER, 2002a, p.43). Assim, a intenção é explorar essa textualidade como prática que ela é, por meio da qual são fabricados sujeitos e corpos, modos de existência, de ser e de estar no mundo. É mais sobre ver os textos “na sua materialidade pura e simples de coisas ditas em determinado tempo e lugar” (ibid.).

Ao operar sobre os livros didáticos e artigos científicos, buscaremos analisar os textos extraindo deles enunciados de discursos sobre os animais nas práticas pedagógicas. As frases, imagens, proposições e atos de linguagem “são atravessados por enunciados, por elementos de uma discursividade que precisam ser complexificados, multiplicados, através de um minucioso trabalho que consiste, basicamente, em colocar as coisas ditas na situação de coisas relacionais” (FISCHER, 2002a, p.52). Desse modo, entendemos que se trata de conceber essa textualidade não como uma mera expressão de ideias e pensamentos, mas, como uma prática discursiva que fala segundo determinadas regras que afirmam verdades de um tempo, sendo preciso expor as relações que se dão dentro dessa rede discursiva (FISCHER, 2001).

Inspirados pelo trabalho de Fischer (2002a, p.52), vamos atuar de dois modos nesse percurso analítico: a) “associando os ditos a determinadas práticas, a modos concretos e vivos de funcionamento, circulação e produção de discursos”; b) “correlacionando os enunciados a outros, do mesmo campo ou de campos distintos”. A intenção é percorrer esse corpo empírico na busca pelo modo como o confinamento se dá, considerando uma inerente luta em torno da imposição de sentidos, desviando da sedução de explicações lineares e de causa e efeito, e apostando na complexidade e multiplicação desses enunciados.

Multiplicar relações significa situar as coisas ditas em campos discursivos, extrair delas alguns enunciados e colocá-los em relação a outros, do mesmo campo ou de campos distintos. É operar sobre os documentos, desde seu interior, ordenando e identificando elementos, construindo unidades arquitetônicas, fazendo-os verdadeiros monumentos. É perguntar: por que isso é dito aqui, deste modo, nesta situação, e não em outro tempo e lugar, de forma diferente? (FISCHER, 2001, p. 205)

Sendo o nosso foco identificar e explorar discursos que, em meio a comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia, produzem sentidos sobre os animais outros que humanos, apresentamos o material empírico selecionado para este empreendimento. A partir

dessas fontes, teceremos nossos apontamentos sobre o confinamento e a alquimia dos animais na disciplina escolar Biologia.

3.1 Os animais nas produções científicas do Ensino de Biologia

Este levantamento intenciona mapear produções científicas que discorram sobre os animais nos livros, materiais didáticos e práticas da disciplina escolar Biologia. Para tal aposta, optamos por selecionar produções do campo do Ensino de Biologia e áreas afins - Ensino de Ciências e Educação em Ciências – das últimas duas décadas. Essa delimitação temporal leva em conta que as produções acadêmicas sobre o uso prejudicial de animais no ensino têm intensificação em nosso país, também, nesse período (SANTOS, 2018).

A busca se deu a partir da seleção de artigos científicos presentes nos seguintes bancos de dados *online*: Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio (REnBio); Revista Ciência & Educação (Bauru); Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências e na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC). Além desses periódicos específicos do campo a ser analisado, abrimos a busca para a plataforma SciELO e o Portal de Periódicos da CAPES na intenção de maior abrangência de produções.

A REnBio¹⁴, criada em 2005, é a revista de Ensino de Biologia da SBEnBio - Associação Brasileira de Ensino de Biologia – com esforços em consolidar sua presença no cotidiano dos professores de Biologia, ao mesmo tempo em que oferece espaço para a produção acadêmica na área de Ensino de Biologia.

A Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências¹⁵ possui foco em produções acadêmicas dos campos do Ensino de Ciências; Educação em Ciências; Educação em Saúde e Educação Ambiental. Este periódico busca atender aos critérios de rigor científico e relevância social e educativa. Tem como público alvo pesquisadores e estudantes das áreas da Educação Científica e o Ensino das Ciências Naturais.

¹⁴ <http://sbenbio.journals.com.br>

¹⁵ <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/index>

A *Ciência & Educação*¹⁶, criada em 1995, é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Faculdade de Ciências, campus de Bauru. Voltada para publicação de artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à educação em ciências e áreas relacionadas.

A *RBPEC*¹⁷ é o periódico oficial da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e tem como objetivo disseminar os resultados advindo de pesquisas e reflexões na área de Educação em Ciências, considerando o desenvolvimento de ações educativas responsáveis e comprometidas com a melhoria da educação científica e com o bem estar social.

A *SciELO*¹⁸ é uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros e de outros países, resultado de um projeto de pesquisa da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, em parceria com a BIREME - Centro Latino Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde.

O Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹⁹, é uma biblioteca virtual que oferece acesso a textos completos disponíveis em mais de 37 mil publicações periódicas, internacionais e nacionais, e a diversas bases de dados que reúnem desde referências e resumos de trabalhos acadêmicos e científicos até normas técnicas, patentes, teses e dissertações, dentre outros tipos de materiais, cobrindo todas as áreas do conhecimento.

Para o levantamento, utilizamos as seguintes palavras-chave nos bancos de dados diretamente relacionados com o campo do ensino de Biologia: **animais, fauna e zoologia**. Em relação à busca nas plataformas com resultados que abarcam produções de inúmeros campos de pesquisa, como a *SciELO* e o Portal de Periódicos da CAPES, usamos as seguintes combinações refinadas em busca para artigos: **animais livros didáticos, zoologia livro**

¹⁶ <https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu>

¹⁷ <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/index>

¹⁸ www.scielo.br/

¹⁹ <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

didático, material didático animal, animais ensino de biologia, ensino de zoologia, animais recurso didático. Para a seleção dos artigos, foi realizada a leitura dos títulos e palavras-chave.

Como resultado do percurso metodológico apresentado, foram encontrados 58 artigos. Os trabalhos encontrados em repetidas bases de dados foram contabilizados somente uma vez a partir do banco de dados de publicação original. A exemplo, todos os artigos encontrados na Ciência & Educação (Bauru) se mostraram presentes na plataforma SciELO, sendo contabilizados uma única vez na contagem de produções da revista de publicação. O quadro a seguir apresenta a proporção de produções científicas encontradas nas bases de dados analisadas:

Quadro 1: Proporção de produções científicas encontradas nas bases de dados.

BASES DE DADOS	Nº DE TRABALHOS
Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio (REnBio)	05
Revista Ciência & Educação (Bauru)	07
Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	05
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	08
SciELO	02
Portal de Periódicos da CAPES	31
TOTAL	58

No total de 58 produções, há pesquisas que envolvem os animais em contextos outros que o da disciplina escolar Biologia, como no museu e zoológico, ou em que animais assumem um caráter de subtema na pesquisa. Dessa forma, foi realizado um refinamento da busca nas produções bibliográficas encontradas para elencar aquelas que discorressem sobre os animais nos livros, materiais didáticos e práticas da disciplina escolar.

Reconhecendo que o ensino sobre animais é compartilhado entre as disciplinas Ciências e Biologia, e na tentativa de abranger um maior número de produções, optamos por considerar para análise os artigos nos quais os animais são abordados no contexto escolar das disciplinas referidas. Assim, do total de trabalhos encontrados, 20 foram selecionados a partir da leitura de

seus resumos. Após essa leitura, nos casos onde restassem dúvidas se a produção científica se encaixava ou não no interesse desta pesquisa, a mesma era analisada por completo. Os artigos selecionados com base nos critérios de busca foram organizados no quadro a seguir:

Quadro 2: Artigos selecionados e siglas pelas quais serão referidos.

SIGLA	FONTE	TÍTULO	AUTOR (A)	ANO
A1	REnBio	O ensino de zoologia em escolas da Superintendência Regional de Ensino de Caratinga/Minas Gerais	Moreira, N. S., & Matos, I. M. de.	2020
A2	PERIÓDICO CAPES	O ensino em zoologia e o pressuposto utilitarista: uma análise dos livros didáticos do ensino médio (PNLD 2018-2020)	Hugo José C.C de Azevedo <i>et al</i>	2020
A3	PERIÓDICO CAPES	Perfis biológico, sociobiológico e cultural nas concepções de estudantes do ensino médio sobre animais	Renato Araújo Torres de Melo Moul, <i>et al.</i>	2020
A4	PERIÓDICO CAPES	Contribuição do jogo didático “Conhecendo os invertebrados” para o ensino de Biologia.	Romano, M. A. <i>et al.</i>	2020
A5	PERIÓDICO CAPES	Representações de “insetos” por crianças do ensino fundamental e implicações para o diálogo nas aulas de ciências naturais	Pâmela Gisela Silva Araújo <i>et al.</i>	2020
A6	PERIÓDICO CAPES	Estudando os anfíbios: uma proposta didática.	Antonia Adriana Mota Arrais	2019
A7	REnBio	A observação de joaninhas [Harmonia axyridis (Pallas, 1773), Coleoptera, Coccinellidae] como ferramenta de alfabetização científica em uma Escola de Educação Infantil.	Lopes, T. G. G., <i>et al.</i>	2018
A8	PERIÓDICO CAPES	Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na percepção de alunos do ensino médio do município do Rio de Janeiro – A importância do ensino de ciências/biologia na conservação dos morcegos.	Michele Da Costa Pinheiro <i>et al.</i>	2018

A9	PERIÓDICO CAPES	Proposta para o ensino de zoologia dos vertebrados a partir de paródias	Érica Freitas de Almeida ; et al	2017
A10	PERIÓDICO CAPES	Confecção de uma coleção didática para o ensino de Zoologia: Conhecer para preservar o Litoral Norte do Rio Grande do Sul	Pinheiro, M. S.; Scopel , J. M.; e Bordin, J.	2017
A11	PERIÓDICO CAPES	Uso de cupins (Isoptera: Insecta) como ferramenta no ensino de Ciências e Educação Ambiental	Junior, L. C.; Santana, L. P.; Santos, C. A.	2016
A12	RBPEC	Análise do Conteúdo Serpentes nos Livros Didáticos de Ciências do 7º Ano do Município de Blumenau	Bergmann, A. G., & Dominguni, L.	2015
A13	CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	Calangos e lagartixas: concepções sobre lagartos entre estudantes do Ensino Médio em Fortaleza, Ceará, Brasil.	Passos, Daniel Cunha <i>et al.</i>	2015
A14	RBPEC	Ensino do Filo Porifera em região de espongi fauna: o ambiente imediato em aulas de Ciências	Santos, G. J. G., Pinheiro, U. dos S., & Razera, J. C. C.	2013
A15	RBPEC	Análise do conteúdo de zoologia de vertebrados em livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2009.	Silveira, E. L. da, Gealh, A. M., Morales, A. G., & Caldeira, C. S.	2013
A16	PERIÓDICO CAPES	Na teia do conhecimento: a biologia das aranhas trabalhada por meio do ensino por projetos.	Cardoso, J.C.F. <i>et al.</i>	2013
A17	RBPEC	O uso de diferentes estratégias no ensino de artrópodes: relato de uma experiência.	Silva, V. M. da, Silva, J. da, & Geller, M.	2012
A18	RBPEC	Desenvolvimento do conteúdo sobre os insetos nos livros didáticos de ciências	Almeida, A. V. de, Silva, L. S. T. da, & Brito, R. L. de.	2011
A19	CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de ciências.	Ferreira, A. de M. e Soares, C. A. A.	2008

A20	CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná.	Santos, Juliana Cristina dos et al.	2007
-----	--------------------	--	-------------------------------------	------

Os trabalhos selecionados são entendidos como parte das produções da comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia. A intenção ao olhar para elas é identificar e explorar os discursos que produzem sentidos sobre os animais, considerando que esses discursos mobilizam a criação de determinados espaços nos quais os animais são confinados. Ao analisar esses trabalhos, buscaremos entender as regras e padrões que vêm forjando os animais possíveis de serem ensinados no campo discursivo do ensino de Biologia.

3.2 Livros didáticos: jaulas abertas?

Apostamos no debruçamento sobre os discursos acerca dos animais também nos livros didáticos de Biologia. Considerando os LDs como fontes históricas (GOMES, 2008; GOMES, SELLES e LOPES, 2013) e que os mesmos possuem um “percurso e um tempo histórico próprios, cujo significado, sentido e evolução, representação e apropriação se documentam, compreendem, explicam e narram no quadro da história cultural” (MAGALHÃES, 2006, p. 14), acreditamos no potencial desse material como fonte para atender o objetivo proposto.

Retomando a compreensão da participação do livro didático na alquimia das matérias escolares (POPKEWITZ, 2001), em que o mesmo pode ser pensado numa rede discursiva que “determina o ritmo, proporciona os critérios da aprendizagem e define as fórmulas pelas quais se chega à verdade” (ibid., p. 117), consideramos que o “manejo” do conhecimento zoológico desse material didático é também o das crianças e professores, através da inscrição de normas sobre o pensar, o sentir, o entender e o ser em relação aos animais confinados na disciplina escolar Biologia.

Concebemos também, que a composição textual e imagética do livro didático se dá em meio aos discursos circulantes na comunidade discursiva da referida disciplina. Diante da relação proposta neste trabalho entre comunidade discursiva e espaços de confinamento, reforçamos o entendimento de que os discursos que atravessam esses livros produzem o encerramento de outros que humanos em espaços pelos quais são escrutinados.

Ainda, a trajetória de análises desse material didático em nosso grupo de pesquisa (GOMES, 2008; FONTES, 2013; ALVES, 2016; PINTO, 2018; MORAES, 2020) e sua configuração como “produções escolares que expressam os sentidos das práticas curriculares, bem como produzem significados sobre as definições do que se ensina, de como se ensina e de qual formação docente deve ser desenvolvida” (GOMES, SELLES e LOPES, 2013, p. 481) nos estimulam investiga-lo.

Viñao (2008) chama atenção para a relação entre a história das disciplinas escolares e a história dos livros didáticos. Em certo grau, “a análise dos livros de texto e do material de ensino como produtos pedagógicos e culturais, somente adquirem um sentido histórico pleno quando se inclui no âmbito mais amplo da história das disciplinas” (p. 192). Num movimento de não redução da história das disciplinas escolares à história dos seus materiais, manuais e livros didáticos, o autor nos provoca a pensar que:

Talvez tenha chegado a hora de se perguntar, mantendo seus traços e aspectos próprios, se não seria conveniente inserir estes estudos no contexto da história das disciplinas ou, ao menos, conectá-los à mesma? Quer dizer, se ao invés de continuar analisando as disciplinas escolares através dos livros de texto não seria preferível analisar esses através da história das disciplinas? (VIÑAO, 2008, p. 193).

Assim, buscamos construir nossa análise a partir do olhar para os discursos presentes na comunidade discursiva do ensino de Biologia, tendo como base as teorizações curriculares sobre política espacial e alquimia das matérias escolares (POPKEWITZ, 2001; 2010; 2011; 2020) em diálogo com os aspectos históricos da disciplina escolar Biologia (SELLES e FERREIRA, 2005; MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009; JAEHN e FERREIRA, 2012).

A história, as disputas e discursos dessa disciplina podem nos auxiliar a compreender os animais produzidos e confinados em meio a suas práticas educativas. Entendemos que para além do que tem sido ensinado em relação aos animais, existem discursos pedagógicos e científicos mais amplos que sancionam esses conteúdos – e a forma como aparecem- nos livros de Biologia. São os enunciados desses discursos que buscamos fazer emergir para tecer nossas considerações sobre o confinamento discursivo de outros que humanos na disciplina referida.

A intenção inicial era utilizar os materiais do Acervo Histórico de Livros Didáticos do Projeto Fundação Biologia (ALMEIDA e GOMES, 2012), no entanto, diante da impossibilidade de circulação e risco por conta da crise sanitária de Covid-19, decidimos por trabalhar com

livros didáticos em formato digital. Desse modo, encontramos a plataforma **e-docente**²⁰, um portal de conteúdos sobre educação pensado para professores, disponibilizando materiais didáticos aprovados no PNLD e mantido pelas editoras Ática, Scipione, Saraiva e Atual.

Por meio desse portal, foi possível ter acesso a três coleções de livros didáticos de Biologia dentre as dez aprovadas no último PNLD do Ensino Médio (2018). Cada coleção possuía três volumes e os arquivos digitais disponíveis para download se referiam ao Manual do Professor, composto pelo livro do estudante e acrescido de orientações didáticas e notas explicativas. Decidimos pela seleção de uma coleção de livros didáticos de Biologia distribuída pelo PNLD (2018), visto que a mesma ainda se encontra em circulação nos espaços escolares diante da vigência do Programa.

A escolha de livros contemporâneos para nossa análise se dá pela consideração dos múltiplos atravessamentos que perpassam a produção desse material. Isto é, possivelmente carregam misturas das influências dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), dos movimentos sócio-históricos da disciplina, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), das legislações e movimentos sociais em torno dos debates mais recentes sobre Direito Animal e outras. É nesse lugar contemporâneo, diversificado e alquimicamente transformado do livro didático de Biologia que apostamos a nossa análise.

A coleção elegida é de autoria de Sônia Lopes²¹ e Sergio Rosso²², ambos zoólogos, e com uma adesão considerada de seus livros didáticos nos espaços escolares e científicos, visto

²⁰ <https://www.edocente.com.br/>

²¹ Possui Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (1977), Licenciatura em Ciências pela Universidade de São Paulo (1977), Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo (1983) e doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade de São Paulo (1991). Atuou como professora e pesquisadora no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, tendo se aposentado da USP em 2017. Linhas de pesquisa na área de Biologia Marinha, com moluscos bivalves, e na Área de Pesquisa em Ensino de Ciências e de Biologia. Autora de livros educativos para a escola básica. Autora e coordenadora de livros didáticos destinados ao ensino superior na área de Licenciatura em Ciências dentro do convênio USP/UNIVESP (Universidade Virtual do Estado de São Paulo). Foi diretora de Conteúdo do Museu Catavento em São Paulo (2009). Texto informado pela autora no Currículo Lattes. Acesso em: 20/04/2021. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/4508121998336607>

²² Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade de São Paulo (1984) e doutorado em Ciências (Zoologia) pela Universidade de São Paulo (1990). Atuou como Professor Doutor MS-3 entre junho de 1986 e janeiro de 2017 no Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, onde ministrou diversas disciplinas nas áreas de Ecologia, estatística, tratamento de dados em pesquisas biológicas e técnicas pedagógicas, em níveis de graduação e pós-graduação. Desde Fevereiro de 2017 é professor aposentado da USP. Texto informado pelo autor no Currículo Lattes. Acesso em: 20/04/2021. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/0771449515557257>

inúmeras pesquisas que utilizaram esses materiais para diversas análises no campo (LOUZADA-SILVA e CARNEIRO, 2013; SOUZA e ROCHA, 2017; DIAS e DE ABREU CARLAN, 2018; SILVÉRIO e MOTOKANE, 2019; MATTOS, 2019). Focando também nos tópicos de conteúdo dos LDs disponíveis na plataforma e-docente, a coleção desses autores indicou apresentar de modo substancial a abordagem zoológica.

Pela leitura dos sumários e apresentação das três coleções no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2018 – Biologia (BRASIL, 2017), a coleção **Bio** demonstrou ter maior proximidade com nossos anseios diante da pesquisa, isto é, aquela que possivelmente apresenta diferenciados modos de conceber os sentidos atribuídos aos seus animais. A figura a seguir apresenta a capa de cada um dos volumes que compõem a obra, sendo todos ilustrados com fotografias de animais em primeiro plano.

Figura 1: Capas dos livros analisados da coleção Bio aprovada no PNLD (2018)



Fonte: Compilação do autor²³

A obra apresenta três volumes organizados em unidades que se subdividem em capítulos. Numa visão geral dos livros, é possível perceber que a dimensão conceitual é apresentada de maneira atualizada, em que “algumas seções e boxes articulam questões atuais da Biologia e suas interfaces com o cotidiano e a sociedade contemporânea, contribuindo para apresentação do conhecimento científico como provisório e relacionado a um contexto histórico-social” (BRASIL, 2017, p.51). No início de cada livro, há uma seção informando a estrutura básica da obra, denominada **Conheça seu Livro**. Cada unidade dá foco a um grande

²³ Montagem a partir das imagens de capa retiradas do portal e-docente: <https://www.edocente.com.br/pnld/2018/>

tema da Biologia e os capítulos buscam aproximar os estudantes dos conceitos básicos, relacionando-os, sempre que possível, a outras áreas do saber (BRASIL, 2017).

A abertura dos capítulos é composta por uma figura legendada e pela seção **Pense nisso** que, por meio de uma lista de indagações, visa despertar o interesse e contribuir para que o professor possa identificar os conhecimentos prévios dos estudantes. O texto principal é acompanhado de ilustrações, boxes explicativos e sugestões de atividades práticas que compõem as seções **Colocando em foco** e **Despertando ideias**. Ao final de cada capítulo, as seções **Tema para discussão** e **Ampliando e integrando conhecimentos** possibilitam a leitura de textos e atividades complementares e o desenvolvimento de competências e habilidades exigidas pelo Enem. Na seção **Retomando**, o estudante é convidado a retomar as respostas dadas na seção **Pense nisso**. A seção **Testes** encerra cada capítulo com uma lista de questões de vestibulares e do Enem dos últimos anos, com o gabarito disponibilizado na última página de cada livro. Ao final de cada volume, encontram-se as **Sugestões para consulta**, compostas por uma lista de livros comuns aos três volumes e uma relação específica de sites para cada livro (BRASIL, 2017, p.52, grifo do autor).

O Manual do Professor apresenta diferenciadas abordagens contextuais dos conteúdos, além de sugerir respostas, comentários e uma variedade de atividades extras, indicação de links e uso de filmes para complementar as aulas. Carrega diferentes orientações didáticas que “valorizam o papel mediador dos professores, enfatizando a autonomia docente e possibilitando a reflexão sobre a sua prática. Também indica uma lista de livros de fundamentação biológica e diversas leituras complementares” (BRASIL, 2017, p.54). Diante do exposto, creditamos nesses livros nossos esforços teórico-metodológicos. O quadro a seguir mostra a relação de cada volume com a sigla pela qual será referido no decorrer do trabalho. Para a análise de cada livro, foi realizada uma leitura detalhada da apresentação, sumário, imagens e capítulos, destacando enunciados relacionados aos animais outros que humanos no âmbito da disciplina escolar.

Quadro 3: Referências dos livros analisados e siglas pelas quais serão referidos.

REFERÊNCIA	ISBN	SIGLA
LOPES, S. e ROSSO, S. Bio, volume 1 / Sônia Lopes, Sergio Rosso – 3. ed., São Paulo: Saraiva, 2016.	978-85-472-0502-7	L1
LOPES, S. e ROSSO, S. Bio, volume 2 / Sônia Lopes, Sergio Rosso – 3. ed., São Paulo: Saraiva, 2016.	978-85-472-0504-1	L2
LOPES, S. e ROSSO, S. Bio, volume 3 / Sônia Lopes, Sergio Rosso – 3. ed., São Paulo: Saraiva, 2016.	978-85-472-0506-5	L3

3.3 Categorias-espaço de análise

Portanto, uma primeira leitura dos materiais empíricos ocorreu de modo intuitivo e bastante livre, pela qual recolhemos ditos que se referiam aos animais no contexto das práticas educativas da disciplina escolar Biologia. Esse arranjo de textos recortados, posteriormente, foi lido com a intenção de colocá-los em relação uns com os outros para fazer emergir enunciados possíveis que evidenciassem a formação discursiva do confinamento e da alquimia que produzem esses animais.

Assim, os trechos retirados dessas fontes foram postos em funcionamento diante das reflexões teóricas que formularam o objetivo desta pesquisa, assim como delimitaram o modo pelo qual analisamos, lemos e observamos tais enunciados. A organização desses dados envolveu anotar ideias sugeridas pelos textos até que as mesmas mostrassem certa regularidade, possibilitando a elaboração de um quadro enunciativo sobre os animais na comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia (APÊNDICE A).

Na intenção de tornar mais forte essa viga que intercomunica nossa empiria com a teoria acionada, ao passo que enunciados foram emergindo com a leitura dessas fontes e apontando possíveis formações discursivas que produzem o confinamento dos animais, percebemos que tais discursos poderiam funcionar como categorias analíticas. Isto é, colocamos essa discursividade em sua relação com os espaços de confinamento e apostamos adotar em nosso percurso analítico categorias-espaço de análise. A exemplo, na medida em que enunciados sobre “ciclo de vida”, “cadeia alimentar”, “diversidade animal” e “conservação da natureza” foram aparecendo, reunimos os mesmos numa formação discursiva que chamamos de “ecológica”. Desse modo, conforme a ecologia se mostrava como um discurso normalizador dos espaços habitados por animais, assumimos o “discurso ecológico” como uma categoria-espaço usada para a análise.

Tal movimento se desdobrou para os demais enunciados que nos eram apresentados no processo de leitura e releitura das fontes. As categorias-espaço se mostraram possíveis visto que colocamos esses enunciados numa condição relacional, multiplicando-os diante do corpo empírico e buscando comunicações e rupturas que pudessem nos indicar a reunião dos mesmos num espaço de confinamento comum. De modo não exterior, o processo de análise conduziu o surgimento de categorias-espaço que iam se desenhando gradativamente, em meio a construção e desconstrução das mesmas diante dos movimentos teórico-metodológicos.

As estratégias usadas para fazer emergir tais categorias se relacionaram intimamente com os apontamentos teóricos e as questões de pesquisa apresentadas no início do trabalho e que retomamos aqui: **(i)** De que forma as produções acadêmicas do ensino de Biologia têm abordado os animais? **(ii)** Que tipos de conhecimentos são mobilizados para o ensino de animais? **(iii)** Que animais são produzidos nos discursos que deslizam pelo espaço escolar e em seus materiais didáticos?

Mediante o exposto, zigzagueando entre teoria e empiria, emergiram oito categorias-espço nesse recorte analisado da comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia. O quadro 4, a seguir, mostra a relação dessas categorias-espço com as delimitações enunciativas usadas para a elaboração das mesmas. Embora estejamos apresentando essas categorias compartimentalizadas, entendemos que tais formações discursivas se encontram sobrepostas e num contínuo estabelecimento de relações de poder. Na medida em que as considerações acerca do confinamento dos animais foram tecidas, também nos empenhamos em borrar as fronteiras das categorias-espço para que as mesmas não soassem apartadas, compondo assim uma complexa rede discursiva que demonstra as regras e padrões que vêm produzindo os animais humanos e outros que humanos nos currículos escolares.

Fica mais fácil a compreensão desse movimento se olharmos para o quadro enunciativo sobre os animais na comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia (APÊNDICE A). Na medida em que os enunciados foram emergindo diante das rotas teórico-metodológicas apresentadas, os mesmos nos indicavam participar de diferentes formações discursivas. Isto é, ao estabelecer relações entre os enunciados e multiplica-los em meio à empiria, percebemos que determinados ditos constituíam múltiplas categorias-espço. A exemplo, ao apresentar os cupins como uma organização social interessante, não oferecendo risco à saúde e podendo ser coletados em grande número, notamos tal enunciado participando da elaboração das categorias ecológica, periculosa e quantitativa simultaneamente.

Quadro 4: Categorias-espço de análise.

CATEGORIA-ESPAÇO	DELIMITAÇÃO ENUNCIATIVA
Ecológico	Enunciados sobre a participação dos animais no ecossistema, seus ciclos de vida, níveis tróficos, relações interespecie, equilíbrio ambiental, relações com meio ambiente, preservação, conservação, fauna regional, biologia do animal e questões socioambientais.
Periculoso	Enunciados sobre a relação dos animais com saúde pública, medidas profiláticas, contaminação, hospedeiros de patógenos, periculosidade, acidentes, nojo, repulsa, medo, nocividade e produção de fármacos.
Quantitativo	Enunciados sobre número de espécies, riqueza taxonômica, diversidade animal e biodiversidade.
Teórico-Prático	Enunciados sobre os animais em suas relações com aulas teóricas e aulas práticas, exposição prática, uso de mecanismos para complementar aulas teóricas, lúdico e espaço laboratorial.
Experiencial	Enunciados sobre o manuseio de animais, experimentação, observação, coleta e outros procedimentos tradicionais da experimentação científica e da experiência pedagógica envolvendo animais.
Evolutivo	Enunciados sobre os processos evolutivos dos animais, classificação biológica, sistemática, relação de parentesco, hierarquização dos seres vivos, transformação ao longo do tempo e adaptação.
Popular	Enunciados sobre aspectos culturais, mitos, crendices, senso comum, folclore, conhecimento tradicional, cotidiano e cosmovisão em relação aos animais.
Econômico	Enunciados sobre os animais e seu valor comercial, manufatura, produção industrial, benefício agrícola, malefício agrícola.

4. O CONFINAMENTO DE ANIMAIS NA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA

Iniciamos aqui a apresentação do modo como vimos construindo a compreensão de diversas dimensões que compõem o que interpretamos como confinamento dos animais na disciplina escolar Biologia, com base nos estudos de Thomas Popkewitz (2001; 2010; 2011; 2020). Adentramos com cautela os espaços a seguir, entendendo que esse percurso mais se assemelha a um labirinto, do que a uma sequência de portas a serem abertas e iluminadas por nós. A intenção de que soe como um labirinto faz parte da concepção dessa política espacial curricular se dando em rede, na qual esses espaços não são unitários e desarticulados. Caminhos tortuosos, que se cruzam, com frestas, buracos, tomados pela poeira do Antropoceno. Ainda que no impulso de tentar buscar a luz da saída, permaneceremos propositalmente no meio do caminho. Onde não há sentido possível para ir, a não ser habitar.

Após nossa imersão nesse recorte da comunidade discursiva da disciplina escolar referida, oito espaços discursivos de confinamento emergiram em meio a alquimia dos saberes e práticas analisadas, se mostrando como categorias de análise que adotamos para tecer nossas considerações. São eles: **i. o ecológico**, confinando animais numa trama ecológica; **ii. o perigoso**, em meio a contextos profiláticos e de perigo, **iii. o quantitativo**, encerrando animais na abundância e diminuição de espécies; **iv. o teórico/prático** como espaço de disputa pelo “bom ensino” sobre animais; **v. o experiencial**, enquanto um duplo que assume ora uma perspectiva mais científica, ora mais pedagógica que confina os animais; **vi. o evolutivo**, contando a história de vida de outros que humanos; **vii. o popular**, frente às tensões existentes no senso comum e, por fim, **viii. o econômico**, na relação dos animais com seus valores comerciais.

4.1 Espaço ecológico

Reunimos para pensar essa espacialidade enunciados sobre os “serviços ambientais”, os “ciclos de vida”, “níveis tróficos”, “relações harmônicas e desarmônicas”, “equilíbrio ambiental”, “meio ambiente”, “preservação”, “conservação”, “fauna regional” e as “problemáticas ambientais”. Tais enunciados, entendidos circulando na comunidade discursiva, nos apresentaram a “ecologia” enquanto um dos espaços pelos quais outros que humanos são vistos e escrutinados nas práticas do ensino de Biologia.

Por aqui parecem passar muitos animais. Cecílias, sapos, joaninhas, cupins, esponjas, morcegos, medusas, anêmonas e outros que aparecem entre as palavras escritas. Essa formação discursiva que compreendemos como “ecológica” se mostrou com evidência diante da análise

da comunidade discursiva da disciplina escolar Biologia. Nesse movimento de colocar enunciados numa situação relacional, em meio a História da disciplina escolar Biologia submersa num caldo alquímico que normaliza o confinamento, apresentamos os achados dessa caminhada.

Começamos pela observação da joaninha (*Harmonia axyridis*)²⁴ imprimindo efeitos na formação de crianças, famílias e professora (A7). Múltiplos discursos que circularam nas aulas sobre joaninhas produziram um espaço no qual, a partir de um Coleóptera, o foco se tornou impulsionar a motivação, a autoestima e o entusiasmo das crianças. Ainda que o estudo fosse sobre o ciclo de vida desses insetos, a alquimia que produziu a priori conhecimentos sobre joaninhas, modulou moralmente certas crianças e contribuiu para a formação docente. Percebemos isso quando a professora diz que “a experiência foi válida para a sua formação como docente e surtiu grande efeito nas crianças, promovendo o aumento da autoestima e o entusiasmo do grupo” (A7, p. 26).

Durante o projeto de observação do ciclo de vida desses insetos, a partir de um viveiro com 30 larvas de joaninhas, nem todas as crianças responderam à autoestima e entusiasmo tidos como disposições a serem alcançadas por esses humanos que aprendem com insetos. Desse modo, as crianças que se sentiram receosas em tocar as larvas ou ansiosas por tê-las nas mãos são diferenciadas como aquelas que não atingiram o “esperado” (A7). Ainda, os processos alquímicos que transformaram conhecimentos sobre insetos em atividades pedagógicas entoaram um sentido de “autonomia” e “inovação” docente, na relação formativa e profissional da professora (A7, p.29).

Já a joaninha que participa da prática é entendida num espectro universal. Ela não é diferenciada como ser vivo ao compor o arranjo pedagógico dessa aula. Nessa rede discursiva, ela faz parte de um cenário ecologicamente “correto” e “esperado” para esse tipo de experiência. Isto é, ela assume um sentido que representa o “harmônico” e “linear” desenvolvimento desse inseto, em que cada fase de seu ciclo de vida demonstra as etapas “sequenciais” que o fazem existir na natureza. Nos acontecimentos previstos para essa aula, a joaninha está confinada num espaço em que representa a trama de relações ecológicas e, ainda, a possibilidade do desenvolvimento de valores da infância e da formação docente.

²⁴ Seguimos o modo de apresentação dos animais adotado pelas fontes, em que alguns são indicados pelos seus nomes científicos e outros pelos seus nomes populares.

A “valorização da natureza” também se mostrou como um enunciado normalizador desse espaço. Tal valorização, associada a aulas com animais, parece se desdobrar para além do seu “alvo” natureza. Por exemplo, ainda no contexto das práticas com joaninhas, enquanto as crianças iam aprendendo sobre o ciclo de vida dos insetos, as mesmas se sentiam, por um lado, “**valorizadas** ao transmitirem o que aprenderam aos seus familiares e aos colegas das outras classes da escola”, e por outro “passaram a **valorizar** o meio ambiente e a buscar novas experiências ao ar livre (A7, p.31, **grifo nosso**)”.

Se por meio de práticas com animais se “compreende a natureza” e a necessidade de “conservar” e “valorizar”, parece ser por vias similares que joaninhas são retiradas de suas “participações ecossistêmicas” e colocadas em potes, para exercerem suas “participações pedagógicas”. A “observação de pequenos animais em sala de aula despertou um maior interesse das crianças em relação ao meio ambiente. Algumas crianças depois da experiência passaram a prestar mais atenção ao ambiente em que viviam e a **valorizar mais a natureza**” (A7, p.29, **grifo nosso**). Poderíamos pensar nas “normas científicas” que permeiam atividades com animais, autorizando a coleta e captura dos mesmos, associadas a perspectivas pedagógicas que atravessam essas atividades e sancionam esse confinamento.

Olhemos então para os cupins como ferramenta para o ensino de Ciências e Educação Ambiental (A11). À medida que o ensino se voltava para “preservação” e a consideração ecológica desses insetos, essa “preservação” também se tornava a necessidade de capturar e conservar esses animais “para que as crianças pudessem manipular os cupins na bandeja” (A11, p. 57). Algumas questões de “valores” e de “formação” do âmbito pedagógico atravessam essa prática que é manipulativa, mas que ao mesmo tempo constrói afeto, relações de curiosidade, observação e outras perspectivas pedagógicas e psicológicas “desejáveis” nos alunos.

Isto é, mexer no cupim com a pinça está carregado de poder e de normas científicas, tal qual, essa manipulação está carregada de discursos e aspectos - curiosidade, experiência humana, cuidado, superação do medo, coordenação motora- que moralizam as crianças. A presença desses animais nas práticas para interação com humanos também parece objetivar a correção dos possíveis erros conceituais ou mal-entendidos sobre esses insetos, promovendo uma ideia de exercício da valorização da natureza ao aprender sobre preservar. Desse modo, esse anseio pela “valorização” e “preservação” se imbricam nas práticas com outros que humanos na mira pelo “exercício crítico” da “cidadania”.

A “fauna regional”, ou também designada em âmbito mais amplo como “fauna brasileira”, movimentada os animais nesse espaço. Trabalhos como o de GOMES (2008) demonstram que a “fauna brasileira” assumiu em determinados momentos históricos ora um valor natural, ora um valor econômico para a nação. Percebemos a “fauna brasileira” como um feixe enunciativo que desloca os animais nos espaços de confinamento. Ser “riqueza monetária” ou “riqueza ambiental” demonstra certa fluidez nos modos como esses animais são encerrados nesse espaço ecológico ou em outros, como o econômico a ser abordado adiante.

Um dos modos de pensar a “fauna regional” normalizando esse espaço de confinamento pode ser através das práticas de ensino do Filo Porífera, evidenciadas em A14. O incentivo de abordagens sobre fauna regional em “regiões de grande biomassa de determinados grupos animais” (A14, p. 195) se associa – em meio aos processos alquímicos- com a relevância da perspectiva pedagógica do **ambiente imediato**, aquele observado e vivido pelo aluno, antes da compreensão de ambientes de ordem mais abstrata em aulas de Ciências (A14, p. 194).

A preconização do aprendizado sobre as esponjas que habitam territórios próximos dos humanos, em detrimento de outros, se apresenta como uma estratégia de tensionar o ensino memorístico e conceitual do ensino de Zoologia. Essa fricção se dá pelo investimento na realidade vivencial dos alunos e o seu ambiente imediato. Podemos pensar que a “fauna regional” de esponjas do mar ensina sobre “diversidade” e “monitoramento ambiental”, já que são entendidas como “bioindicadoras”, à medida que atua no fortalecimento de anseios pedagógicos da escolarização, como a “valorização do cotidiano” e o “desenvolvimento de autonomia” e “reflexão” diante do ambiente que nos cerca.

Assim, a ideia de “valorizar a fauna brasileira” pode ser pensada carregando aspectos pedagógicos que marcam o “bom ensino” – contextualizado e interdisciplinar - sobre biodiversidade animal. Para mais, essa abordagem que evidencia a “fauna brasileira” também constitui os estudantes enquanto sujeitos morais, na medida em que a mesma pode ser pensada associada ao “desenvolvimento de autonomia, reflexão, liberdade de expressão e o raciocínio científico” (A1, p.136). Essa “fauna regional” de esponjas do mar escreve as possibilidades de ações pedagógicas que deslocam o ensino de Zoologia do seu automatismo de aulas propedêuticas e descritivas. E nessa oferta de um ensino outro sobre animais, a mesma é confinada num espaço em que representa o cotidiano, a “conexão das aulas de Ciências com o mundo físico e do mundo dos seres vivos observados no dia-a-dia pelas crianças” (A14, p. 194).

Figura 2: Página 237 de L2.

O único caso de anuro com fecundação interna é de uma espécie que vive em rios frios no continente norte-americano (Fig. 12.50). O macho possui um órgão copulador semelhante a uma cauda, que é introduzido na cloaca da fêmea.



Figura 12.50. Fotografia de macho e fêmea da espécie *Ascaphus truei*, anuro que apresenta fecundação interna. Mede cerca de 5 cm de comprimento.

Suzanne L. Collins/Photo Researchers, Inc./Alamy



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Impactos sobre anfíbios

As populações de anfíbios estão diminuindo no mundo todo em ritmo superior ao de outros vertebrados. Mais de 30% de todas as espécies de anfíbios encontra-se na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sendo que muitas estão listadas como “em perigo”. Sobre as possíveis causas dessa redução, seguem trechos de um texto científico que trata do assunto considerando os anfíbios do Brasil.

Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros

[...]

Animais ectotérmicos (ou seja, aqueles que são incapazes de controlar fisiologicamente a temperatura corporal [...]) são altamente suscetíveis a alterações climáticas. Trata-se do caso dos anfíbios. Extremos de temperatura podem afetar o metabolismo desses animais de forma direta e indireta, afetando, por exemplo, o tempo de metamorfose [...], a taxa de ventilação [...], a suscetibilidade a infecções [...] e a taxa de consumo de alimentos [...]. A temperatura do ambiente pode também influir no comportamento dos anuros, interferindo na frequência e taxa de repetição de vocalizações [...]. Alterações nas características físicas dos cantos, por sua vez, podem dificultar o reconhecimento intraespecífico e interferir nas relações territoriais entre machos e identificação de parceiros sexuais. Mudanças na taxa de repetição dos cantos podem implicar em perda energética, uma vez que a vocalização é considerada um dos maiores gastos energéticos dentre os vertebrados [...].

A distribuição geográfica das espécies de anfíbios é também amplamente afetada pela temperatura [...]. Na Mata Atlântica, acredita-se que alterações climáticas futuras resultarão em mudanças nas áreas de distribuição de muitas espécies de anfíbios [...]. Este fato é alarmante, especialmente tendo em vista que os anfíbios são hoje os vertebrados mais ameaçados do planeta [...].

[...]

Além de afetar populações de anfíbios diretamente, [...] mudanças climáticas podem interferir na virulência de patógenos e ação de parasitas. Sabe-se, por exemplo, que muitas espécies de anfíbios são suscetíveis a uma micose causada pelo fungo quitrídio *Batrachochytrium dendrobatidis* [...]. Essa doença, também conhecida como quitridiomicose, tem



Cláudio F. B. Haddad

^ A doença provocada pelo fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* já foi detectada em rãs-de-corredeira (*Hylodes magalhaesi*), espécie que só ocorre em regiões elevadas da Mata Atlântica. Essa rã mede cerca de 3 cm de comprimento.

Figura 3: Página 238 de L2

sido associada a declínios populacionais em várias regiões do mundo [...]. Inventários demonstram que esse fungo vem infectando anfíbios da Mata Atlântica ao menos desde os anos oitenta [...].

Estudos recentes sugerem uma potencial interação entre fungo e clima [...]. Ademais, mudanças climáticas globais podem, num futuro próximo, tornar propícias para sua disseminação áreas que hoje não possuem as condições ideais para a sobrevivência do fungo [...].

É importante ressaltar, todavia, que esta não é a única possível interação entre o clima e doenças como a quitridiomycose. Imunodepressão é frequentemente associada a estresse climático, sendo assim possível que o aquecimento global impacte negativamente o sistema imune de muitas espécies de anfíbios, deixando-os mais suscetíveis às infecções [...].

[...]

COSTA, T. R. N.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; TOLEDO, L. F. Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. *Revista da Biologia*, 8: 33-37, 2012. Disponível em: <www.ib.usp.br/revista/system/files/Costaetal2012.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

- Conhecer os seres vivos e suas peculiaridades nos ajuda a viver em harmonia com o meio. A ação humana nos ecossistemas deve ocorrer de forma equilibrada, de modo que provoque a menor interferência possível. Em grupo, pesquisem mais a respeito dos impactos em populações de anfíbios e elaborem um cartaz usando as informações obtidas. Divulguem esse cartaz para os demais colegas de classe. Você e seu grupo podem fazer uma versão digital do cartaz e disponibilizá-lo no blog da turma na internet.



Retomando

Agora que você conheceu esses grupos de vertebrados, retome suas respostas às questões da seção **Pense nisso** e reavalie-as. Que características o grupo que inclui as carpas e o grupo que inclui as rãs possuem em comum? Como você explicaria, em termos evolutivos, a dependência do ambiente aquático pelos anfíbios?



Ampliando e integrando conhecimentos

REGISTRE
NO CADERNO

Atividade 1 Formar cardumes é vantagem ou desvantagem? Habilidades do Enem: H12, H28.

Existem muitas espécies de peixes, tanto de água doce quanto de salgada, que vivem em cardumes. As sardinhas e as manjubas, por exemplo, formam cardumes com centenas a milhares de indivíduos. Com o intuito de aumentar o sucesso de captura de presas, muitos predadores procuram cardumes para se alimentar. Responda:

- Apesar de os cardumes atraírem predadores, o comportamento de viverem agregados traz muitas vantagens aos seus integrantes. Com os colegas, liste possíveis vantagens adaptativas proporcionadas pela formação de cardumes. Em seguida, faça uma breve pesquisa sobre o assunto. Para isso, utilize jornais, livros, a internet ou outras fontes de informação.
- O resultado de sua pesquisa mostrou-se concordante com o que você e seus colegas discutiram no item anterior? Quais pontos revelaram-se discordantes? Em sua pesquisa, você detectou aspectos que não havia considerado antes? Em caso positivo, aponte-os.
- Os peixes de cardume movimentam-se sincronicamente e sem se chocar uns com os outros. Qual é a estrutura presente nos peixes que lhes permite perceber a proximidade de outro indivíduo em movimento? Como essa estrutura funciona?

As problemáticas ambientais, como as mudanças climáticas anunciadas em L2, participam do confinamento ao trazerem aspectos ecológicos relacionados aos animais em associação com a “degradação da natureza”. Diante da diminuição das populações de anfíbios em decorrência de alterações climáticas, são propostas atividades em grupo para que os estudantes possam refletir sobre os impactos quando a relação humano-ecossistema se encontra desequilibrada (L2). A motivação por essas práticas é impulsionada quando os anfíbios são descritos como os “vertebrados mais ameaçados do planeta” (L2, p. 237), alarmando o “raciocínio crítico” sobre essas “questões ambientais”, numa busca pedagógica pelo “equilíbrio ambiental” e a “preservação” desses animais.

Para ajudar a compor essa concepção das problemáticas ambientais elaborando o confinamento ecológico, convidamos outros animais para essa conversa. Nas práticas com o Filo Porífera, professores apontaram a relevância das questões ambientais serem levadas para a sala de aula. “Por que é que a gente tá estudando as esponjas? [pausa] eu acho que essa questão da poluição das águas, né?” (A14 p. 201). Observamos abordagem similar nas aulas sobre anfíbios, na qual um dos estudantes aponta que “uma das ações que contribui para a redução de anfíbios é o escoamento de esgoto para os rios, pois contamina o habitat deles, então eles acabam morrendo ou não tendo lugar para colocar os seus ovos.” (A6, p.40).

Indagações relacionadas às problemáticas ambientais promoveram a “interação entre alunos, professores e conteúdo, e também forneceram ancores para que os aprendizes elaborassem perguntas sobre as cecílias, a coloração de advertência, as glândulas paratóides, as estratégias de reprodução, as diferenças entre sapo, rã e perereca e outras” (A6, p. 40). Na medida em os estudantes eram postos a avaliar como suas atitudes poderiam interferir na diminuição dos anfíbios estudados, reforçando a necessidade da compreensão dos serviços ecológicos prestados por esses animais para um “bem comum” a todas as espécies, a alquimia de sapos, pererecas e rãs promovia o “educando como agente **protagonista** do seu processo de ensino aprendizagem” (A6, p.41, **grifo nosso**).

As ações “colaborativas” e “interativas”, desejáveis nas práticas pedagógicas, arquitetam esse confinamento dos animais na sua relação com as problemáticas ambientais. As abordagens ecossistêmicas relacionadas ao “impacto ambiental” da poluição e “mortalidade de espécies”, que gera por consequência um “desequilíbrio ambiental”, se associam alquimicamente com os anseios pedagógicos, confinando os anfíbios que participam dessa proposta didática (A6). Esse encerramento se daria no modo pelo qual os estudantes podem ser

colocados em foco para “protagonizarem” seu aprendizado, por meio de reflexões críticas sobre si mesmo e os outros.

Percebemos algo semelhante com os mamíferos voadores, morcegos (A8). As apostas são por práticas que demonstrem “a importância destes animais para o meio ambiente e conseqüentemente para o ser humano, visando sensibilizar os alunos quanto à importância da integridade dos ecossistemas para o equilíbrio ecológico e apresentando dados sobre as pesquisas científicas realizadas com morcegos” (A8, p.09). Nesse processo, foram trabalhados alguns valores como “afetividade” e “ajuda” na medida em que os estudantes aprendiam sobre a importância dos morcegos nos ecossistemas (A8).

Esses animais confinados ecologicamente para sensibilizar estudantes sobre aspectos da “conservação” e remediação dos “problemas ambientais”, assumem o sentido de um “importante instrumento no ensino de Ciências/Biologia” (A8, p.13). Isso, graças aos seus “atributos” ecológicos, uma vez que interagem em “diversos aspectos ambientais, como sendo responsáveis pela formação de florestas através da dispersão de sementes e polinização de diversas espécies de plantas” (A8, p. 13).

Neste caso, ao passo que os morcegos são compreendidos como animais responsáveis por formar florestas, dispersar sementes, polinizar e recuperar áreas degradadas, os mesmos são alquimicamente produzidos como um modo “mais pedagógico” de se ensinar Ciências e Biologia. Atuam, nesse sentido, como um “instrumento de ensino” que possibilita a “divulgação científica”, o acesso a centros de “preservação ambiental” e a realização de atividades “extracurriculares” (A8, p. 13). Desse modo, as práticas oportunizadas por esses mamíferos suplementariam o “ensino formal” e propiciariam o exercício da “conservação do meio ambiente, assim como da conservação dos morcegos” (A8, p.13).

No contexto de contínua degradação antrópica de ecossistemas costeiros fragilizados e com características de raridade (A10), o uso de coleções didáticas aparece como estratégia para o favorecimento da “conservação” e da mitigação de “impactos ambientais”. Isso porque a coleção didática zoológica, em meio a alquimia, participa da “formação da consciência ambiental e ecológica dos estudantes” (A10, p. 157). Essa “consciência ambiental” e “ecológica” pode ser pensada como uma “norma” a ser alcançada por esses estudantes e professores que aprendem com a coleção.

Os animais coletados e fixados estão confinados para além dos potes, caixas plásticas e da taxidermia. Os mesmos são discursivamente encerrados num espaço em que representam a disseminação de informações ambientais na escola. Diante desses animais, se dá a busca por estratégias de ensino “diversificadas, que motivem, despertem o interesse e a curiosidade dos estudantes para as questões ambientais” (A10, p. 157). Assim, podemos pensar que além do propósito de reparação ambiental, diante das condições sensíveis em que o ecossistema em torno dos estudantes se encontra (A10), o anseio também é pela subjetivação desses sujeitos humanos, na medida em que essas práticas se deslocam para a:

... formação da consciência ambiental e ecológica dos estudantes, os quais terão este processo facilitado com o uso da coleção de Zoologia que abriga animais que fazem parte do seu cotidiano e, com isso, serão sensibilizados para a necessidade de preservá-los e preservar os ambientes onde habitam para que se mantenham vivos e capazes de desempenhar seu papel no ecossistema (A10, p.157).

Figura 4: Página 61 de L1.

Colocando em foco

O PANTANAL E AS ATIVIDADES HUMANAS

A criação de gado bovino no Pantanal teve início no final do século XIX e é a principal atividade econômica dessa região. Tradicionalmente, a pecuária extensiva também obedecia ao ritmo das águas, tendo se desenvolvido inclusive raças pantaneiras de bovinos e equinos, adaptadas ao pastejo em águas rasas. Entretanto, a modernização dessa pecuária promoveu a divisão de terras e trouxe variedades exóticas de capim e a necessidade de interferir no fluxo das águas com pequenas represas, estradas, dragagens e drenagens, além de difundir o uso de pesticidas.

A pesca é outra atividade bastante desenvolvida, pois há riqueza de peixes de interesse para a alimentação humana. Porém os peixes estão diminuindo de tamanho e tornando-se mais raros, nítidos sinais de superexploração. A isso se somam problemas de contaminação por pesticidas e poluição industrial, sobretudo nos rios que vêm do planalto. O aumento que vem ocorrendo no turismo na região precisa ser bem orientado para não causar mais danos ao ambiente. Além disso, ocorrem ainda problemas com a mineração, caça ilegal, aumento do lixo urbano e projetos de navegação.

O Pantanal é hoje considerado uma área vulnerável e de prioridade máxima para conservação. A figura 3.36 mostra um exemplo de interação entre espécies animais que pode vir a sofrer consequências da intervenção humana sobre a região.



Fotografias: Luciano Candelari



Figura 3.36. Pesquisadores observaram que peixes chamados piraputangas (comprimento: 50 cm) concentram-se em regiões de nascente, caracterizadas pela limpidez das águas. Quando macacos-prego (comprimento: 35 a 50 cm) se alimentam dos frutos das árvores ao redor da água, deixam cair frutos, e estes servem de alimento aos peixes. À medida que os macacos se deslocam de árvore em árvore, os cardumes de piraputangas os seguem.

3. Ecossistemas aquáticos

O estudo dos ecossistemas aquáticos envolve pesquisas nas áreas de Química, Física, Biologia e Geologia. Para entender esses ambientes, precisamos saber qual é a composição química dos corpos d'água, sejam eles rios, lagos ou oceanos; precisamos conhecer características como temperatura, pressão e turbidez da água; devemos entender a estrutura geológica do local, entre outros aspectos. Todos esses fatores interferem na ocorrência e distribuição dos organismos.

Os ecossistemas aquáticos estão representados pelos oceanos, rios (lóticos) e lagos (lênticos). Neles, os seres vivos são classificados em três grandes categorias:

- **plâncton:** compreende organismos geralmente microscópicos que vivem em suspensão na coluna de

água, sendo passivamente carregados pelas correntezas. No plâncton os organismos clorofilados compõem o **fitoplâncton** (algas) (Fig. 3.37), e os não clorofilados, especialmente protozoários e pequenos animais, constituem o **zooplâncton** (Fig. 3.38);

- **nécton:** compreende os animais nadadores ativos que vivem na coluna de água, como é o caso de muitos peixes;
- **bentos:** compreende organismos que vivem em contato com o substrato do fundo, de forma fixa (sésil), como os corais e as algas, ou de forma vagil, isto é, deslocando-se livremente, como os caranguejos.

Figura 5: Página 65 de L1.



▲ Fotografia de canela-de-ema (*Vellozia squamata*) rebrotando após incêndio no Cerrado. Essa planta chega a medir cerca de 2 m de altura.

A tortuosidade do fogo

[...]

Adaptadas durante anos com a condição de clima seco e quente da zona de ocorrência do bioma, as espécies típicas do cerrado desenvolveram uma fisionomia peculiar, resultante da constante ação das queimadas. Parece que o fogo impede o crescimento de caules retilíneos (ou monopodiais), à medida que provoca a morte de gemas terminais, que são as estruturas responsáveis pelo crescimento em altura. Com o brotamento das gemas laterais, responsáveis pelo crescimento lateral, o caule acaba tomando essa aparência tortuosa tão característica. A espessura do caule também parece ser uma adaptação ao fogo, já que o súber, constituinte da casca, serve como um isolante térmico, impedindo, assim, a morte de tecidos vivos mais internos ao caule, principalmente no estrato arbustivo e arbóreo.

Bicho que corre de fogo

Quando se fala em incêndios em áreas de reserva ambiental, não se deve esquecer dos danos à fauna. Instintivamente, os animais sabem se proteger do fogo à sua maneira: fugindo. Antigamente, já ocorriam queimadas em cerrados iniciadas por um raio, por exemplo. O grande problema de hoje em dia, porém, está na limitação à liberdade dos bichos imposta pelo homem. [...] Há fazendas com plantações e cercas de arame farpado que impedem os animais de escaparem do árduo e mortal calor.

Porém, não se deve conferir ao fogo apenas o atributo de devastador quando se fala em fauna. Logo após uma queimada, com o ressurgimento de flores, há imensa disponibilidade de néctar e pólen, um verdadeiro banquete para muitos insetos. [...]

Conservação pelo fogo

Parece bastante controverso sugerir a preservação do cerrado ateando-se fogo. Mas não. Protegê-lo totalmente do fogo é impossível, visto que as queimadas ocorrem naturalmente por fatores já mencionados anteriormente. Logo, é razoável que se façam queimadas programadas a fim de se evitar incêndios desastrosos e de gravidade bastante ampla. Utilizando-se de queimadas de forma adequada, levando-se em consideração o objetivo do seu uso para o manejo do cerrado, a direção do vento e as condições climáticas da região, pode-se diminuir periodicamente a biomassa seca e evitar possíveis grandes danos de uma queimada não planejada. Dessa forma, atear fogo em áreas limitadas e restritas reduziria os efeitos de incêndios predatórios e descontrolados, podendo ser muito benéfico para o ecossistema.

MARTIN, G. *A fênix do cerrado*. Disponível em: <<http://www2.ibb.unesp.br/departamentos/Educacao/Trabalhos/coisasdecerrado/FOGO/fogodocerrado.htm>>. Acesso em: mar. 2016.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

1. Selecione no texto termos que não conhece e pesquise o significado deles. Depois, elabore um resumo com esses significados. Uma vez concluída essa tarefa, troque com os colegas os resumos e discutam sobre os termos em que houver discordância de interpretação.
2. A cultura de um povo é fundamental para a aceitação de procedimentos pautados na ciência. A informação e a educação são fatores fundamentais nesse processo. Assim, seja um agente na difusão do conhecimento. Junto com os colegas, releiam o texto e, com base nas informações que ele contém e em outras fontes de consulta, elaborem um folheto explicativo sobre a importância do fogo no Cerrado.
3. No parágrafo final do texto, é mencionado um aspecto positivo dos incêndios, naturais ou provocados, no Cerrado. Se você fosse o administrador de um parque na Mata Atlântica, estenderia o que se menciona nesse trecho para o parque? Justifique sua resposta.

Professor(a), com estas questões, pretendemos incentivar o uso de dicionário e estimular a elaboração de texto por parte dos estudantes. Aproveite também para trabalhar noções de cidadania com as questões 2 e 3.

Figura 6: Página 109 de L1.

Para inibir os guaxinins, os cientistas espalharam pelas ilhas alto-falantes com o som dos antigos predadores — alguns comuns, outros raivosos. Foi o suficiente para que os “soberanos” locais diminuíssem significativamente o seu tempo de caça e passeio a céu aberto. O medo repercutiu no ecossistema. As populações de peixes, agora menos perseguidas, voltaram a crescer.

Os seres humanos aniquilaram grandes carnívoros em parte do planeta, levando a consequências ecológicas que somente agora começamos a entender — destaca Justin Suraci, pesquisador canadense e coautor do estudo. [...] Estas espécies diminuíram significativamente a diversidade e abundância das plantas e animais que consomem, porque não existe mais aquela criatura maior que os mantinha sob controle.

Suraci revela que a inspiração para sua pesquisa veio de um projeto de reintrodução de lobos no parque americano de Yellowstone, em 1995. [...] [Fig. 5.29].

Ao perceber o estado miserável dos campos da região, a baixa estatura da floresta e o desaparecimento de diversas espécies, os administradores da unidade de conservação enviaram matilhas de lobos para conter a ampla população de alces. Estes herbívoros passaram a evitar locais onde estariam mais expostos, como os vales, possibilitando a regeneração destas áreas. Em alguns trechos, o tamanho das árvores quintuplicou em apenas seis anos, atraindo aves e castores, famosos por criar “represas” em rios, que se transformam em habitat para outros animais, como os patos e diversos anfíbios e répteis. Os ursos apareceram para aproveitarem a carne dos coiotes mortos por lobos. Livres dos antigos predadores, coelhos e ratos saíram da toca, chamando a atenção de águias e raposas.

O solo, agora menos explorado pelos alces, recuperou força e realçou o formato dos rios, que antes pareciam mais divididos e com aparência de fileiras dispersas. A floresta recomposta protegeu as nascentes e cabeceiras.

Comprovamos o projeto de Yellowstone: ao restaurar o medo aos predadores do topo da cadeia alimentar, suas presas vão se alimentar menos, o que beneficia todas as outras espécies — assinala Suraci. [...]

GRANDELLE, Renato. Grandes predadores inibem devastação do ecossistema. *O Globo*. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/grandes-predadores-inibem-devastacao-do-ecossistema-18735300>>. Acesso em: mar. 2016.



Universal Images Group/Diomedea

▲ **Figura 5.29.** Os lobos (*Canis lupus*), como o mostrado na fotografia, foram reintroduzidos no Parque Nacional de Yellowstone em 1995 e provocaram diversas mudanças nas populações de outras espécies. Medem cerca de 1,3 m de altura.

Parasitismo

Os parasitas são, via de regra, mais específicos que os predadores na obtenção de alimento. Enquanto os predadores podem procurar várias outras fontes de alimento quando uma população de presas é reduzida, os parasitas geralmente se instalam apenas em uma ou em algumas espécies.

Essa característica é importante para os estudos feitos atualmente sobre o controle biológico de pragas. O controle por meio de parasitas parece mais adequado, por ser específico. Já um predador empregado como agente controlador pode utilizar-se de outro recurso, provocando alterações nas redes alimentares. É o que aconteceu, por exemplo, com pardais originários da Inglaterra que foram introduzidos em Nova York para controlar uma espécie de lagarta. Como os pardais encontraram vários outros alimentos além dessa espécie de lagarta, espalharam-se pelos Estados Unidos tornando-se praga em alguns lugares.

Outro exemplo é o uso da joaninha *Harmonia axyridis* (Fig. 5.30) no controle biológico de insetos parasitas de plantas, conhecidos como pulgões e cochonilhas.

Essa espécie é nativa da Ásia Central e, por ser altamente voraz, foi introduzida em vários países, inclusive no Brasil. Essa joaninha tem a capacidade de colonizar rapidamente grandes áreas e, depois de algum tempo, tornar-se predominante na comunidade, competindo com as espécies nativas de joaninhas, que têm sua população reduzida.

Uma vez estabelecida, a *Harmonia axyridis* dificilmente é erradicada. Portanto, ainda são necessários estudos para se verificar em que situações essa espécie de joaninha poderá ser utilizada como potencial agente de controle biológico e indicar diretrizes para a redução de seus efeitos negativos.

Figura 5.30. A joaninha *Harmonia axyridis* compete por recursos com as espécies de joaninhas nativas do Brasil. Mede cerca de 0,5 cm de comprimento.



Haroldo Palo Jr.

Figura 7: Página 111 de L1

Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO

Um exemplo real de **desequilíbrio ecológico**

Na década de 1960, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aplicou, por via aérea, verdadeiras nuvens de DDT em extensas áreas da Ilha de Bornéu, localizada no Oceano Pacífico. Com isso, a OMS visava **combater os pernilongos que transmitiam a malária, um sério problema de saúde no local.**

Inicialmente, os resultados esperados foram alcançados: como os transmissores foram combatidos, houve grande redução no número de casos de malária.

Algum tempo depois, entretanto, dois grandes problemas começaram a surgir na Ilha de Bornéu: **houve um surto de ratos, e as casas dos nativos, que eram construídas com palha de coqueiro, começaram a cair.**


Depois de muitas investigações, foi constatado que esses problemas estavam relacionados com a aplicação do DDT. **Esse inseticida, além de matar os pernilongos, também afetava outros insetos, como abelhas, besouros e baratas. Os que não chegavam a morrer ficavam contaminados pelo DDT e com menor possibilidade de fugir de seus predadores: os lagartos. Ao ingerirem suas presas, os lagartos ficavam contaminados, pois o DDT tem a propriedade de se acumular nos tecidos e ao longo das cadeias alimentares. Esses lagartos ficavam mais**

lentos, tornando-se presas fáceis dos gatos, seus predadores. Ao ingerirem os lagartos contaminados, os gatos acabavam morrendo. **Com a morte dos gatos, a população de ratos começou a aumentar, pois a quantidade de seus predadores havia diminuído. Instalou-se assim a praga de ratos na ilha, o que fez com que a OMS introduzisse gatos de outros locais para o controle dos ratos.**

Ao mesmo tempo, com a redução do número de lagartos, começou a haver a proliferação de outro inseto que era comido pelo lagarto: uma espécie de barata que se alimenta principalmente de palha de coqueiro. **As casas dos nativos, construídas com essa palha, começaram a cair, pois as baratas proliferaram excessivamente sem o seu predador.** Para resolver esse problema, a OMS precisou levar para a Ilha de Bornéu um tipo de lagarto que controlasse a população desses insetos.

O equilíbrio, enfim, foi restabelecido.

Quem poderia imaginar que uma ação para combater a malária pudesse provocar o surto de ratos e a queda das casas?



O desequilíbrio ecológico pode acarretar o aumento de populações, como a de ratos. >

Thinkstock/Getty Images

Retomando

Como você viu, os seres vivos interagem entre si de inúmeras maneiras, direta ou indiretamente, influenciando a dinâmica das populações, das comunidades e dos ecossistemas. Retorne às questões da seção **Pense nisso** e tente reescrever as suas respostas, adicionando o que aprendeu com o estudo deste capítulo. O que mantém a densidade de uma população praticamente estável? O que pode perturbar esse equilíbrio?

Figura 8: Página 138 de L1

profundo e perverso, ao longo de diversos estratos ecológicos, que é impossível estimar um prazo de retorno da fauna ao local, visando o reequilíbrio das espécies na bacia.”

Das mais de 80 espécies de peixes apontadas como nativas da bacia antes da tragédia, 11 são classificadas como ameaçadas de extinção e 12 são endêmicas do Rio Doce – ou seja, existiam apenas lá. “A mortalidade instantânea é apenas um dos impactos aos organismos aquáticos”, apontam os técnicos. “Muito mais do que os organismos em si, os processos ecológicos responsáveis por produzir e sustentar a riqueza e a diversidade do Rio Doce foram afetados.”



▲ Vista aérea da região litorânea do município de Linhares (ES), com a lama chegando ao mar após o rompimento de barragem da mineradora Samarco, em 2015.

[...]

Foram constatados danos ambientais e sociais diretos, tais como morte e desaparecimento de pessoas; isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades pela destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortandade de animais de produção e impacto à produção rural e ao turismo, com interrupção de receita econômica; restrições à pesca; mortandade de animais domésticos; mortandade de fauna silvestre; dizimação de ictiofauna silvestre em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água, bem como a suspensão de seus usos para as populações e a fauna, como abastecimento e dessedentação; além da sensação de perigo e desamparo da população em diversos níveis.

De acordo com o documento, a força do volume lançado com o rompimento da barragem pode ter revolido e colocado novamente em suspensão os sedimentos de fundo dos rios afetados, que pelo histórico de uso já continham metais pesados.

As medidas para reparação dos danos à vegetação e dos impactos à fauna, à qualidade da água e socio-econômicos, entre outros, deverão ser realizadas por pelo menos dez anos, avaliam os técnicos do Ibama.

[...]

IBAMA. Onda de rejeitos da Samarco atingiu 663 km de rios e devastou 1.469 hectares de terras. Publicado em: dez. 2015. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/publicadas/onda-de-rejeitos-da-samarco-atingiu-663-km-de-rios-e-devastou-1469-hectares-de-terras>>. Acesso em: mar. 2016.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

1. De acordo com o texto, quais foram os impactos ambientais e sociais causados pela catástrofe?
2. O texto diz que as medidas de reparação dos danos devem ser executadas ao longo de pelo menos dez anos. Pesquise, com os colegas, a respeito de que ações foram ou ainda são tomadas pelos órgãos governamentais (federal, estaduais e municipais) e pela empresa com relação à mitigação de danos ambientais e sociais. Com os dados, façam uma apresentação na classe e ouçam a apresentação dos colegas. Promovam uma discussão a respeito dos dados obtidos e da responsabilidade social e ambiental que deve ser desenvolvida principalmente nas empresas durante o exercício de suas atividades.

As figuras 4, 5, 6, 7 e 8 foram retiradas de L1 e exemplificam como enunciados sobre “problemáticas ambientais”, “degradação antrópica” e “desequilíbrio ecológico” aparecem associados aos animais nos livros didáticos. O turismo excessivo, a caça ilegal, a mineração e a produção de lixo urbano emergem como processos que podem interferir na dinâmica ecológica dos animais e pôr em risco o bom funcionamento dos ecossistemas. Ao abordar as queimadas do cerrado, o fogo aparece não apenas portando aspectos negativos, relacionados à limitação da capacidade de fuga dos animais, mas também atributos positivos como possibilitando a chegada de espécies pioneiras após as queimadas (L1, p.65).

Notadamente, no livro didático, os espaços de confinamento se apresentaram “borrados” e sobrepostos. Alguns enunciados que entendemos compondo o espaço periculoso – contaminação, doenças, vetores – aparecem relacionados aos “desequilíbrios ecológicos”. Na figura 7, diante da situação de infestação de ratos e baratas que colocam os humanos em situação de risco, o “equilíbrio ecológico” é tido como aquele capaz de reconstituir a “harmonia” das relações ecológicas, garantindo saúde e moradia humana, além do pleno funcionamento das cadeias alimentares.

O “equilíbrio ecológico” que emerge como uma necessidade – ou possibilidade – que os animais carregam ao habitarem esse espaço, requer ser pensado em meio aos processos alquímicos e a sua localização num tempo e num espaço específico, o da escolarização. Compreendemos que ao passo que os animais aparecem em meio aos desequilíbrios ecológicos, crimes ambientais, morte de espécies, degradação antrópica e outros, eles também carregam o sentido da “preservação” como forma de garantia do – almejado – “equilíbrio ambiental”. Para mais, nos interessa olhar como a “preservação” e o “equilíbrio ecológico” se interpelam com disposições pedagógicas e psicológicas nessas práticas da disciplina escolar.

Retomamos o contexto das coleções zoológicas (A10) para pensar essa interpelação. O anseio pela formação da “consciência ambiental” e “ecológica” (A10, p. 157), se aproxima das recomendações do livro didático por abordagens que preconizam o raciocínio sobre a “responsabilidade social” e “ambiental” dos estudantes (L1, p. 138). De certo modo, diante de animais que representam seus contextos ecológicos, é aberta a possibilidade do manejo dessa “consciência” e “responsabilidade” humana, em meio ao confinamento e aos processos alquímicos. Os sentidos de “equilíbrio ecológico” que os animais carregam funcionam como modelos pedagógicos que podem instruir noções de “cidadania” (L1, p. 65), produzindo animais humanos e outros que humanos na disciplina escolar Biologia.

Esse espaço ecológico também parece funcionar como um refúgio para os animais “menos carismáticos”, como os invertebrados. Ao habitarem outras espacialidades, alguns desses animais são encerrados por conta dos riscos ou prejuízos que podem causar. Aqui, os enunciados sobre a “contribuição ecológica” de outros que humanos, tendem a “valorizar” os animais pela suas múltiplas e diversificadas participações nos ecossistemas. Aprender sobre aranhas e cupins, por exemplo, está voltado – entre outros aspectos – para a legitimação destes animais na natureza por conta dos seus “papéis fundamentais na manutenção dos ecossistemas” (A11, p. 58).

Dessa forma, ao invés de serem combatidos ou exterminados, os enunciados sobre seus “modos de vida” refugiam esses animais diante das suas “importâncias ecológicas”. O aprendizado sobre as aranhas por meio do ensino por projetos (A16), buscou ressaltar a importância destes animais, “mostrando que todos os seres têm sua função ecológica na natureza. Sendo assim, não existem organismos “bons” ou “maus”, mas sim seres que desempenham papéis diferentes que ora agem contra, ora a favor dos interesses do homem” (A16, p.100).

Ainda que pudéssemos abrir uma conversa sobre os “interesses do homem” marcarem os papéis ecológicos de outros animais, acreditamos que as discussões sobre o antropocentrismo e especismo já dão conta de nos evidenciar essa fricção. Desse modo, nosso foco está mais em perceber como esse “refúgio” e “valorização ecológica” atuam na “formação de cidadãos críticos e conscientes” (A16, p. 89), forjando o estabelecimento de uma “postura ambiental” esperada (A16). Certas tecnologias pedagógicas - como o ensino por projetos e o ambiente imediato – são acionadas na dinâmica escolar como uma alternativa ao ensino tradicional de Ciências e Biologia.

Os animais confinados ecologicamente permitem que as ações de professores e estudantes sejam tomadas diante dessa compreensão biosférica. Tal compreensão parece ser possível somente quando as práticas tradicionais da disciplina escolar são tensionadas. Ao habitarem o espaço ecológico, esses animais reconfiguram a disciplina – e a si mesmos - pois agora não estão ali para serem descritos e aprendidos de forma memorística, mas sim, para serem compreendidos ecologicamente ao passo que sujeitos “críticos” (L1, p. 301) são fabricados diante do que ambiciona a disciplina escolar e o âmbito maior da escolarização.

4.2 Espaço perigoso

O cenário que se apresenta é de contaminação, repulsa e medo. Essa espacialidade emerge diante de enunciados sobre “saúde”, “medidas profiláticas”, “zoonoses”, “vetores”, “periculosidade”, “acidentes”, “parasitas” e “nocividade” que entrelaçam outros que humanos. Diante desse confinamento, os animais pairam entre sentidos que ora os valorizam por suas contribuições para a saúde e bem estar humano, ora “dedetizam” os mesmos das relações compartilhadas conosco. Moscas, baratas, aranhas, ratos, escorpiões, sapos, mosquitos, jararacas e lagartos frequentemente parecem ser capturados e encerrados nesse espaço perigoso.

Até mesmo as “inofensivas” joaninhas. A “saúde” aparece ligada a concepções positivas em relação ao que foi estabelecido entre as crianças e esses Coleópteros. Como uma promessa de futuro, as práticas que envolveram o ciclo de vida desses insetos proporcionariam benefícios para a saúde física e mental humana (A07). Ao habitar esse espaço, os animais assumem um gesto dúbio. Por um lado, estão confinados enquanto aqueles que possibilitam benefícios para a saúde das crianças, regulando o desenvolvimento de sentimentos sobre “autocuidado” e “cuidado coletivo” a partir do aprendizado com os mesmos. Por outro, surge seu abjeto, o animal confinado enquanto perigo, que pode prejudicar, causar doenças e até nos matar. A escolha de joaninhas pelo fato de “não causarem queimaduras ou irritações” (A07, p.22) ou dos cupins que “não oferecem riscos à saúde” (A11, p. 56) funcionam como distinções que separam esses animais dos “outros”.

Tais distinções podem ser entendidas como formas de raciocínios construídas pela mistura alquímica de inúmeros discursos sobre os conhecimentos zoológicos. Desde os estudos sobre fisiologia e ecologia de animais até os discursos pedagógicos sobre o “cotidiano do aluno” ou de uma “educação profilática”, elaboram esse espaço no qual os animais são vistos e nos veem numa relação de risco e de atenção constante. Em A01, é percebido que abordagens morfofisiológicas e a relação dos animais com doenças e zoonoses são predominantes em relação às de contextualização ecológica e evolutiva em determinadas práticas do ensino de Zoologia. Isso corrobora com a ideia da “saúde” como uma espacialidade muito própria que, mesmo trazendo feixes discursivos ecológicos, configura uma forma de confinamento distinta da maneira como ecologicamente os animais são encerrados.

Figura 9: Página 118 de L1

1. Introdução

Em qualquer ecossistema, todos os componentes, vivos ou não vivos, mantêm equilíbrio entre si, podendo-se falar em **equilíbrio ambiental**. Tanto um organismo como um ecossistema em seu todo têm o poder de se adaptar a pequenas alterações, restabelecendo o equilíbrio. No entanto, modificações bruscas ou violentas normalmente não são compensadas em prazos razoáveis, impondo quebra duradoura do equilíbrio, com reflexos danosos para a saúde do organismo ou de todo o ecossistema.

Por motivos didáticos, analisaremos separadamente as alterações bióticas e as abióticas responsáveis pela quebra do equilíbrio ambiental, mas é importante lembrar que, nos ecossistemas, fatores bióticos e abióticos estão em constante interação.

2. Alterações bióticas

Entre as alterações bióticas que podem provocar desequilíbrio em um ecossistema destacam-se a **introdução de espécies** e a **eliminação ou extinção de espécies**.

2.1. Introdução de espécies

Quando uma espécie exótica (que se instala em locais onde não é naturalmente encontrada) é introduzida em um ecossistema, é difícil prever as consequências. Uma possibilidade é que a espécie exótica seja mais eficiente do que as espécies nativas na utilização dos recursos do ambiente. A disponibilidade dos recursos que estariam destinados às espécies nativas diminui e, como consequência disso, há redução da abundância dessas espécies. Isso caracteriza um desequilíbrio ecológico. A situação se agrava quando a espécie introduzida não tem predadores naturais no novo ambiente, o que acelera muito seu crescimento populacional.

Existem vários casos de introdução de espécies no Brasil e no mundo, com consequências danosas ao meio.

Colocando em foco

O CARAMUJO GIGANTE AFRICANO

O caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Fig. 6.2) é nativo da África e foi introduzido no Brasil na década de 1980 como uma alternativa ao consumo de *escargot*. Sem aceitação no mercado, porém, os caramujos foram soltos no ambiente, onde encontraram condições ideais para se reproduzir devido ao clima e à ausência de predadores. Hoje estão presentes em várias regiões do país e são combatidos, muitas vezes, de modo indiscriminado, o que tem colocado em risco as populações de espécies nativas semelhantes a eles e que acabam confundidas com o *Achatina*, como é o caso do *Megalobulimus* sp. Leia mais sobre o assunto no texto a seguir.

Impactos no meio ambiente

O caramujo africano invasor *Achatina fulica* foi introduzido no Brasil a partir de estados do Sul e Sudeste em pelo menos três ocasiões. [...] Populações densas dessa espécie vêm causando incômodos à populações humanas, danos a jardins e pequenas plantações, além de atuarem como transmissoras de duas zoonoses (angiostrongilíase abdominal e meningoencefalite eosinofílica) e outras parasitoses de interesse veterinário. [...]

Atualmente, o Brasil vive a fase explosiva da invasão de *Achatina fulica*, estando presente em 24 dos 26 estados brasileiros (sem registro apenas no Acre e Amapá) e no Distrito Federal [...].



Figura 6.2. Fotografia do caramujo gigante africano. A concha mede cerca de 8 cm de comprimento.

Figura 10: Página 129 de L1

Os derramamentos de petróleo que atingem as regiões de manguezais também são muito graves, pois, além de afetar árvores e animais que vivem no local, destroem a principal área de procriação para muitas espécies marinhas.

Alguns métodos são utilizados para conter a dispersão das manchas de petróleo derramado, entre eles barreiras físicas e sucção por bombas. O uso de detergentes não tem sido indicado, pois seus efeitos podem ser tão graves quanto os ocasionados pelo petróleo. O petróleo pode também ser degradado pela ação de bactérias específicas, mas esse processo é muito lento.

Tão importante quanto descobrir técnicas para retirar o petróleo das águas e das praias é procurar evitar seu derramamento por meio de medidas de segurança nos petroleiros e nas plataformas, assim como do cuidado na lavagem dos tanques dos navios.

3.9. O lixo

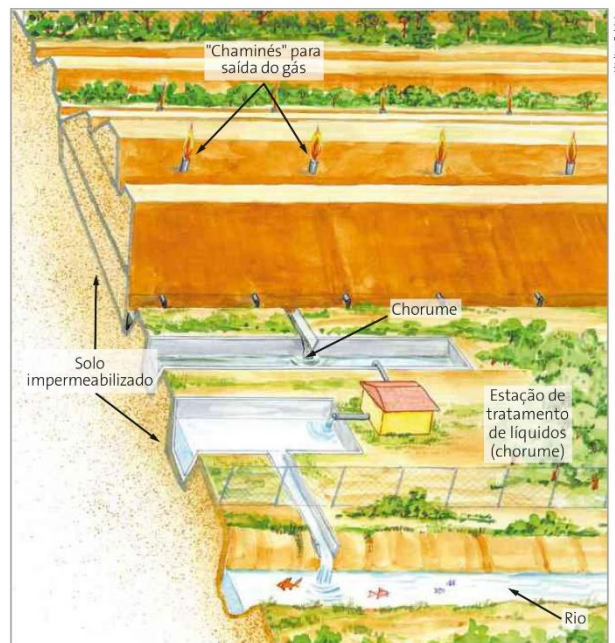
No Brasil, produz-se cerca de 600 g de lixo urbano por pessoa por dia, sendo que nas grandes cidades, como São Paulo, esse número alcança algo entre 1 kg e 1,2 kg por pessoa por dia. Nova Iorque é a cidade campeã em produção de lixo: cada pessoa produz em média cerca de 3 kg de lixo por dia. O que fazer com esse lixo, constituído por diversos materiais, como vidros, plásticos, metais, papéis, papelão e restos de comida? Considere que a população humana vem crescendo muito. A sociedade de consumo vem aumentando a quantidade de lixo produzido graças aos inúmeros itens descartáveis que procuram “facilitar” o dia a dia das pessoas.

O problema do lixo é muito sério. Algumas soluções têm sido propostas, mas os resultados ainda não são definitivos.

Uma das soluções mais antigas consiste simplesmente em remover o lixo de um local e transferi-lo para outro, formando os imensos **lixões** a céu aberto. Além do mau cheiro, esses **lixões são responsáveis por intensa proliferação de insetos, como moscas e baratas, e de outros animais, como ratos, causando um grave problema de saúde pública.** Fora isso, pessoas passaram a explorar esses lixões recolhendo restos de comida, objetos e outros itens, colocando em risco sua própria saúde. Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que prevê a criação de planos para a eliminação de lixões e a posterior recuperação dos terrenos que eles ocupavam.

Atualmente, há formas mais adequadas para lidar com o lixo, como a construção de aterros sanitários, a incineração (queima) e a compostagem.

Nos **aterros sanitários** (Fig. 6.14), o solo é preparado de modo a receber uma impermeabilização e impedir que o lixo o contamine. São colocadas camadas alternadas de lixo e terra, evitando assim o mau cheiro e a **proliferação de animais.** Nesses aterros, bactérias anaeróbias realizam a decomposição da matéria orgânica; entre elas, há as que produzem o gás metano. Como essa produção é intensa, é importante haver locais próprios para a saída do gás, que pode ser coletado e usado como combustível. Quando não é aproveitado, geralmente esse gás é queimado nas chaminés adaptadas ao substrato dos aterros.



Fonte: *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas — IPT, 1995.

Figura 6.14. Esquema de um aterro sanitário. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Figura 11: Página 51 de L2

A seguir, apresentaremos algumas doenças do ser humano causadas por bactérias. Essas doenças podem ser tratadas com antibióticos, que, entretanto, não são eficientes contra vírus e protistas parasitas. O uso de antibióticos deve ser feito sob rígido controle médico.

Botulismo

- **Agente etiológico:** *Clostridium botulinum*.
- **Modo de transmissão:** ingestão da toxina liberada pela bactéria, principalmente em alimentos enlatados e conservas artesanais.
- **Características da infecção:** a toxina bloqueia a transmissão dos impulsos nervosos para os músculos.
- **Medidas profiláticas:** cuidados higiênicos ao processar alimentos; não consumir alimentos contidos em latas estufadas.

Cólera

- **Agente etiológico:** *Vibrio cholerae*.
- **Modo de transmissão:** ingestão de água ou de alimentos contaminados pela bactéria.
- **Características da infecção:** diarreia acentuada com fezes em “água de arroz”, vômitos e câibras. Sem tratamento, pode ocorrer morte por desidratação e paralisia dos rins.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; saneamento básico; consumo somente de água potável (fervida ou clorada e filtrada); higienização de verduras e frutas; consumo apenas de frutos do mar bem cozidos.

Coqueluche

- **Agente etiológico:** *Bordetella pertussis*.
- **Modo de transmissão:** inalação de gotículas espalhadas no ar pela fala, pela tosse ou por espirros de pessoas contaminadas pela bactéria.
- **Características da infecção:** febre baixa, coriza, surtos de tosse seca, vômitos; podem ocorrer complicações tais como: pneumonia, convulsões e hemorragias cerebrais.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; vacinação; evitar contato com doentes.

Difteria ou crupe

- **Agente etiológico:** *Corynebacterium diphtheriae*.
- **Modo de transmissão:** inalação de gotículas eliminadas no ar pelo nariz e pela boca de pessoas contaminadas pela bactéria.

- **Características da infecção:** a bactéria produz uma toxina que afeta principalmente cavidades nasais, tonsilas (amígdalas), faringe e laringe. Pode ocorrer morte por asfixia.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; vacinação; evitar contato com doentes.

Febre maculosa

- **Agente etiológico:** *Rickettsia rickettsii*.
- **Modo de transmissão:** picada do carrapato-estrela (*Amblyomma cajennense*) (Fig. 3.12) ou de fases de seu ciclo de vida conhecidas popularmente por miucins (larvas) e vermelhinhas (ninfas); esses carrapatos são ectoparasitas principalmente de mamíferos (cavalo, morcego, gambá, cão, boi, capivara). Após a picada do carrapato contaminado, o período de incubação da bactéria no corpo humano é de 2 a 14 dias. Não há vacinas e não é transmitida de pessoa a pessoa.



▲ **Figura 3.12.** Formas larval (cerca de 0,5 mm a 2 mm de comprimento) (A), de ninfa (cerca de 2 mm a 10 mm de comprimento) (B) e adulta (C) do carrapato *Amblyomma cajennense*, transmissor da febre maculosa. A fêmea adulta, após se alimentar de sangue, pode medir até 3 cm de comprimento.

- **Características da infecção:** febre, vômitos, dores de cabeça e musculares, manchas vermelhas no corpo; caso não haja tratamento, o quadro pode evoluir até a morte.
- **Medidas profiláticas:** evitar caminhar em locais sabidamente infectados por carrapatos sem proteger o corpo com calça comprida e botas; caso seja necessário caminhar por locais infectados, vistoriar o corpo em busca de carrapatos em intervalos de 3 horas e retirar o animal sem esmagá-lo; usar carrapaticidas em animais domésticos.

Hanseníase

- **Agente etiológico:** *Mycobacterium leprae*.

Figura 12: Página 52 de L2

- **Modo de transmissão:** bacilos liberados em secreções respiratórias quando uma pessoa infectada e não tratada tosse, espirra ou fala; pacientes em tratamento ou curados não são transmissores.
- **Características da infecção:** afeta o sistema nervoso causando vários sintomas, entre eles falta de sensibilidade nas áreas do corpo afetadas; surgem lesões na pele; diminuição da força muscular.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; vacinação com a BCG (a mesma usada contra tuberculose) nas pessoas que convivem com os doentes.

Leptospirose

- **Agente etiológico:** bactérias do gênero *Leptospira*.
- **Modo de transmissão:** animais, como ratos, eliminam leptospiras vivas pela urina e contaminam água e alimentos; as bactérias penetram no corpo humano principalmente por pequenas lesões da pele, mas podem penetrar também pelas mucosas da boca, das narinas e dos olhos.
- **Características da infecção:** febre alta, dor de cabeça, dores musculares, náusea, vômitos, aumento do fígado, hemorragia digestiva, lesões na pele e problemas respiratórios, podendo ocorrer morte.
- **Medidas profiláticas:** uma das formas de combate é a prevenção de enchentes; ficar o menor tempo possível em contato com águas de enchente; após inundações, diluir um copo de água sanitária em um balde de 20 litros de água limpa para lavar os locais afetados e depois lavar novamente com água limpa; tratamento do lixo (evitar lixões onde proliferam ratos); se há evidência de ratos na residência, todos os alimentos devem ser guardados em recipientes fechados ou na geladeira; tratamento da água; vigilância sanitária de alimentos.

Meningite epidêmica

- **Agente etiológico:** *Neisseria meningitidis* (conhecida como meningococo).
- **Modo de transmissão:** inalação de gotículas de secreções eliminadas pela boca e pelo nariz de pessoas contaminadas pela bactéria.
- **Características da infecção:** afeta as meninges (membranas que envolvem a medula e o encéfalo); ocorrem dor de cabeça intensa, febre, rigidez da nuca, vômito em jatos; pode evoluir até a morte.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; vacinação; evitar ambientes abafados e com aglomerações de pessoas; isolar pessoas contaminadas em hospitais especializados.

Pneumonia bacteriana

- **Agente etiológico:** *Streptococcus pneumoniae* ou *Diplococcus pneumoniae*.
- **Modo de transmissão:** inalação de ar contaminado por essas bactérias.
- **Características da infecção:** infecção pulmonar.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; evitar contato na fase de manifestação da doença.

Sífilis

- **Agente etiológico:** *Treponema pallidum*.
- **Modo de transmissão:** por via sexual (relação sexual com pessoa contaminada); por via congênita (contaminação do feto por meio da placenta de mães portadoras da bactéria).
- **Características da infecção:** inflamação na pele e nos ossos, doenças respiratórias, esterilidade; pode causar a morte do feto, ou este pode nascer normal e apresentar sintomas da doença na infância.
- **Medidas profiláticas:** tratamento dos doentes; uso de camisinha nas relações sexuais.

Tétano

- **Agente etiológico:** *Clostridium tetani*.
- **Modo de transmissão:** os esporos desse bacilo são encontrados principalmente no solo. Podem penetrar no corpo humano quando ocorre uma lesão causada por objetos contaminados.
- **Características da infecção:** os bacilos liberam uma neurotoxina que desencadeia principalmente fortes contrações musculares; pode ocorrer parada respiratória e/ou cardíaca.
- **Medidas profiláticas:** vacinação, com reforço a cada 10 anos; evitar ferimentos, especialmente com objetos sujos de terra ou esterco; cuidados higiênicos durante o parto.

Tuberculose

- **Agente etiológico:** *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo de Koch).
- **Modo de transmissão:** inalação de gotículas espalhadas no ar pela fala, pelo espirro e pela tosse de pessoa contaminada pela doença.
- **Características da infecção:** atinge os pulmões, provocando infecções; pode passar para o sangue e a linfa, atingindo outras estruturas do corpo, como fígado, baço, medula óssea, rins e sistema nervoso.
- **Medidas profiláticas:** vacinação (BCG) e tratamento dos doentes.

Figura 13: Página 69 de L2

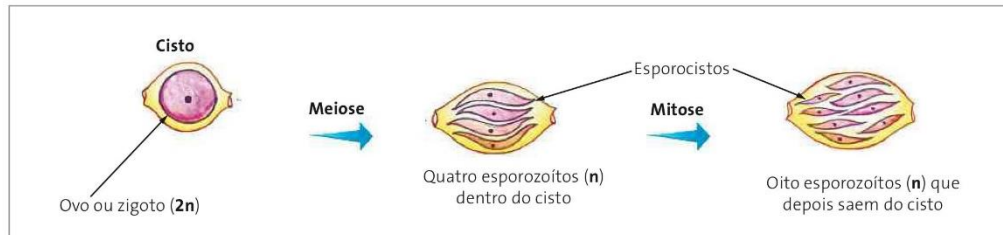


Figura 4.18. Esquema de esporogonia. Um esporozoito chega a medir cerca de 15 μm de comprimento. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

A seguir, vamos comentar duas importantes parasitoses humanas causadas por apicomplexos: a malária (maleita, impaludismo, paludismo ou febre intermitente) e a toxoplasmose.

9.1. Malária

A malária é causada por esporozoários do gênero *Plasmodium*. Essa doença afeta milhões de pessoas em todo o mundo, especialmente em regiões tropicais.

Os acessos maláricos são cíclicos e caracterizados por intenso calafrio, seguido de febre alta, dores de cabeça e no corpo. À medida que a temperatura começa a diminuir, o doente apresenta intensa sudorese. Esses acessos se repetem com intervalos diferentes, de acordo com a espécie de *Plasmodium*.

Existem três espécies no Brasil:

- *Plasmodium vivax*: causam acessos febris a cada 48 horas (o nome popular da doença é, neste caso, febre terçã benigna — ocorre de 3 em 3 dias);
- *Plasmodium malariae*: causam acessos febris a cada 72 horas (febre quartã benigna);
- *Plasmodium falciparum*: causam acessos febris irregulares, de 36 a 48 horas (febre terçã maligna, pois as hemácias parasitadas aglutinam-se e provocam a obstrução de vasos, podendo levar o indivíduo à morte).

A malária é transmitida ao ser humano pela picada da fêmea do mosquito do gênero *Anopheles* (conhecido vulgarmente por mosquito-prego), que geralmente pica à noite (Fig. 4.19).



Figura 4.19. Fotografia de fêmea do mosquito *Anopheles* sp. Mede cerca de 4 mm de comprimento.

Analise a figura 4.20, na próxima página, que mostra simplificadamente o ciclo de vida do *Plasmodium*. Vamos analisar esse ciclo a partir do momento em que o mosquito perfura a pele de uma pessoa e introduz o parasita, que se acha sob a forma de esporozoíto, na glândula salivar do mosquito.

Os esporozoítos entram na corrente sanguínea e são levados até as células do fígado, nas quais penetram, modificam-se e reproduzem-se assexuadamente, dando origem a vários indivíduos denominados **merozoítos**. As células do fígado rompem-se liberando os merozoítos, que podem infectar outras células desse órgão ou passar para a corrente sanguínea, onde penetram nos glóbulos vermelhos do sangue (hemácias). Nesses glóbulos, os merozoítos sofrem novamente reprodução assexuada, originando muitos outros indivíduos. As hemácias rompem-se e liberam merozoítos e toxinas, as quais provocam os acessos febris característicos da doença. Os merozoítos podem infectar outras hemácias, reproduzindo-se novamente. Podem, também, infectar hemácias diferenciando-se em **gametócitos** e permanecendo nessas células.

O mosquito-prego, ao picar uma pessoa contaminada pelo *Plasmodium*, pode sugar hemácias contendo gametócitos, dando início ao ciclo do parasita no corpo do inseto. No estômago do mosquito, os gametócitos diferenciam-se em gametas masculinos e femininos, havendo, a seguir, a fecundação. O zigoto originado fixa-se na parede do estômago formando um cisto, no interior do qual ocorre a **esporogonia**: o zigoto sofre meiose, e as células haploides multiplicam-se várias vezes, originando muitos esporozoítos, que rompem o cisto, são liberados e penetram na glândula salivar do inseto.

Ao picar uma pessoa, o inseto introduz o parasita na forma de esporozoítos, iniciando o ciclo do *Plasmodium* no corpo humano.

Figura 14: Página 70 de L2

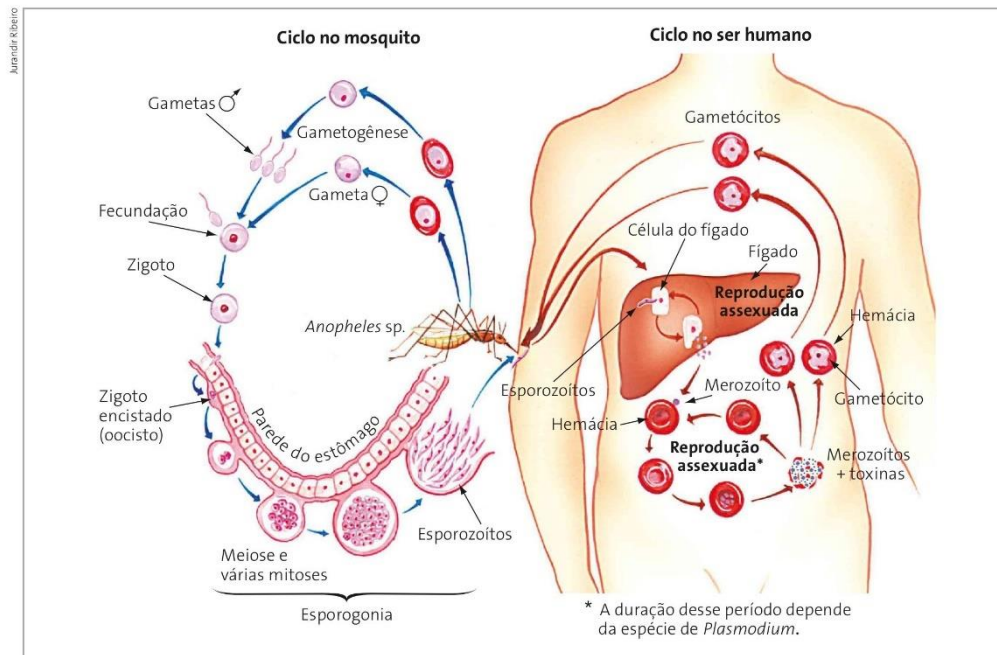


Figura 4.20. Esquema do ciclo de vida do *Plasmodium* sp. no ser humano e no mosquito. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Como se pode notar, no mosquito ocorrem a reprodução sexuada e a assexuada do *Plasmodium*, enquanto no ser humano acontece apenas a reprodução assexuada. O hospedeiro no qual ocorre a reprodução sexuada do parasita é denominado **hospedeiro definitivo**. Já o hospedeiro no qual há apenas reprodução assexuada do parasita é denominado **hospedeiro intermediário**. No caso do *Plasmodium*, o mosquito é o hospedeiro definitivo, e o ser humano, o intermediário.

Além dessa via de transmissão da malária, existem outras que não envolvem o inseto. São elas:

- transfusão de sangue contaminado pelo parasita;
- uso compartilhado de agulhas e/ou seringas contaminadas;
- transmissão para o bebê no momento do parto, quando as mães estão contaminadas.

Algumas das maneiras pelas quais se pode realizar a profilaxia da malária, quando a transmissão ocorre por meio do inseto, são:

- eliminar criadouros do inseto vetor, o que pode ser feito evitando deixar água acumulada, pois esse inseto põe seus ovos na água, eclodindo uma larva aquática que só depois da metamorfose passa a viver em ambiente aéreo;

- usar larvicidas e inseticidas para o combate ao inseto;
- proteger portas e janelas com tela para evitar que o mosquito entre em casa, assim como usar mosquiteiro nas camas;
- usar repelente de insetos.

9.2. Toxoplasmose

- **Agente etiológico:** *Toxoplasma gondii*.
- **Características da doença:** geralmente assintomática, mas em alguns casos pode causar cegueira; é grave em gestantes, pois o parasita pode passar para o feto, afetando seu sistema nervoso.
- **Modos de transmissão:** ingestão de cistos do parasita presentes principalmente nas fezes de gatos, que são os hospedeiros naturais do toxoplasma, e ingestão de carne crua ou malcozida contaminada pelo parasita.
- **Medidas profiláticas:** adoção de medidas higiênicas básicas e cuidados especiais para evitar a contaminação ao lidar com animais, principalmente gatos; cozimento adequado de carnes.

De variados modos os animais vão sendo apresentados em meio a esse contexto de saúde e prevenção. O caramujo africano, espécie exótica trazida para o Brasil, exemplifica seu encerramento enquanto transmissor de duas zoonoses e outras parasitoses de interesse veterinário. As fêmeas de mosquito-prego aparecem perfurando a pele e introduzindo o parasita da malária em corpos humanos, compondo ciclos e participando de cadeias de transmissão. O carrapato-estrela e os ratos também são acionados para a explanação de possíveis doenças que podem acometer humanos.

Além dos âmbitos mais individuais, em que espécies específicas são confinadas nas doenças e infecções que podem transmitir, percebemos em L1 (figura 10) uma abordagem mais contextual e associada a preocupações socioambientais. A produção excessiva de lixo e seu descarte em lixões aparece intensificada como um problema, além de outros fatores, por atrair muitos animais facilitando a proliferação dos mesmos. Diante disso, se estabelece um quadro de grave problema de saúde pública. Em meio a esse cenário de contaminação e reprodução intensa de moscas, baratas e ratos, são abordados também aspectos relativos às condições precárias em que pessoas humanas se encontram diante do recolhimento de restos de alimento e outros objetos ao lado desses animais nesse espaço.

Os insetos, combatidos indiscriminadamente e cada vez em maior número (A05), aparecem como alvo desse confinamento por serem “conhecidos apenas e/ou principalmente pelas doenças ou outros problemas causados à humanidade, deixando-se geralmente de lado as outras atuações destes seres vivos, por exemplo, o papel ecológico que eles desempenham nos ecossistemas” (A05, p.512). Podemos pensar que a premissa de “educar para prevenir” se associa a esses animais nas construções de práticas pedagógicas. A inclusão dos invertebrados no ensino escolar se dá associada ao fato dos mesmos “estarem presentes no cotidiano dos alunos, uma vez que, dentre outros motivos, certos organismos são causadores ou vetores de doenças que podem nos atingir” (A04, p. 329).

Os morcegos também aparecem causando incômodos. Devido ao contato mais próximo entre os humanos e esses mamíferos voadores, muito pela invasão do habitat natural dos mesmos (A08), as preocupações e medos com esses animais também se tornaram mais recorrentes, “principalmente pela falta de esclarecimento sobre esses mamíferos e também devido a questões relacionadas à saúde pública” (A08, p. 09). Diante de práticas que encerram os morcegos enquanto unicamente um “vetor”, as apostas para uma melhor compreensão dos

mesmos são de aulas de Ciências e Biologia que “elucidem melhor a relação médico-sanitária” desses animais, desviando da “crença de que eles não possuem características positivas” (ibid.).

Quanto aos animais que chamam mais atenção e despertam o interesse dos estudantes, “os animais peçonhentos ou venenosos foram os mais apontados pelos professores, e em menor número os vermes e anfíbios” (A01, p.127). Apesar de ambos aparecerem confinados nas suas relações com a periculosidade, o fato de despertarem o “interesse” dos estudantes desloca os mesmos para diferentes pólos pelos quais são escrutinados nesse espaço. Olhemos para aqueles peçonhentos, serpentes e escorpiões, por exemplo. Percebemos no trecho a seguir como alguns princípios de saúde se associam ao ensino sobre as serpentes, confinando-as no espaço perigoso:

[...] este grupo de animais é muito presente na região de Blumenau e podem causar acidentes sérios envolvendo as pessoas. Uma correta percepção deste grupo, seus riscos, hábitos e até mesmo primeiros socorros torna-se de suma importância para os alunos que convivem em uma região com estes animais (A12, p.261).

Diante da *Bothrops jararaca* (jararaca) e da *Bothrops jararacussu* (jararacussu) serem “responsáveis por cerca de 90% dos acidentes ofídicos envolvendo serpentes venenosas no Brasil” (A12, p. 263), é justificada a “importância do correto desenvolvimento deste tema em sala de aula, como **método preventivo** e de **orientação** ao se deparar com algum destes animais ou ao sofrer um acidente envolvendo serpentes” (A12, p. 264, **grifo nosso**). Além das práticas pedagógicas configurarem um “método preventivo” em que são compartilhadas “medidas profiláticas” entre humanos que aprendem sobre esses animais, os acidentes ofídicos “constituem um problema relacionado não somente à saúde pública, mas também à economia de um país” (A19, p. 309). Desse modo, percebemos uma associação entre os espaços perigoso e econômico nessa relação de confinamento.

Incentivar a adoção de medidas profiláticas e divulgar os procedimentos corretos a serem adotados após um acidente, parece contribuir para uma melhor “formação cidadã” (L2, p. 215) desses estudantes. Assim, é estimulado o desenvolvimento da “autonomia” dos indivíduos e da comunidade para que possam fazer escolhas preconizando a “saúde coletiva” (FALKENBERG et al, 2014), a partir do conhecimento sobre os riscos de convivermos com outros que humanos. Como atividade proposta para os estudantes, L2 (p. 257) indica a elaboração de um folheto de divulgação para informar a população sobre como diferenciar as serpentes peçonhentas brasileiras e as principais medidas preventivas de acidentes ofídicos.

O mesmo raciocínio aparece imbricado ao aprendizado sobre as aranhas e escorpiões de interesse médico no Brasil (L2, p.215). A partir da construção de cartazes abordando as principais informações sobre esses animais e as medidas preventivas de acidentes com os mesmos, o livro didático - em meio aos processos alquímicos - estimula a atuação dos estudantes diante da sua comunidade, informando e compartilhando as formas de cuidado individual e coletivo. Consideramos que, em meio a esse confinamento perigoso, são forjados aspectos como a “capacitação” desses estudantes para o controle e manejo dos fatores determinantes -nesse caso os animais – para sua saúde.

Em face da importância dada aos aspectos profiláticos, A15 salienta ainda a necessidade dos livros didáticos estarem em conformidade com os conhecimentos científicos atualizados sobre as serpentes. Esses livros são percebidos como quase “manuais de saúde” e de “cuidado pessoal” para os estudantes, visto que ao apresentarem informações equivocadas podem “colocar em risco a saúde dos alunos que utilizam este livro em suas aulas” (p. 227). No caso das aranhas, mesmo que as mesmas “pareçam contrariar os interesses humanos”, são valorizados aspectos como as “funções salutares no equilíbrio do ambiente e que este ambiente equilibrado é, por si só, um grande benefício à manutenção da vida sadia dos seres humanos” (A16, P. 100).

Foram apresentados alguns casos de acidentes com aranhas, os locais de maior ocorrência e as principais espécies envolvidas. As espécies mais citadas foram: aranha marrom, viúva negra e armadeira. Foi feita, ainda, uma comparação entre o perigo apresentado pela peçonha destas com o de outras aranhas, como a caranguejeira, por exemplo, que apesar de muito amedrontar as pessoas, apresenta pouco perigo aos seres humanos [...] Em seguida, foram abordados os benefícios e malefícios da interação aranha-homem, tanto para o homem quanto para as aranhas. Nessa parte, foram tratadas questões como a utilização desses animais para estudos em laboratórios, sua importância no ambiente ecologicamente equilibrado e utilização destes bichos como animais de estimação, ressaltando os perigos que esta prática ocasiona e os problemas que podem oferecer para pessoas e aranhas (A16, p.98).

Ainda, foi possível através da estratégia de ensino por projetos, trabalhar com as crianças a “importância médico-econômica, na produção de fármacos e fibras super-resistentes inspiradas na teia, por exemplo” (A16, p. 100). Trazer para essas práticas tais aspectos intencionou “frisar que não há necessidade de ter medo de aranhas, mas, sim, precaução para evitar acidentes” (A16, p. 99).

Figura 15: Página 213 de L2

Classe Ophiuroidea

Disco central nitidamente separado dos cinco braços, que são finos e muito ágeis. Os ofiuroides não possuem ânus. São conhecidos por **serpentes-do-mar** ou **estrelas-serpentes** (Fig. 11.40).

Classe Crinoidea

Os crinoides vivem apoiados ao substrato pela região aboral, tendo o ânus deslocado para a região próxima à boca. São os **lírios-do-mar** (Fig. 11.41).

Classe Holoturoidea

Corpo alongado e espinhos reduzidos. Os holotúrias possuem no interior do corpo uma estrutura especial chamada árvore respiratória, relacionada com as trocas gasosas. São os **pepinos-do-mar** (Fig. 11.42).



Figura 11.40. Fotografia de serpente-do-mar. Mede cerca de 5 cm de diâmetro, incluindo os braços.



Figura 11.41. Fotografia de lírio-do-mar. Mede cerca de 15 cm de diâmetro, incluindo os braços.



Figura 11.42. Fotografia de pepino-do-mar. Mede cerca de 20 cm de comprimento.



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Principais aranhas e escorpiões de interesse médico

Além dos animais que são parasitas do ser humano e que causam doenças, existem outros de interesse médico que não parasitam o corpo humano. São predadores de outros animais e podem representar perigo para nós, eventualmente. Vamos falar aqui um pouco sobre as principais aranhas e escorpiões de interesse médico que ocorrem no Brasil.

Aranhas

As principais espécies de aranha perigosas para o ser humano pertencem a três gêneros: *Phoneutria*, *Loxosceles* e *Latrodectus*. Aranhas de espécies pertencentes a outros gêneros podem picar o ser humano, mas geralmente a consequência é apenas uma forte dor local.

As espécies do gênero *Phoneutria* são conhecidas como **aranhas-armadeiras**, pois, quando se sentem ameaçadas, apoiam-se nos dois pares de pernas traseiras, erguem o restante do corpo e "armam" o ataque. Elas são muito rápidas e ágeis. Essas aranhas têm hábitos noturnos, não formam teias e o veneno delas tem ação neurotóxica e cardiotoxica. O tratamento do doente pode ser feito com soro específico.

As espécies do gênero *Loxosceles* são conhecidas como **aranhas-marrons**, pois apresentam um colorido marrom uniforme. Elas têm hábitos noturnos e formam teias irregulares, construídas em locais escuros. O veneno dessas aranhas tem ação necrosante e hemolítica, e o tratamento do doente é feito com soro antiloxoscélico.

No gênero *Latrodectus*, são as fêmeas que podem ser perigosas para os humanos. Elas são chamadas **viúvas-negras**. Têm hábitos noturnos e constroem teias irregulares. O veneno das viúvas-negras tem ação neurotóxica e, como o número de acidentes por *Latrodectus* é muito pequeno no Brasil, não há produção de soro contra o veneno delas.

Figura 16: Página 214 de L2



^ Fotografia de aranha-armadeira (*Phoneutria* sp.). Mede cerca de 6 cm de comprimento.



^ Fotografia de aranha-marrom (*Loxosceles* sp.). Mede cerca de 4 cm de comprimento.



^ Fotografia de viúva-negra (*Latrodectus* sp.). Mede cerca de 3 cm de comprimento.

Escorpiões

Os escorpiões são animais predadores, de hábitos noturnos. Os que podem causar perigo para o ser humano no Brasil são o *Tityus bahiensis*, ou escorpião-marrom, e o *Tityus serrulatus*, ou escorpião-amarelo. O veneno tem ação neurotóxica. O tratamento do doente deve ser feito com soro antiescorpionico.



^ Fotografia de escorpião-amarelo (*Tityus serrulatus*). Mede cerca de 8 cm de comprimento.



^ Fotografia de escorpião-marrom (*Tityus bahiensis*). Mede cerca de 10 cm de comprimento.

Controle e prevenção de acidentes com aranhas e escorpiões

O controle e a prevenção de acidentes com aranhas e escorpiões podem ser feitos tomando-se os seguintes cuidados:

- manter limpos quintais, jardins e terrenos baldios, não acumulando neles entulho e lixo doméstico;
- aparar a grama dos jardins e recolher as folhas caídas;
- vedar soleiras de portas com saquinhos de areia ou friso de borracha;
- colocar telas nas janelas;
- vedar ralos de pia, de tanque e de chão com tela ou válvula apropriada;
- colocar lixo em sacos plásticos e mantê-los bem fechados para não atrair baratas, moscas e outros insetos, que são o alimento predileto de aranhas e escorpiões;
- examinar roupas, calçados, toalhas e roupas de cama antes de usá-los;
- andar sempre calçado e usar luvas de raspa de couro ao trabalhar com material de construção.

O uso de inseticida contra aranhas e escorpiões não é indicado, pois ele tem efeito apenas temporário e é tóxico para os seres humanos. Devemos lembrar ainda que aranhas e escorpiões não são insetos.

Em caso de picada por aranha ou por escorpião, principalmente se o acidentado for uma criança menor de 7 anos, procurar socorro médico imediato, levando, se possível, o animal que a picou, para ser identificado. As aranhas e os escorpiões podem ser colocados, com extremo cuidado para que não piquem a pessoa que os manipula, em frascos com tampa furada, contendo algodão ou pano umedecido com água.

Grande parte das informações contidas neste texto foram extraídas de: SOERENSEN, Bruno (coord.). *Animais peçonhentos; reconhecimento e distribuição geográfica*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1990; e de folhetos distribuídos à população pelo Instituto Butantan de São Paulo.

Figura 17: Página 215 de L2

1. Como trabalho de grupo, construa um cartaz abordando as principais aranhas e escorpiões de interesse médico no Brasil. Coloque figuras e monte um quadro com as seguintes informações:

Gênero e nome vulgar	Local onde ocorrem	Tipo de ação do veneno	Grau de mobilidade	Tratamento

2. Em seguida, elabore um texto com as principais medidas preventivas que devem ser adotadas para prevenir acidentes com esses animais.

3. Uma vez concluído o trabalho, discuta os dados com seus colegas de classe visando esclarecer dúvidas e trocar informações. Se possível, promovam uma campanha de esclarecimento sobre esse tema na escola. Exerça sua cidadania. Atue!

Seria interessante que os estudantes procurassem saber, junto aos órgãos públicos da região onde moram, mais informações sobre acidentes envolvendo esses animais.

Retomando

Você aprendeu, neste capítulo, sobre o grupo mais diversificado de animais: os artrópodes. Viu também que o grupo dos equinodermos apresenta semelhanças com o dos cordados. Relacione o conteúdo deste capítulo com o do anterior e então retome suas respostas às questões da seção **Pense nisso**. Em quais grupos se enquadram os animais que você citou? Justifique sua resposta.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

Ampliando e integrando conhecimentos

REGISTRE
NO CADERNO

Atividade 1 Você conhece o bicho-do-pé? Habilidades do Enem: H4, H13, H14, H16, H30.

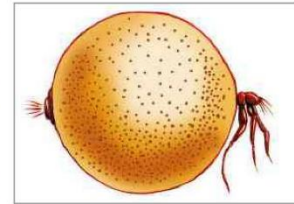
Várias espécies de artrópodes são parasitas de outros animais, inclusive do ser humano. O carrapato e a pulga são dois exemplos. A espécie de pulga *Tunga penetrans*, popularmente conhecida como bicho-do-pé, bicho-do-porco ou pulga-da-areia, tem um ciclo de vida curioso. Tanto o macho quanto a fêmea são hematófagos e, antes da fecundação, podem ser encontrados no solo, sendo comuns em chiqueiros de porcos. Nessa fase do ciclo de vida, essas pulgas medem cerca de 1 mm de comprimento. Após a fecundação, a fêmea passa a apresentar um comportamento peculiar: ela penetra na pele de um mamífero – como porcos, cachorros, ratos e, até mesmo, seres humanos –, onde desenvolve seus ovos. Nesse processo, o corpo da fêmea modifica-se muito, passando a apresentar o aspecto de um “saco de ovos”, podendo atingir o tamanho de uma semente de ervilha.

Cada fêmea produz cerca de 100 ovos. Em contato com solos úmidos e sombreados, os ovos dão origem às larvas que, em seguida, passam para a fase de pupa. Após a liberação dos ovos, o corpo da fêmea é expulso pela reação inflamatória da pele do hospedeiro.

Os locais mais comuns para a instalação da fêmea, nos seres humanos, são a sola dos pés, os espaços entre os dedos e a região sob as unhas. A remoção desses parasitas deve ser feita em condições higiênicas por profissionais da área médica, tomando-se cuidado para não romper o corpo da pulga. Além disso, é recomendada a vacina antitetânica, em função da possibilidade de infecção secundária pelo *Clostridium tetani*.

Com base nessas informações e em dados adicionais que você pode obter com profissionais da área de saúde, responda:

- A que grupo de artrópodes pertence o bicho-do-pé?
- Além de conseguir alimento, que outra vantagem a fêmea desses animais obtém ao penetrar a pele do hospedeiro?
- Qual é o tipo de ciclo de vida desses animais: ametábolo, hemimetábolo ou holometábolo? Justifique.
- Cite medidas profiláticas para evitar a infestação por essas pulgas.
- Recordando o que você já estudou em seu curso de Biologia, a que grupo de organismos pertence a espécie *Clostridium tetani*? Como age a vacina antitetânica?



Esquema de fêmea de pulga com abdômen repleto de ovos. Essa parte fica em contato com o ar, o que propicia as trocas gasosas. A parte anterior, onde estão os apêndices bucais, fica em contato com a pele, de onde a pulga obtém o sangue como alimento. Nesse estágio, o animal mede cerca de 5 mm de comprimento. (Cores fantasia.)

Figura 18: Página 207 de L2

Classe Insecta

Os **insetos** reúnem o maior número de espécies animais conhecidas. Assim, é o grupo mais diversificado entre os artrópodes e, conseqüentemente, entre todos os animais.

A maioria dos insetos é terrestre, embora algumas espécies tenham se adaptado secundariamente à vida no ambiente de água doce e, mais raramente, na superfície de oceanos e zonas entremarés.

Os insetos têm o corpo nitidamente dividido em cabeça, tórax e abdômen.

O grande sucesso desse grupo no meio terrestre pode ser atribuído principalmente a seu exoesqueleto quitinoso e à evolução do **voo**, características que permitiram aos insetos deslocamento eficiente e rápido, fuga de predadores e busca de novas fontes de alimento ou de locais com condições mais adequadas à sua sobrevivência.

Os insetos são os únicos invertebrados com adaptações ao voo (Fig. 11.19). Eles desempenham importante papel ecológico nos ecossistemas terrestres, onde são responsáveis pela polinização da maioria das plantas floríferas. Entretanto, existem insetos que causam sérios prejuízos à agricultura, tornando-se verdadeiras pragas que destroem ou danificam as

plantações. Um exemplo são os gafanhotos, que chegam a formar as chamadas “nuvens”, dizimando em pouco tempo plantações inteiras.

Além disso, algumas espécies são vetores de doenças, como é o caso dos mosquitos transmissores de malária, elefantíase, dengue e febre amarela; dos piolhos, que transmitem o tifo; das pulgas, transmissoras da peste bubônica; e dos barbeiros, que transmitem a doença de Chagas.

Os insetos surgiram provavelmente de ancestrais sem asas, parecidos com as atuais traças-dos-livros. Na evolução do grupo, as primeiras asas que surgiram eram em número de quatro (um par anterior e outro par posterior) e se dispunham perpendicularmente em relação ao eixo longitudinal do corpo, como nas libélulas atuais (Fig. 11.20).

Depois, muitas modificações ocorreram nesse padrão. Logo a seguir surgiu um mecanismo que propiciou a flexão das asas para trás, sobre o tórax e o abdômen, quando o inseto pausa. Isso permitiu que os insetos se refugassem em locais estreitos.

Em alguns grupos, as asas anteriores sofreram modificações, passando a proteger as asas posteriores, que permaneceram membranosas e responsáveis pelo voo. É o que acontece, por exemplo, com os besouros (Fig. 11.21).

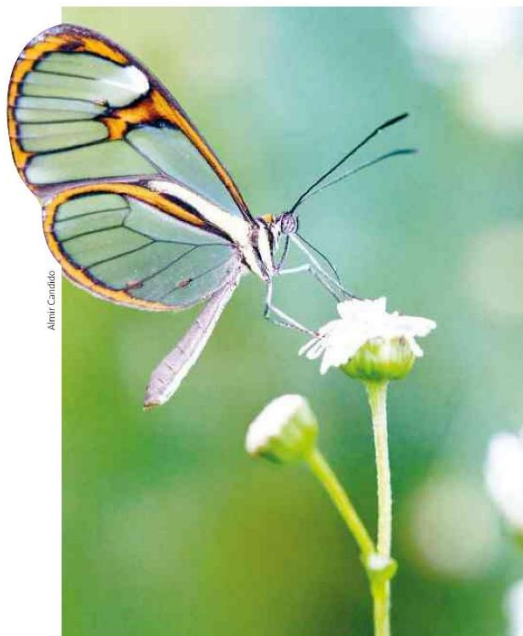


Figura 11.19. Borboleta com asas membranosas. Mede cerca de 3 cm de comprimento.



Figura 11.20. Asas membranosas de libélula, dispostas perpendicularmente ao corpo. Mede cerca de 6 cm de comprimento.



Figura 11.21. O par anterior de asas dos besouros protege as asas posteriores, membranosas. Mede cerca de 2 cm de comprimento.

Figura 19: Página 210 de L2

Evidências indicam que os primeiros insetos que surgiram eram ametábolos. Durante a evolução do grupo, com o surgimento das asas, desenvolveu-se a metamorfose. Inicialmente surgiu a metamorfose incompleta e depois, a completa. Hoje, cerca de 85% dos insetos são holometábolos e, na maioria dessas espécies, adultos e larvas não competem entre si, pois têm hábitos alimentares diferentes.

Alguns insetos holometábolos apresentam fase larval aquática (Fig. 11.28), como é o caso de importantes mosquitos vetores de doença. Como exemplos, podemos citar representantes do gênero *Culex*, que transmitem a filariose, do gênero *Anopheles*, que transmitem a malária, e da espécie *Aedes aegypti*, que transmitem a dengue e a febre amarela (Fig. 11.29).

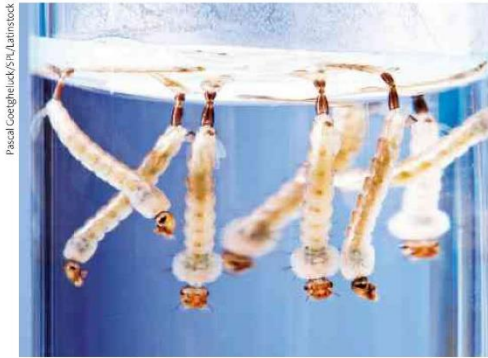


Figura 11.28. Fotografia de larvas aquáticas de mosquitos do gênero *Aedes* criadas em laboratório para estudos. Medem cerca de 3mm de comprimento.

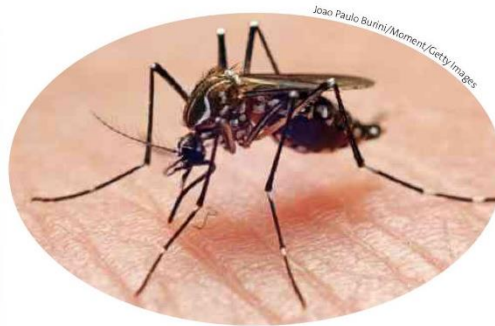


Figura 11.29. Fotografia de adulto de *Aedes aegypti*. Mede cerca de 0,5 cm de comprimento.

Classes Diplopoda e Chilopoda

Esses animais possuem muitas pernas articuladas e são chamados de **miriápodes**.

São animais com sexos separados, fecundação interna e desenvolvimento direto ou indireto, dependendo da espécie.

Os quilópodes e os diplópodes têm o corpo dividido em cabeça e tronco multissegmentado, apresentando um par de antenas e olhos simples.

Nos quilópodes há um par de pernas por segmento, sendo o primeiro par transformado em estruturas

denominadas **forcípulas**, na extremidade das quais se abrem glândulas de veneno. Esses animais são carnívoros predadores e se utilizam do veneno para imobilizar suas presas. São vulgarmente conhecidos por centopeias ou lacraias (Fig. 11.30).

Os diplópodes são animais herbívoros ou detritívoros e não apresentam forcípulas. Possuem dois pares de pernas por segmento. São vulgarmente conhecidos como milípedes, piolhos-de-cobra, gongolôs ou embuás (Fig. 11.31).



Figura 11.30. Fotografia de quilópode do gênero *Scolopendra*. Seu veneno neurotóxico pode causar acidentes com seres humanos. Mede cerca de 8 cm de comprimento.



Figura 11.31. Fotografia de diplópode (piolho-de-cobra). Mede cerca de 8 cm de comprimento.

O “medo” e o “nojo” aparecem próximos desse “risco” que os animais confinados nesse espaço podem oferecer. Em geral, acredita-se que “as crianças tendem a temer os insetos e outros invertebrados por acreditarem que esses animais podem causar dor” (A07, p.22). Em relação aos anfíbios, constatou-se que alguns grupos percebem os mesmos “como seres nojentos, inúteis e que não possuem serventia alguma” (A06, p. 40). Além disso, a Classe Insecta é apresentada, entre outros aspectos, diante das suas diversas espécies que atuam como vetores de importantes doenças (A18) como a malária, dengue, febre amarela e outras que notadamente marcaram os movimentos pela erradicação de doenças no cenário nacional (L2).

Os lagartos também são capturados por essa espacialidade. A eles são atribuídos diferentes sentidos. Por um lado, podem ser confinados como “potenciais causadores de dano aos humanos, especialmente os que fazem referência à capacidade de produção e inoculação de veneno: ‘As mordidas dos lagartos podem ser venenosas’ e ‘Calango cego quando morde uma pessoa é pior que Cascavel’ (A13, p. 139). Por outro, novamente os “aspectos ecológicos” desses animais parecem tensionar esse espaço e produzir outros sentidos para esse confinamento:

De especial relevância foi o compartilhamento de conhecimentos relacionados à importância direta dos lagartos para o homem: “Os lagartos são importantes porque eles comem os insetos maléficos pra gente, então eles comendo, diminuem mais esses bichos” e “Meu pai até gosta deles. Ele diz: deixa os bichinhos aí que eles comem as baratas, as aranhas”. Estas expressões revelam a consciência dos informantes sobre as reais funções dos lagartos no ambiente natural e, em especial, a valorização dos benefícios que estes trazem ao ser humano, sobretudo na zona urbana, com o controle populacional de organismos potencialmente prejudiciais à saúde (A13, p.143).

A fluidez nos modos de confinamento é um aspecto importante a ser considerado ao pensar essa política espacial curricular relacionada aos animais. Ao passo que são normalizados diante dos prejuízos para a saúde humana, os mesmos também assumem o sentido de possibilidade de “proteção”, ao desempenharem o controle populacional de possíveis vetores, ou de “cura”, seja pela oferta das substâncias que compõem antídotos que atuarão neutralizando os venenos inoculados, seja por possibilitarem pesquisas sobre as potencialidades do veneno de cascavel, por exemplo, no combate ao câncer:

Figura 20: Página 248 de L2

O veneno é produzido por glândulas especializadas localizadas no maxilar superior e introduzido no corpo da vítima no momento da mordida. Essas glândulas podem ou não estar associadas a dentes especiais para a inoculação desse veneno no momento da mordida.

Existem quatro categorias de dentição nas serpentes, definidas em função da presença ou ausência dos dentes inoculadores de veneno e, quando presentes, do tipo e localização desses dentes:

- **áglifa:** não há dentes inoculadores de veneno, e todos os dentes são iguais. Ocorre, por exemplo, em jiboias e sucucis (Fig. 13.19);
- **proteróglifa:** há dentes inoculadores que possuem um sulco por onde escorre o veneno; localizam-se na região anterior da boca. Ocorre, por exemplo, em corais-verdadeiras (Fig. 13.20);
- **opistóglifa:** há dentes inoculadores que possuem um sulco por onde escorre o veneno; localizam-se na região posterior da boca e, em função dessa localização, geralmente não conseguem inocular o veneno com eficiência. Ocorre, por exemplo, nas cobras-cipó, muçuranas e na maioria das falsas-corais (Fig. 13.21);
- **solenóglifa:** há dentes inoculadores grandes, anteriores e com um canal interno por onde escorre o veneno; esses dentes são móveis, salientando-se quando a serpente abre a boca. Esse é o tipo de dentição mais especializado e ocorre, por exemplo, nas cascavéis (Fig. 13.22).



← **Figura 13.19.**
Fotografia do crânio de uma serpente áglifa.



← **Figura 13.20.**
Fotografia do crânio de uma serpente proteróglifa.



← **Figura 13.21.**
Fotografia do crânio de uma serpente opistóglifa.



← **Figura 13.22.**
Fotografia do crânio de uma serpente solenóglifa com a boca aberta. A abertura da boca permite a ingestão de presas grandes.



Colocando em foco

VENENO DA CASCAVEL PODE SER USADO PARA COMBATER CÂNCER

[...] O veneno da cascavel é considerado um potencial aliado na luta contra a progressão de tumores cancerígenos e contra inflamações agudas e crônicas. Quer dizer, o veneno todo não, mas uma substância equivalente a 60% do total, que é responsável por sua ação neurotóxica. O nome da substância é crotoxina, ou CTX para os íntimos, como os pesquisadores do Laboratório de Fisiopatologia do Instituto Butantan.

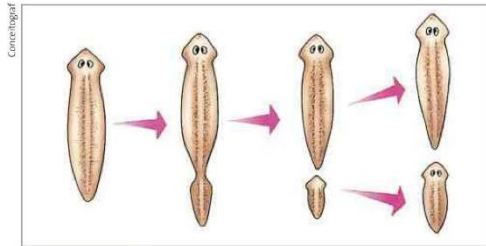
Em linhas gerais, a crotoxina age direto sobre o câncer e ainda estimula algumas células de defesa do organismo (macrófagos) a produzir uma quantidade maior de substâncias importantes no controle do crescimento de tumores (peróxido de hidrogênio e óxido nítrico). Ou, nas palavras da doutora em Farmacologia, Sandra Coccuzzo Sampaio Vessoni: “temos uma toxina com um potencial antitumoral, não apenas por agir diretamente sobre as células tumorais, mas também por induzir a resposta do sistema imune”.

[...]

Os resultados ainda são preliminares. Ainda faltam diversos testes e várias etapas até chegar aos medicamentos de verdade. Porém, a boa promessa dos experimentos realizados com células (in vitro) já se repetiu nos primeiros estudos com ratos (in vivo). O que é um bom sinal, motivo para comemorações. [...]

JOHN, L. Veneno de cascavel pode ser usado para combater o câncer. Disponível em: <<http://viajeaqui.abril.com.br/materias/veneno-da-cascavel-pode-ser-usado-para-combater-cancer>>. Acesso em: abr. 2016.

Figura 21: Página 184 de L2



▲ **Figura 10.30.** Esquema de fissão transversal em planária. (Cores fantasia.)

Classe Trematoda

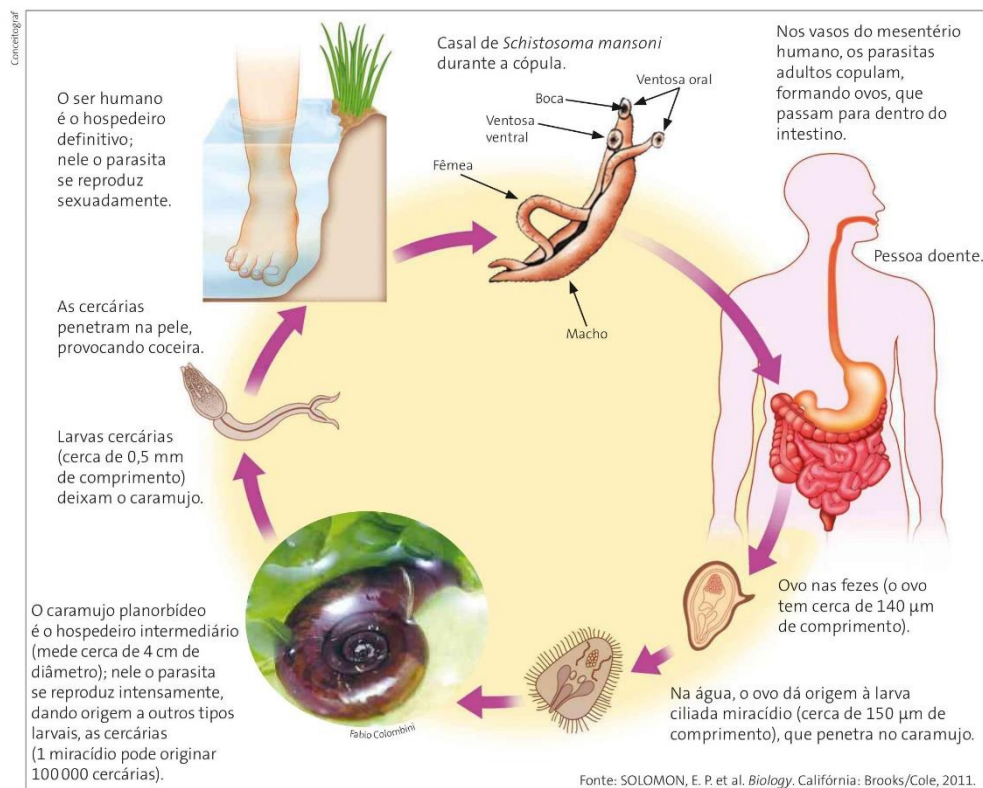
Os **trematódeos** são platelmintos parasitas que apresentam uma ou duas ventosas usadas na fixação ao corpo do hospedeiro; quando existem duas ventosas, uma localiza-se ao redor da boca, e a outra fica em posição ventral. A boca comunica-se com um esfôgado curto, de onde partem dois ramos intestinais, muito reduzidos.

O revestimento do corpo é modificado e desempenha papel importante na proteção do animal contra substâncias produzidas pelo hospedeiro. Na superfície corpórea há absorção de nutrientes, principalmente aminoácidos, por pinocitose. Ai também ocorrem trocas gasosas e liberação de excretas.

Vamos nos deter no estudo de um parasita humano que se destaca no Brasil: o *Schistosoma mansoni*, causador da **esquistossomose** ou esquistossomíase. Essa espécie é uma das poucas entre os platelmintos que apresentam sexos separados. Além disso, tem dimorfismo sexual, ou seja, é possível reconhecer machos e fêmeas pelo aspecto externo do corpo.

Analise o ciclo de vida desse parasita na figura 10.31 e note que, para o ciclo se completar, há necessidade de um hospedeiro intermediário, um caramujo do grupo dos planorbídeos, do gênero *Biomphalaria*.

No corpo humano, após infestação prolongada, surgem lesões no fígado e em outros órgãos. Na forma mais grave da doença, ocorre intenso inchaço do fígado e do baço, daí o nome popular de “barriga-d’água”.



▲ **Figura 10.31.** Esquema do ciclo de vida de *Schistosoma mansoni*. O tempo entre a penetração da cercária no corpo humano e o aparecimento de ovos nas fezes é de 3 a 4 semanas. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Figura 22: Página 185 de L2

As principais medidas profiláticas para se evitar a esquistossomose são:

- não nadar nem andar nas chamadas “lagoas de coceira”, pois elas estão contaminadas pelas larvas cercárias do esquistossomo;
- saneamento básico, evitando a contaminação do ambiente por fezes de pessoas que possam conter ovos de esquistossomo;
- controlar a população de caramujos planorbídeos, hospedeiros intermediários sem os quais o ciclo do esquistossomo não se completa;
- tratar os doentes.

Classe Cestoda

Os **cestódeos** são platelmintos parasitas, representados principalmente pelas **tênias** (Fig. 10.32), parasitas intestinais. Eles não têm boca nem demais estruturas do sistema digestório; os nutrientes são obtidos apenas por pinocitose ou por absorção através do revestimento do corpo. Este é modificado com características que possibilitam não só absorção de nutrientes, como também proteção contra as substâncias produzidas pelo hospedeiro.

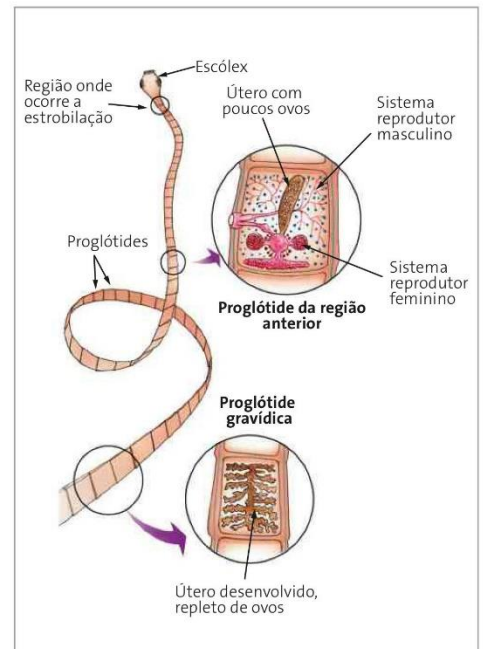


▲ **Figura 10.32.** Fotografia mostrando parte do corpo de uma tênia. A região anterior, por onde o animal se fixa (seta), é a que tem menor largura.

As espécies mais importantes para o ser humano são: *Taenia solium* e *Taenia saginata*. Esses animais podem atingir no intestino humano até 10 m de compri-

mento. Pelo fato de geralmente existir apenas um indivíduo no corpo do hospedeiro, as tênias são também chamadas **solitárias**.

Analise a **figura 10.33** e acompanhe a descrição dela pelo texto.



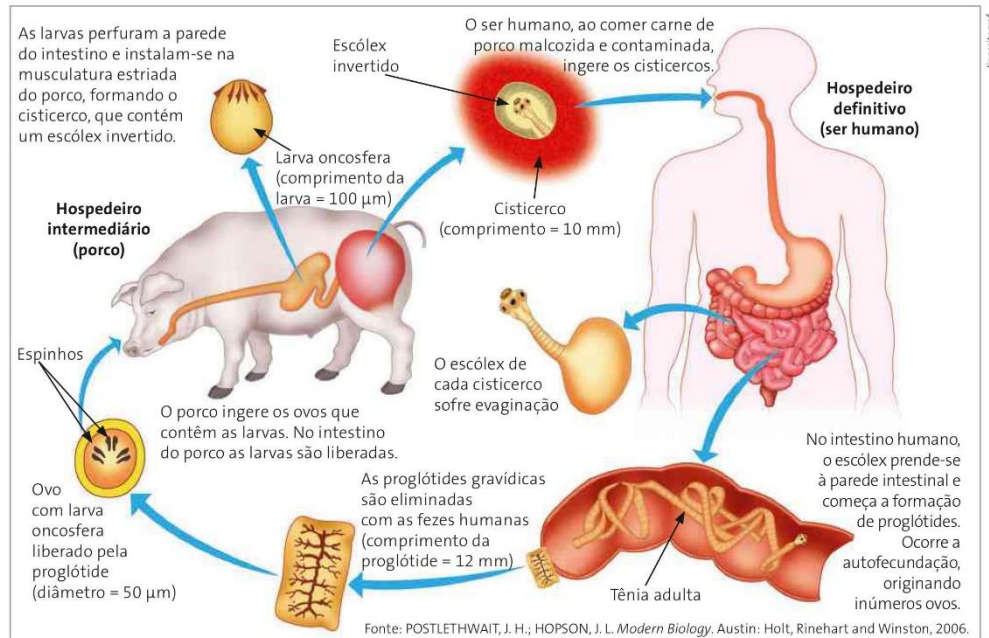
▲ **Figura 10.33.** Esquema do corpo da tênia, com destaque para uma proglótide da região anterior e para uma proglótide gravídica. Destaques feitos com base em observações ao microscópio de luz. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

A região anterior do corpo das tênias é chamada **escólex**, na qual existem estruturas de fixação do animal à parede intestinal do hospedeiro. Logo após o escólex, ocorre a **estrobilação**, processo responsável pelo crescimento desses organismos. Na estrobilação, vão sendo formados diversos gomos, denominados **proglótides**. As proglótides recém-formadas são imaturas e pequenas, mas, à medida que vão ficando mais distantes da região anterior, ou seja, mais velhas, vão se tornando sexualmente maduras e de maior dimensão.

Em cada proglótide existe o sistema reprodutor masculino e o feminino. Esses animais são, portanto, **hermafroditas**. Depois que ocorre a fecundação, o útero enche-se de ovos, dando à proglótide o aspecto gravídica. As proglótides gravídicas são maiores que as demais. Elas se desprendem e são eliminadas com as fezes humanas.

Figura 23: Página 186 de L2

Esquematisamos o ciclo de vida da *Taenia solium* (Fig. 10.34), que é semelhante ao da *Taenia saginata*, diferindo apenas quanto aos hospedeiros intermediários: no caso da *Taenia solium* é o porco e no caso da *Taenia saginata* é o boi.



▲ **Figura 10.34.** Esquema do ciclo de vida de *Taenia solium*. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

As principais medidas profiláticas para evitar a teníase são:

- saneamento básico;
- inspecionar carnes de porco e de boi nos abatedouros e açougues; os **cisticercos** são visíveis a olho nu como pequenas estruturas amarelo-esbranquiçadas em meio às fibras da carne; essas estruturas são conhecidas popularmente como canjicas;
- cozinhar bem as carnes antes de ingeri-las, pois o cozimento prolongado mata os cisticercos;
- tratar dos doentes.

A *Taenia solium* pode provocar no ser humano uma doença grave: a **cisticercose**. Ela é contraída quando uma pessoa ingere ovos desse parasita e passa a atuar como hospedeira intermediária do verme. Os cisticercos são formados no corpo humano em vários tecidos, podendo alojar-se nos olhos, no cérebro e no coração.

5. Filo Nematoda

O filo Nematoda (*nema* = fio), ou Nemata, compreende animais de corpo alongado, cilíndrico e fino, com as extremidades afiladas. A diversidade no grupo é muito grande. A maioria dos **nematódeos** é de vida livre, medindo entre 1 mm e 5 cm de comprimento (Fig. 10.35). São abundantes em diferentes ambientes: solos, água doce e mares. Para se ter ideia da quantidade desses indivíduos, 1 m² de solo pode conter cerca de 3 milhões desses diminutos animais.



▲ **Figura 10.35.** Fotomicrografia de um nematódeo marinho de vida livre. Mede cerca de 2 mm de comprimento.

Figura 24: Página 187 de L2

As formas de vida livre têm diferentes hábitos alimentares, havendo nematódeos que se alimentam de detritos ou de animais mortos em decomposição e nematódeos predadores.

Algumas espécies são parasitas de plantas e animais. O tamanho desses parasitas é bastante variável: há representantes com cerca de 40 mm de comprimento, como as filárias, e outros com cerca de 40 cm, como as lombrigas.

A maioria dos nematódeos tem sexos separados, com dimorfismo sexual. Em geral, a fêmea é maior que o macho, e este possui a extremidade posterior do corpo em forma de gancho, usado na cópula para envolver o corpo da fêmea.

Como exemplo desse grupo, nos deteremos nas lombrigas (Fig. 10.36).



Figura 10.36. Fotografia de fêmea de *Ascaris lumbricoides*. Pode medir até cerca de 40 cm de comprimento.

Na extremidade anterior, localiza-se a boca, geralmente circundada por lábios ou papilas sensoriais. Próximo à extremidade posterior abre-se o ânus, no caso das fêmeas, e a cloaca, no caso dos machos. A cloaca é uma abertura comum aos sistemas digestório e reprodutor. Assim, os machos eliminam espermatozoides e fezes pela cloaca; as fêmeas têm um orifício genital separado do ânus e de localização anterior no corpo. Na cloaca existem espículas copulatórias que são evertidas na hora da cópula e introduzidas no orifício genital da fêmea. A fecundação é, portanto, interna (Fig. 10.37).

Ao contrário dos demais animais, os nematódeos não possuem células ciliadas nem flageladas. Até mesmo seus espermatozoides se deslocam por movimento ameboide.

Após a fecundação, os ovos contendo os embriões em desenvolvimento ficam armazenados no útero, protegidos por um envoltório espesso e resistente. Esses ovos são eliminados pelo poro genital da fêmea. Do ovo eclode uma larva; esse termo, porém, não é muito

apropriado, pois ela possui quase todas as estruturas do adulto, exceto o sistema reprodutor desenvolvido. O termo larva é, no entanto, usual para o grupo.

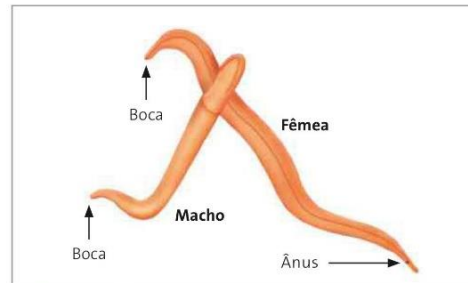


Figura 10.37. Esquema da cópula entre lombrigas. (Cores fantasia.)

O crescimento das larvas é acompanhado por mudas da cutícula: a cutícula antiga se separa da epiderme à medida que uma nova cutícula se forma. Os adultos não apresentam mudas.

A cutícula é rica em fibras colágenas, sendo secretada pela epiderme. Nas espécies que vivem no solo, a cutícula é muito espessa e protege o corpo do animal do atrito com as partículas minerais. Nas espécies parasitas, essa cutícula protege o nematódeo das enzimas e de outros produtos do corpo do hospedeiro.

5.1. Nematódeos parasitas do ser humano

As principais parasitoses humanas provocadas por nematódeos no Brasil estão resumidas a seguir. As espécies mencionadas têm sexos separados, e a fecundação é sempre interna.

Ascaris lumbricoides (lombriga)

- **Doença:** ascaridíase.
- **Ciclo de vida:** os vermes adultos (chegam a medir cerca de 40 cm de comprimento) vivem no intestino humano, onde se reproduzem. Os ovos são eliminados pelo poro genital das fêmeas e misturam-se com as fezes do ser humano. Ao defecar, a pessoa elimina esses ovos e pode contaminar o meio. Se ingeridos pelo ser humano, esses ovos eclodem no intestino, dando origem a larvas que perfuram a parede intestinal e caem na corrente sanguínea. Passam pelo fígado, coração, chegando aos pulmões. Perfuram os alvéolos pulmonares e sobem pelos brônquios até atingir a faringe. São novamente deglutidos e, ao atingirem o intestino, dão origem aos vermes adultos, reiniciando o ciclo.

Figura 25: Página 188 de L2

- **Modo de transmissão:** ingestão de alimentos e de água contaminados por ovos de lombriga. É um parasita **monoxeno**, pois seu ciclo de vida se completa em apenas um hospedeiro. Quando há necessidade de dois hospedeiros, os parasitas são chamados **heteroxenos**.
- **Medidas profiláticas:** saneamento básico; lavar bem os alimentos; tratar com cloro ou ferver a água antes de ingeri-la; lavar as mãos antes das refeições; tratamento dos doentes.
- **Sintomas:** cólicas intestinais e náusea pela presença do parasita no intestino; bronquite e pneumonia em decorrência de migração de larvas do parasita, respectivamente, para brônquios e pulmões.

Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus

- **Doença:** ancilostomose, ancilostomíase, necatoríase, opilação ou amarelo.
- **Ciclo de vida:** os adultos (Fig. 10.38) vivem no intestino delgado humano, onde se reproduzem. Eles apresentam estruturas cortantes ao redor da boca, com as quais causam lesões à parede do intestino delgado. As fêmeas eliminam os ovos, que vão se misturar com as fezes do hospedeiro. Ao defecar, a pessoa elimina esses ovos com as fezes, podendo contaminar o meio. Desses ovos eclodem larvas que ficam no solo úmido, de onde podem penetrar ativamente na pele humana. São conduzidas pela corrente sanguínea até o pulmão, perfuram os alvéolos, vão para os brônquios e para a boca. São engolidas, passam para o intestino, dão origem ao verme adulto e reinicia-se o ciclo.

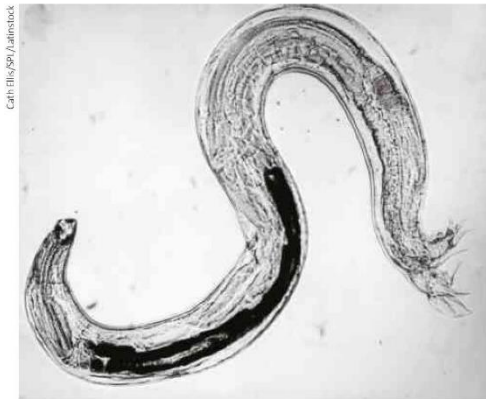


Figura 10.38. Fotomicrografia de exemplar de *Ancylostoma duodenale*. Mede cerca de 15 mm de comprimento.

- **Modo de transmissão:** penetração ativa na pele humana de larvas do parasita presentes no solo. As larvas medem cerca de 700 µm de comprimento.
- **Medidas profiláticas:** saneamento básico; evitar contato da pele com solos contaminados por larvas desses parasitas; tratamento dos doentes.
- **Sintomas:** anemia por perda de sangue nas lesões da parede do intestino delgado provocadas pelos parasitas. A pessoa fica pálida, amarelada (daí essa doença ser chamada de **amarelo**) e fraca. Há também irritação na pele no momento da penetração da larva e problemas pulmonares, em decorrência da fase em que os parasitas atingem os pulmões. No início do século XX o personagem Jeca Tatu, criado por Monteiro Lobato, representava o brasileiro da zona rural, descalço e parasitado por esses vermes intestinais.

Ancylostoma braziliensis

- **Doença:** bicho-geográfico ou larva migrans.
- **Ciclo de vida:** os adultos vivem no intestino do cão ou do gato e medem cerca de 15 mm de comprimento. Após a fecundação, os ovos são liberados pelas fêmeas e misturam-se com as fezes do hospedeiro. O cão ou o gato, ao defecarem, eliminam esses ovos. Deles eclodem larvas que ficam no solo. Se essas larvas penetrarem na pele do cão ou na do gato, elas vão para o intestino e dão origem aos vermes adultos, que reiniciam o ciclo. Se penetrarem na pele humana, as larvas passam a se deslocar dentro da pele, irritando-a e deixando linhas avermelhadas. Neste último caso, não há formação dos adultos, e o ciclo do parasita não se completa.
- **Modo de transmissão:** penetração ativa de larvas de *Ancylostoma braziliensis* na pele humana.
- **Medidas profiláticas:** evitar contato da pele com solo ou areia contaminados por larvas do parasita. Não levar cães e gatos para praias ou tanques de areia.
- **Sintomas:** forte irritação da pele, com coceira intensa, especialmente à noite, o que pode causar insônia. A movimentação das larvas na pele produz caminhos sinuosos visíveis, como linhas avermelhadas, por isso o nome bicho-geográfico.

***Wuchereria bancrofti* (filária)**

- **Doença:** filariose, que pode levar à elefantíase.
- **Ciclo de vida:** os adultos (medem cerca de 10 mm de comprimento) vivem nos vasos linfáticos humanos, onde se reproduzem. Os ovos dão origem a larvas,

Ainda que os peçonhentos e venenosos estejam encerrados perigosamente, os mesmos são passíveis do interesse dos discentes, segundo relato de professores (A01). Como dito anteriormente, os vermes ocupam o outro extremo desse confinamento. Os mesmos ficam de escanteio na categoria – sem compromisso filogenético - que nomeamos “animais”. Em suas relações com doenças, ser um “verme” já é um encerramento para esses animais outros que humanos. E diante desse encerramento, práticas são mobilizadas para o aprendizado sobre os mesmos ao passo que se oferta uma “formação profilática” para os estudantes.

A circulação de informações sobre a incidência de verminoses se torna uma importante estratégia pedagógica nessa “formação para a saúde” dos estudantes. Ao serem estimulados a divulgarem “essas informações e as medidas profiláticas para cada tipo de verminose registrada em sua comunidade” (L2, p.197), os mesmos estariam sendo “ativos socialmente” e “exercendo a cidadania” (ibid.). Dessa maneira, compreendemos que parte do que é “exercer a cidadania” passa pelo conhecimento e domínio de medidas profiláticas e de combate à vermes e outros animais que nos indicam risco.

Para mais, a ideia de que os aspectos ecológicos possibilitam o “suspiro” dos animais nesse espaço perigoso, reforça as distinções e diferenciações criadas diante desse confinamento. Nesse passo, ainda podemos cair numa armadilha. A de não considerarmos que a picada, a inoculação, o veneno, a peçonha e a sede de sangue também constroem a “ecologia” e o modo de estar e presenciar as relações de vida e morte na natureza, por esses “outros” animais “mais” perigosos.

Na relação humano-verme, nossos corpos tornam-se o nicho desses animais, e diante de outras doenças e ciclos de vida, atuamos como hospedeiros intermediários ou definitivos. Desse modo, podemos pensar que também somos normalizados perigosamente em meio aos modos de ensinar e aprender sobre esses animais que escrevem os limites da nossa própria existência. Vale ressaltar que aqui, e em nenhum outro espaço de confinamento, buscamos pairar ideais de moralidade sobre tais práticas descritas, categorizando-as em “boas” ou “más”, “certas” ou “erradas”. O nosso compromisso, puro e simples, é de compreender como o confinamento de outros que humanos se dá em meio aos processos alquímicos e a política espacial curricular na disciplina escolar Biologia.

4.3 Espaço quantitativo

Gostaríamos de iniciar com uma pergunta/provocação – sem pretensão de respondermos - já suscitada em outro escrito²⁵: A quantidade é critério de escolha para a morte?

Para mais ou para menos, a quantidade de animais parece delimitar outro espaço no qual os animais podem ser confinados. Aqui, reunimos enunciados – por vezes associados ao confinamento ecológico- sobre o “número de espécies”, “riqueza taxonômica”, “diversidade animal” e “biodiversidade” para pensar esse encerramento.

Ser o “maior grupo” se apresentou como um registro para os invertebrados (A04, A11, A14, A18). A quantidade, que pode assumir uma perspectiva de biodiversidade (enquanto riqueza de diferentes categorias biológicas e abundância dessas categorias), também se mostrou associada ao discurso pedagógico do “cotidiano” e de uma “formação cidadã” que prepare estudantes para sua atuação na sociedade (A4, p. 328). Ao expor que os invertebrados “compõem mais de 99% das espécies de animais, sendo fundamental compreender e aprender sobre suas características para aplicar esses conceitos e utilizá-los a favor da sociedade, pois tais organismos interagem ecologicamente, economicamente e socialmente” (A04, p. 329), percebemos a configuração de determinadas normalizações possíveis aos humanos que aprendem com esse “grande grupo”.

Compreendemos que conceber esses animais como pertencentes ao “maior grupo” é mais do que uma maneira de classificá-los, é um efeito de poder. A quantidade pode funcionar como um sistema de raciocínio (POPKEWITZ, 2001) que normaliza, individualiza e separa esses animais dos “outros” menos numerosos, maiores em tamanho, mais próximos dos humanos filogeneticamente. A assimetria dos discursos quantitativos define os animais enquanto “muitos”, em oposição a outros animais que apresentam “reduzida” quantidade de indivíduos. Assim, o raciocínio sobre esses animais enquanto um “grande grupo” possibilita, de certo modo, controle. Essa lógica quantitativa inscreve os animais em uma unidade não-diferenciada, a partir da qual o professor pode administrar o ensino e manejar valores esperados no aprendizado sobre a “grande quantidade de animais”.

²⁵ Ver: SANTOS, T. V.; JARDIM, E. C. R. S. *Sobre a forma como os animais não humanos são concebidos nos discursos e nas práticas educativas ou “Professora, posso pegar um sapo no valão pra trazer para o laboratório de ciências?”*. In: Maylta dos Anjos. (Org.). *TEIA DE SABERES NAS QUESTÕES AMBIENTAIS: da educação científica e filosófica à educação ambiental*. 1ed.São Paulo: VZLF: Viver Cultural, 2020, v. 01, p. 44-69.

Esse espaço quantitativo mostrou amparar determinadas práticas experimentais e de ensino, como as realizadas com cupins, “apropriados” para essas práticas pois “apresentam uma organização social bem interessante, não oferecem risco à saúde e são coletados em **grande número**, portanto, foram utilizados como **modelo** nas apresentações para crianças do ensino fundamental” (A11, p.56, **grifo nosso**).

Na Zoologia, o estudo dos invertebrados se apresenta como “um portal para o entendimento da diversidade da vida animal” (A14, p.195). Diante da magnitude atribuída a esses animais sem vértebras a própria categorização e separação de “invertebrados” dos “vertebrados” confina esses animais, de modo que a partir dessa comparação, práticas são mobilizadas. Os enunciados sobre “diversidade” constantemente apareceram associados a eles, mas não apenas. Ao operarem em meio a esse confinamento, as práticas pedagógicas sobre “diversidade de lagartos” podem assumir sentidos de “valorização” pela proximidade desses animais com o “cotidiano humano”:

[...] os lagartos se diversificaram e, atualmente, constituem o grupo mais biodiverso entre os répteis, com mais de 5.500 espécies formalmente descritas, distribuídas por quase todos os ambientes terrestres do planeta, com exceção das regiões polares (UETZ, 2013). Estes animais convivem simpatricamente com os seres humanos desde épocas remotas, fato evidenciado por pinturas rupestres e artefatos arqueológicos que remetem a estes répteis. Portanto, os lagartos têm participado, direta ou indiretamente, do cotidiano dos humanos ao longo de sua história evolutiva, interagindo de diversas formas e promovendo percepções únicas (A13, p. 134).

Figura 26: Página 54 de L1

Como as árvores nas Florestas Tropicais apresentam raízes pouco profundas, elas são facilmente derrubadas nos processos de desmatamento.

Outra característica das plantas arbóreas desse bioma é a presença de folhas com superfície ampla e lisa e extremidade afilada, o que facilita o escoamento da água das chuvas e reduz o impacto da água no solo. Sem a cobertura das árvores, o solo fica desprotegido e a água das chuvas cai diretamente sobre ele, com mais intensidade, “lavando-o” e deixando-o pobre em nutrientes. Este processo é chamado **lixiviação**.

Além do desmatamento de grandes áreas, estudos têm indicado que pequenas clareiras formadas em função da extração de madeira de valor comercial, caso do mogno, produzem efeitos prejudiciais à manutenção da diversidade, alterando inclusive o número de espécies animais que têm nessas plantas sua principal fonte de alimento.



Colocando em foco

PESCA E CAÇA DESORDENADAS

Além do desmatamento, outros modos de uso inadequado do meio vêm afetando a Amazônia. Os rios amazônicos, por exemplo, têm sido alvo da pesca desordenada, levando à redução do estoque de peixes, em especial dos que são usados na alimentação humana. É o caso do tambaqui (Fig. 3.16), um dos maiores peixes da bacia do Amazonas, que atinge cerca de 90 cm de comprimento e chega a pesar 30 kg. Antigamente, eram capturados exemplares com até 45 kg, mas em função da sobrepesca praticamente não existem mais exemplares desse porte.

Além dos peixes, os botos vermelhos (ou botos-cor-de-rosa), mamíferos aquáticos, são caçados ilegalmente para uso de sua carne como isca para peixes, em especial para a captura do peixe sem escamas conhecido por piracatinga (Fig. 3.17), que é exportado para outros países. Com isso, a população dos botos está diminuindo muito e a espécie está na lista vermelha de animais em risco de extinção.

No ambiente terrestre, a caça desordenada tem reduzido o número de animais, gerando o que alguns pesquisadores chamam de “florestas vazias”, em que há vegetação, mas as principais espécies animais não estão mais presentes ou ocorrem em número bem reduzido.



Andressa Helenice/Andressa/Diomedea

Figura 3.16. Os tambaquis são alvo da pesca desordenada para consumo na alimentação humana. Chegam a medir 90 cm de comprimento.



Danielle Pedroncane/Instituto Mamirauá

Figura 3.17. Piracatingas, em cuja pesca é utilizada a carne de botos como isca. Chegam a medir 40 cm de comprimento.

2.2. Mata Atlântica

A Mata Atlântica (Fig. 3.18), assim como a Amazônia, também é uma Floresta Tropical, e ambas apresentam algumas características em comum. A diferença mais expressiva entre elas está na topografia do terreno que ocupam: a Floresta Amazônica ocupa planícies e planaltos do interior do Brasil, enquanto a Mata Atlântica ocorre na região costeira, em planícies e montanhas como a Serra do Mar. A temperatura média anual gira em torno de 21 °C, e a pluviosidade, em torno de 2240 mm.

Figura 3.18. Fotografia da Mata Atlântica em Nova Iguaçu, RJ (2014). Note a topografia da região serrana, uma das características que diferencia esse bioma da Floresta Amazônica. >



Rogério Reis/Julian Imagens

Figura 27: Página 55 de L1

A cadeia costeira de montanhas atua como uma barreira contra o vapor d'água que vem do oceano. Ao atingir as montanhas, esse vapor sobe e sofre resfriamento. Ocorre condensação e precipitação da água sob a forma de chuva (Fig. 3.19). Assim, produz-se uma região úmida o suficiente para suportar essa densa mata com flora e fauna exuberantes.



Figura 3.19. Esquema mostrando a movimentação de ar e a formação de chuva na Serra do Mar. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Segundo o IBGE, a área ocupada pelo bioma Mata Atlântica corresponde a cerca de 13% do território brasileiro. Tal área, todavia, vem sendo devastada pelo ser humano para extração de madeira, como o pau-brasil, e construção de cidades. Hoje está reduzida a aproximadamente 7% da área que ocupava no final do século XV e início do século XVI.

Mesmo reduzida e muito fragmentada (Fig. 3.20), a Mata Atlântica tem enorme importância social e ambiental: aproximadamente 70% da população brasileira vive em seu domínio. A Mata Atlântica regula o fluxo dos mananciais hídricos, influencia o clima e protege escarpas e encostas das serras. Nela nascem diversos rios que abastecem cidades e metrópoles brasileiras.

A Mata Atlântica conta com cerca de 5 mil espécies de plantas, das quais se destacam bromélias e palmeiras.

O total de mamíferos, aves, répteis e anfíbios que ocorrem na Mata Atlântica corresponde a cerca de 1360 espécies, das quais 567 são endêmicas (só são encontradas ali), representando 2% de todas as espécies do planeta referentes apenas a esses grupos de vertebrados. Muitos desses animais estão ameaçados de extinção. Das 202 espécies ameaçadas no Brasil, 171 são da Mata Atlântica. Entre os mamíferos ameaçados de extinção estão a onça-pintada e o bugio. Entre as aves está a araponga, conhecida como a "voz da Mata Atlântica".

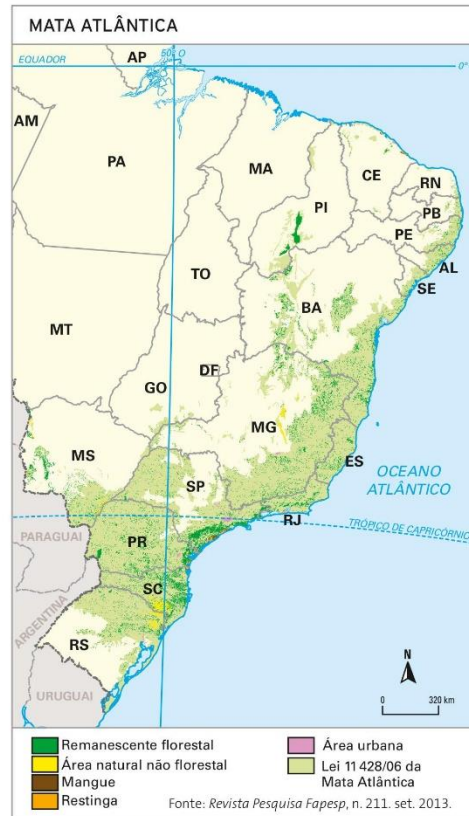


Figura 3.20. Mapa indicando o bioma Mata Atlântica e as áreas remanescentes de floresta, não florestal, de mangue e de restinga.

Na classificação de biomas empregada pelo IBGE (2004), faz parte do grande bioma Mata Atlântica a Mata de Araucárias (Fig. 3.21), que em outras classificações é considerada um bioma à parte.



Figura 3.21. Fotografia da Mata de Araucárias, no Parque Nacional das Araucárias, SC (2016).

Figura 28: Página 57 de L1

São exemplos de leguminosas exclusivas da Caatinga o mucunã (*Dioclea grandiflora*) e a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) (Fig. 3.24).



Figura 3.24. Fotografia de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), em Lagoa dos Gatos, PE (2012). Essa é uma planta da família das leguminosas endêmicas da Caatinga.

Com relação aos animais, destaca-se a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) (Fig. 3.25), espécie possivelmente extinta na natureza segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza. Ainda restam 79 indivíduos que vivem em cativeiro. O projeto Ararinha na Natureza, criado em 2012, luta para que a espécie volte a existir na Caatinga.



Figura 3.25. Ararinha-azul é uma espécie que atualmente só pode ser encontrada em cativeiro. Mede cerca de 60 cm de comprimento.

A área ocupada pela vegetação original da Caatinga está reduzida a 54% do que era, e a principal causa do desmatamento é a derrubada de árvores nativas para a produção de lenha e carvão, usados como fonte de energia em atividades industriais (Fig. 3.26).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, há na Caatinga 241 espécies de peixes, 79 de anfíbios, 177 de répteis, 591 de aves, 178 de mamíferos e 221 de abelhas. Estima-se que 41% das espécies animais da Caatinga ainda permaneçam desconhecidas.

Há grande endemismo da fauna, que chega a 57% no caso dos peixes, 37% no caso dos lagartos, 12% dos anfíbios e 7% das aves.



Fonte: Revista Pesquisa Fapesp, nº 209, jul. 2013.

Figura 3.26. De acordo com a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, de 2002 a 2008 a área desmatada na região de Caatinga foi de 15 mil km² – pouco mais de 2 mil km² por ano.

Quando o número de espécies endêmicas de uma região é alto, como ocorre nesse bioma, há um indicativo de que, no processo evolutivo, foram selecionadas adaptações específicas a esse ambiente. Por exemplo, são comuns nessa região duas espécies de anfíbios: a perereca *Corythomantis greeningi* e a rã *Pleurodema diplolister* (Fig. 3.27). A perereca pode permanecer entre pequenas frestas de rochas por meses, usando a cabeça altamente modificada para bloquear a entrada de seu esconderijo. Permanecendo assim, esse animal fica protegido de predadores e da dessecação. Quando chove, a perereca sai do esconderijo em busca de poças de água que se formam temporariamente, onde se reproduz. No caso da rã, ela se protege nas épocas de seca enterrando-se a mais de 1,5 m de profundidade e a reprodução só ocorre em épocas de chuva.

Figura 3.27. A rã *Pleurodema diplolister* se enterra a mais de 1,5 metro de profundidade nas épocas de seca da Caatinga. Mede cerca de 30 cm de comprimento.



Figura 29: Página 161 de L2

1. A classificação dos animais

Cerca de 1 355 000 espécies recentes estão classificadas no **Reino Animalia** (animal) ou Metazoa (metazoários). Esse número é maior que a soma das espécies atuais e conhecidas que pertencem aos demais grupos de seres vivos.

Muitas espécies ainda serão descobertas tanto no Reino Animal como nos demais grupos que estudamos até aqui. Conhecer essa diversidade e entender as relações evolutivas entre os diferentes grupos é um desafio.

O ramo da Biologia que estuda os animais é a **Zoologia** (*zoo* = animal; *logia* = estudo). Informalmente, os animais podem ser divididos em dois grandes grupos: o dos **invertebrados**, que não apresentam vértebras, e o dos **vertebrados**, que as apresentam. Os invertebrados representam cerca de 95% da diversidade animal.

Essa divisão informal é tradicional na Zoologia, mas ela não reflete uma dicotomia evolutiva entre os ani-

mais, como veremos ao longo deste capítulo. Nele, vamos comentar as características gerais dos animais e uma das hipóteses de relações evolutivas.

As relações filogenéticas entre os cerca de 35 fillos animais reconhecidos atualmente ainda envolvem vários pontos de polêmica entre os especialistas. Dirigiremos nosso estudo a nove desses fillos. No cladograma a seguir (Fig. 9.2), está esquematizada uma das hipóteses mais aceitas de relação filogenética entre os nove fillos animais que estudaremos. Para ser construído, foram consideradas informações sobre a embriologia, a anatomia e os dados de análises moleculares (que comparam informações genéticas entre espécies).

Os dados de embriologia e de anatomia são importantes para entender a evolução animal e estão citados nos ramos do cladograma.

Professor(a), veja informações nas Orientações didáticas que discutem a nova proposta de classificação dos animais apresentada nesta página.

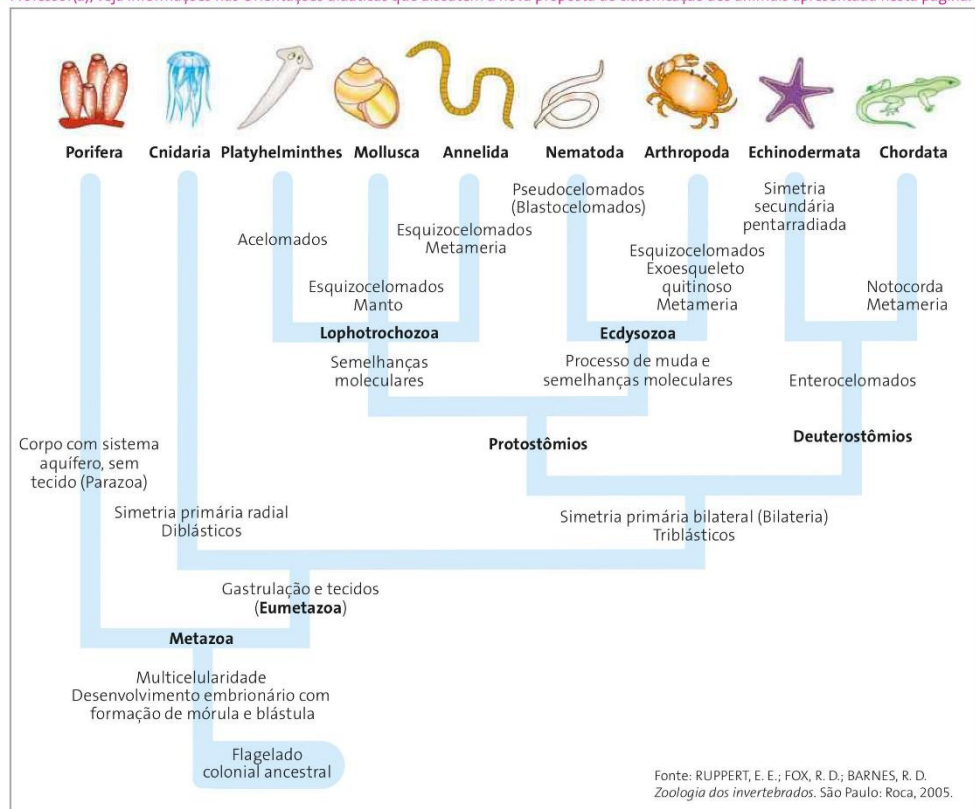


Figura 9.2. Esquema das prováveis relações filogenéticas entre os nove fillos animais que serão estudados nesta unidade. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Fonte: L2, grifo nosso.

A diminuição da quantidade de espécies também parece ser um modo de elaborar esse confinamento. Seja pelo “desmatamento de grandes áreas” ou pela “caça desordenada”, a interferência antrópica é percebida reduzindo o número de espécies animais (L1, p.54), chamando atenção dos estudantes para as consequências da perda de biodiversidade e como isso pode rasurar o futuro esperado. Ainda, o próprio livro didático, ao enfatizar essa “diminuição de espécies” em um box, demonstra a intenção de envolver os estudantes em “situações que despertem a **afetividade** e a **cognição** (L1, p. 295, **grifo nosso**). Desse modo, ao passo que esses animais são encerrados quantitativamente, um par duplo (POPKEWITZ, 2001) **muito/pouco** elabora o deslocamento dos estudantes para certas disposições esperadas ao aprender – e ensinar - sobre essa diversidade de animais.

Além disso, a amplitude dos animais parece perder de vista. Ao passo que o Reino Animalia abriga um número maior que a soma das espécies atuais de outros seres vivos, nos deparamos também com uma imensidão de espécies ainda a ser descoberta. Apesar da grande riqueza taxonômica já descrita, é possível que cerca de “41% das espécies animais da Caatinga ainda permaneçam desconhecidas” (L1, p. 57). Os invertebrados, “possuem grupos que ainda hoje permanecem desconhecidos e, entre aqueles já identificados, poucos têm sido analisados em profundidade” (A14, p. 195). Diante da “maior biodiversidade do planeta” ser também “a mais desconhecida” (L2, p. 168), ao habitarem esse espaço quantitativo, os animais podem assumir sentidos de algo “oculto” a ser “desbravado”.

Esse raciocínio de “explorar o inexplorado” pode ser pensado associado à uma narrativa maior de “conhecer para preservar”, que de certa maneira é empregada com intuito de garantir a conservação de biomas e hotspots de biodiversidade. Por outro lado, apostamos dizer que essa ideia de “desbravar” o “desconhecido” também é um resquício da tradição da História Natural, que irriga as práticas da disciplina escolar Biologia e confina os animais. Desse modo, entendemos que os feixes enunciativos que elaboram o espaço quantitativo, deslocam os animais como “instrumentos pedagógicos” que possibilitam o aprendizado sobre a biodiversidade, promovendo aspectos como a “**investigação**” e a “**compreensão**”, pensados aqui como atributos do exercício da cidadania.

Ainda, ao serem movimentados pelo duplo muito/pouco, os animais propiciariam o desenvolvimento de aspectos ambientais esperados por esses “cidadãos” que aprendem sobre os animais que correm riscos e, por isso, precisam ser “conservados” para que o número de espécies possa aumentar e proporcionar o “equilíbrio” ambiental esperado no espaço ecológico.

Essa alternância quantitativa, como uma riqueza taxonômica ou como os números que ameaçam a existência de uma espécie, pode ser pensada como resultado de efeitos de poder dos modos como a ciência e a escola têm olhado para os animais. Para pensar esse duplo que atua num mesmo sentido, apesar de deslocar os animais para pólos diferentes neste espaço, um bom exemplo são os experimentos ou práticas pedagógicas realizadas com animais. Os numerosos são “aptos” de serem coletados e estudados, já aqueles em “risco” e com baixa densidade populacional carecem dos movimentos de “preservação”. Ainda que ambos habitem o confinamento quantitativo, as práticas que serão mobilizadas a partir dos mesmos podem assumir sentidos diferenciados na disciplina escolar Biologia. Desse modo, frente ao confinamento quantitativo dos animais, práticas pedagógicas e científicas são elaboradas e sancionadas na referida disciplina e na sua ciência de referência, guardando suas particularidades e oposições no modo como compreendem esses muitos/poucos animais.

4.4 Espaço Teórico-Prático

Essa espacialidade aglomera enunciados sobre os animais em suas relações com “aulas teóricas” e “aulas práticas”, “exposição prática”, o “lúdico” e o “espaço laboratorial”, que formulam o confinamento dos animais neste espaço discursivo. Compreendemos que são vastas as discussões sobre a relação teoria e prática no campo educacional, sendo notório os movimentos que vêm pondo em xeque a dicotomia entre a concepção de um fazer dividido em etapas de “reflexão”, e outra, de “ação” (FREIRE, 1987). As propostas freirianas, por exemplo, nos inclinam a compreender a “práxis pedagógica” possibilitando aos sujeitos “reflexão sobre a ação, proporcionando educação para a liberdade” (FORTUNA, 2016, p. 65).

No entanto, quando os animais aparecem constituindo essa concepção pedagógica de teoria e prática, algumas rasuras podem ser impressas nesse anseio educacional de formar para a “reflexão” e “ação”. A teoria/prática se mostrou como mais um duplo (POPKEWITZ, 2001) que “polariza” os espaços de confinamento. Colocamos aspas em “polariza” por compreender que os pares duplos não estabelecem apenas pólos de oposição extrema, mas apresentam um gradiente a partir do qual os animais são deslocados e normalizados diante daquilo pretendido como teórico e prático.

Diante desse duplo, os animais são confinados à possibilidade do professor “sair” da aula teórica. Enquanto a teoria estaria operando num lugar em que não é possível ensinar “tudo”

sobre os animais, a prática é entendida como o escape, a atração, a inovação diante de aulas “tradicionais”. Nesse espaço discursivo, a ideia de que a prática sobre animais precisa acontecer dentro ou próximo aos moldes de experimentação científica, se choca com proposições de âmbito escolar.

Percebemos isso quando vemos que “professores que não realizam as aulas práticas justificam, entre outras coisas, a falta de laboratório, materiais e espaços inadequados para tal fim” (A01, p. 126). Esse “espaço adequado” diante de normas científicas atua como marcador para o “bom ensino” com animais. No entanto, as proposições de aulas práticas por via de jogos, vídeos, maquetes, cenas teatrais e fora do espaço laboratorial se mostram como outra estratégia nessa disputa para se alcançar esse “bom ensino”. A comunidade discursiva dessa disciplina escolar nos indica que as “práticas” sem animais não são tidas como legítimas o suficiente para aproximarem o ensino de Ciências e Biologia das tradições científicas. No entanto, são sancionadas por estarem intimamente alinhadas com aspirações educacionais.

Para despertar a **motivação** dos estudantes, foram utilizadas imagens dos representantes e algumas questões problematizadoras. Assim, as figuras possibilitaram **despertar nos estudantes a motivação para observar e descrever** as características fisiológicas e morfológicas e ainda permitiram o desenvolvimento de uma discussão sobre a importância ecológica, origem do preconceito, evolução e preservação da classe (A06, p.40, **grifo nosso**).

Diante da impossibilidade de realização de aulas práticas com alguns animais, por serem peçonhentos ou de difícil coleta, essas práticas alternativas possibilitam que alguns aspectos dos animais sejam trabalhados com os alunos, como a exibição de vídeos para que os mesmos compreendessem melhor “os mecanismos pelos quais as aranhas confeccionam suas teias, sanando as dúvidas que ficaram na exposição teórica” (A16, p. 97). Além de auxiliarem no desenvolvimento de conhecimentos científicos, “aulas práticas permitem que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos” (A17, p. 82).

A busca constante e incitada por aulas “mais atrativas” desenha os limites desse confinamento. Para que as “aulas de conteúdo zoológico nas disciplinas de Biologia e Ciências se tornem mais atrativas, é importante o desenvolvimento de atividades práticas, possibilitando aos alunos contato direto com os organismos estudados nas aulas teóricas” (A01, p. 137). A premissa de que as coleções de Zoologia permitem “que os estudantes observem, na prática, estruturas detalhadas dos animais e suas funções, levando-os a refletirem de forma mais efetiva sobre a importância da conservação da biodiversidade” (A10 p. 158), evidencia como esse

confinamento dos animais na “prática” pode escrever possibilidades mais amplas e almejadas, como o raciocínio ambiental sobre a importância da conservação.

As coleções didáticas permitem que os estudantes tenham contato com materiais diversificados, **compreendendo conceitos algumas vezes abstratos**, nas áreas das ciências naturais, dentre elas Zoologia, Botânica, Citologia, Embriologia, dentre outras. Desta maneira, **conseguem associar a teoria vista em sala de aula, com materiais práticos** [...] Deste modo, tocando os animais da coleção, observando-os e conhecendo as características das espécies por meio da coleção e, juntamente com o conhecimento prévio sobre estes animais adquiridos in loco como habitat, hábitos e outros, estes estudantes poderão formar conceitos mais facilmente, pois conseguirão unir a teoria à prática por meio da união do conhecimento científico trazido pela coleção com o conhecimento prévio dos mesmos sobre as espécies (A10, p. 157).

Desse modo, entendemos que outros sentidos podem ser atribuídos ao uso desses animais, para além de uma estratégia de fuga de aulas tradicionais e conteudistas. A exemplo, a coleta de animais já mortos no ambiente para compor uma coleção didática pode se deslocar para a construção de noções contrárias à ideia de soberania humana (A10), fabricando sujeitos capazes de “compreender” e se “posicionar” diante do “mundo natural”. Ainda, a aposta é que “somente após conhecer e se familiarizar com as espécies, os estudantes serão capazes de contribuir efetivamente na preservação das mesmas e do ambiente ao seu entorno” (idid.).

[...] é fundamental a experiência do aluno com espécimes de diferentes táxons. A utilização em aulas práticas de espécimes conservados, de espécies comuns do dia-a-dia dos estudantes, relacionando-as aos conceitos ensinados sobre evolução e sistemática, entre outros, permite que os estudantes sejam levados de um mundo com visão antropocentrista para uma nova realidade, onde ele passa a entender e se posicionar como parte do mundo natural (A10, p.158).

No livro didático também é possível perceber anseios diante da relação do aprendizado com a prática. A própria configuração e organização dos conhecimentos alquimicamente transformados que compõem esse material didático, normaliza os animais nesse confinamento teórico/prático. A partir do box “Despertando ideias”, por exemplo, se propõe discussões sobre os aspectos “teóricos” que serão vistos posteriormente, a partir de experimentos e outras atividades práticas.

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) aparecem associadas ao contexto pedagógico e elaboram esse confinamento dos animais no livro didático. Sendo a utilização dessas tecnologias na escola uma demanda cada vez mais evidente (L2), o uso de computadores,

tablets, smartphones, e por vezes o acesso à internet no espaço escolar possibilitam “um aumento na diversidade de maneiras de utilização dessas ferramentas pelos professores, garantindo o desenvolvimento de novas propostas e abordagens” (L2, p.302). Na figura 30, o box “Despertando ideias” propõe a realização de uma atividade prática sobre os diferentes filos de animais e a classificação biológica dos mesmos por intermédio das TICs. Neste caso, os animais são compreendidos em meio a notícias e imagens obtidas em pesquisa virtual, sendo proposto o compartilhamento das informações com os colegas de turma e a socialização das mesmas por meio de *blogs*.

Figura 30: Página 05 de L1

Colocando em foco

DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

O desmatamento da Amazônia está intimamente ligado à expansão da fronteira agrícola para a produção de commodities agrícolas. As três fotografias ao lado mostram o avanço das estradas e a ocupação ilegal da terra. As imagens também mostram o avanço das estradas e a ocupação ilegal da terra. As imagens também mostram o avanço das estradas e a ocupação ilegal da terra.

COLOCANDO EM FOCO

Destaca aspectos da Biologia ligados a cotidiano, saúde, cidadania, ética e sociedade, entre outros temas.

Despertando ideias

Quais comprimentos de onda são importantes para a fotossíntese?

Se a luz é formada por diferentes comprimentos de onda, é possível que algumas delas sejam importantes para a fotossíntese. Vamos descobrir isso com um experimento.

Materiais:

- 4 recipientes e recipientes de vidro transparente
- 4 tubos de ensaio
- 4 pipetas
- 4 lâmpadas fluorescentes
- 4 lâmpadas de LED
- 4 lâmpadas de LED de diferentes cores
- 4 lâmpadas de LED de diferentes cores
- 4 lâmpadas de LED de diferentes cores

Procedimento:

1. Prepare quatro recipientes de vidro transparente com as seguintes cores de luz: vermelho, amarelo, verde e azul.
2. Coloque em cada recipiente um tubo de ensaio contendo a mesma quantidade de água e de solução de bicarbonato de sódio.
3. Coloque em cada recipiente um tubo de ensaio contendo a mesma quantidade de água e de solução de bicarbonato de sódio.
4. Coloque em cada recipiente um tubo de ensaio contendo a mesma quantidade de água e de solução de bicarbonato de sódio.

DESPERTANDO IDEIAS

Antes de um tema ser abordado no capítulo, essa seção, por meio de experimentos e outras atividades práticas, abre espaço para discussões sobre assuntos que serão tratados em seguida.

TEMA PARA DISCUSSÃO

Apresenta textos que ampliam a visão sobre o assunto do capítulo. As questões orientam a troca de ideias, o debate, a produção e a divulgação dos saberes, valorizando a cidadania.

Tema para discussão

Por que os dinossauros foram extintos?

A extinção de espécies é um processo natural que ocorre ao longo da história da vida na Terra. Frequentemente, grupos de seres vivos e o ambiente em que vivem sofrem mudanças que os tornam incapazes de sobreviver. Quando isso acontece, os grupos são extintos.

Retomando

Como você viu, a diversidade de ecossistemas é fundamental para a manutenção da vida na Terra. Essa diversidade é resultado da interação entre os seres vivos e o ambiente em que vivem.

RETOMANDO

Momento de retomar a seção **Pense nisso**, presente na abertura do capítulo. Essa reflexão é fundamental para sua aprendizagem. Pare, reflita, pondere, reveja seus conhecimentos e estruture o que aprendeu.

AMPLIANDO E INTEGRANDO CONHECIMENTOS

Atividades variadas, pautadas no desenvolvimento de competências e habilidades, como as exigidas pelo Enem. Muitas delas são trabalhadas em grupo.

Ampliando e integrando conhecimentos

Em Química são utilizados inúmeros métodos para separar os componentes de uma mistura. Esses métodos são baseados em propriedades físicas e químicas dos componentes. Um desses métodos é a destilação fracionada, que permite a separação de misturas de líquidos miscíveis em pontos de ebulição diferentes.

Testes

1. (Enem) Uma indústria está escolhendo os combustíveis, os quais são obtidos das seguintes proporções de algumas orgânicas presentes:

Combustível	Proporção
A	100%
B	90%
C	80%
D	70%

TESTES

Seleção criteriosa de testes dos principais vestibulares e do Enem, para você estudar e se preparar para os exames de ingresso no Ensino Superior.

5

Fonte: L1, grifo nosso.

Figura 31: Página 174 de L2

1. Introdução

Neste capítulo e nos três seguintes, apresentaremos uma amostra da variedade de espécies dentro dos principais filos animais. Enfatizaremos as características gerais dos animais, seu modo de vida e hábitat.

Ao tratarmos de cada grupo, não vamos nos deter em estruturas e processos relacionados às funções vitais de ingestão, digestão, trocas gasosas, circulação, excreção e regulação osmótica. Essas funções serão estudadas de modo comparativo no Capítulo 14, com

o estudo do sistema nervoso, responsável pela coordenação do organismo.

Ao longo deste e dos próximos capítulos, esperamos que você possa conhecer as características e as necessidades básicas dos diversos animais e, assim, se conscientizar da importância da biodiversidade e da necessidade de sua conservação.

Neste capítulo, estudaremos poríferos, cnidários, platelmintos, nematódeos, moluscos e anelídeos.



Despertando ideias

REGISTRE
NO CADERNO



Safári na mídia

Objetivo

Antes de continuar o estudo dos animais, convidamos você a fazer um safári na mídia a fim de reconhecer as espécies do Reino Animal que receberam alguma atenção da mídia nos últimos anos. Isso será uma base importante para você acompanhar os capítulos de zoologia. Nesse safári, você vai realizar uma busca por animais e, para isso, terá um tempo a ser definido em conjunto com seu (sua) professor(a).

Procedimento

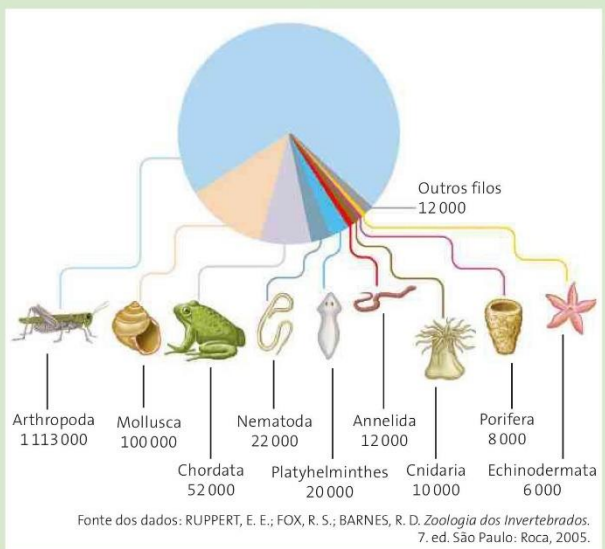
O safári pode ser feito consultando notícias na internet, em revistas e jornais recentes. **Recolha imagens e/ou informações dos animais que encontrar. Se a notícia não mostrar a imagem do animal, faça uma pesquisa para saber como é o animal citado e, se possível, obtenha a imagem dele. O objetivo é encontrar na mídia a maior variedade possível de animais, pertencentes ao maior número possível de filos.**

A seguir, apresentamos um gráfico de setores com algumas estimativas do número de espécies conhecidas para cada um dos principais grupos animais (Fig. 10.2).

Note que a grande maioria das espécies conhecidas corresponde aos artrópodes, seguidos por moluscos, nematódeos e cordados.

De posse do conjunto já fechado de informações e/ou imagens e com base nos conhecimentos que você já tem e no que foi discutido até aqui neste livro, procure classificar os animais em um dos nove filos citados. Organize esse conjunto de dados na forma de um álbum ou, se possível, em arquivo no computador. Compartilhe as informações com seus colegas de classe e complete com as informações que eles obtiveram, seja por meio da mídia em papel ou publicação em um *blog*.

Figura 10.2. Gráfico do número aproximado de espécies animais dentro de cada um dos principais filos que vamos estudar. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)



Além disso, essa “prática” assume aspectos psicológicos e pedagógicos da infância e juventude. Disposições relacionadas à ideia de que jovens aprendem mais com coisas práticas e de que as crianças lidam melhor com o lúdico, também configuram esse encerramento dos animais ao passo que normaliza os humanos que aprendem com os mesmos. Assim, compreendemos que esse confinamento na relação teoria/prática é, também, porque pedagogicamente é considerado que os animais fazem parte de experiências da prática que formam as crianças, de um modo menos teorizado e mais voltado para a praticidade na resolução de problemas na vida cotidiana. A exemplo, em meio aos processos alquímicos desse espaço discursivo, os anfíbios podem ser confinados em jogos didáticos – entre outros modos - possibilitando “práticas” que promovem

[...] “a construção do conhecimento, **introduzindo as propriedades do lúdico, do prazer, da motivação, da capacidade de iniciação e ação ativa e motivadora**” Kishimoto (1997, p. 37). A presença do **caráter lúdico** pode proporcionar momentos de **desenvoltura, motivação**, favorecendo a **interação social** e criando condições necessárias para estabelecer a aprendizagem na busca de **efeitos positivos** (A06, p. 35, **grifo nosso**).

4.5 Espaço experiencial

Enunciados acerca do “manuseio de animais”, “experimentação”, “observação”, “coleta” e sobre outros procedimentos tradicionais da experimentação científica e da experiência pedagógica, circulam por esse espaço. Como já dito anteriormente, reforçamos aqui a compreensão dessa tecnologia pedagógica de confinamento se dando em rede, de modo dinâmico, provisório, em que os animais – humanos ou não - deslizam por entre esses espaços ao passo que são normalizados. Entendemos o confinamento experiencial em associação com o espaço teórico-prático, na medida que a experimentação pode assumir sentidos de “prática” a ser realizada.

A ideia de que a observação de pequenos animais em sala de aula pode proporcionar “experiências educativas” importantes, ou de que essas experiências garantem uma “melhor formação” docente (A7), nos faz perceber a “experiência” como um dos reagentes dessa alquimia dos animais, produzindo esse espaço que chamamos de “experiencial”. Podemos considerar, a exemplo, que na educação infantil há uma sobreposição da experiência (experimentação) do ensino de ciências, com a experiência (construção de valores) da criança. Procurar por joaninhas (observação), conseguir capturá-las (manipulação) e trazer para a escola (coletividade) fazem parte de tradições do contexto científico e do ensino de Biologia, mas, configuram também uma experiência própria da infância.

Desse modo, a “experiência” é a forma pela qual a joaninha é confinada para possibilitar a imaginação, as sensações, o brincar, o desenvolvimento de autoconfiança da criança e o protagonismo das mesmas no processo de aprendizagem. Ao mesmo passo, essas crianças e professora são normalizadas, deslocadas para atender normas sobre um “bom ensino” e uma “boa formação”, dividindo as que “fracassaram” das que tiveram “sucesso” nessa “experiência” com e sobre joaninhas (A7), cupins (A11) e outros animais.

Os animais em coleções didáticas voltam a aparecer por aqui. Para entender as percepções dos alunos a respeito dos morcegos e as mudanças decorrentes no conhecimento sobre esses animais após um trabalho de educação ambiental, o manuseio dos espécimes foi incentivado “para que cada aluno percebesse a textura das asas e pelos. Foi chamada atenção para a diversidade do grupo, suas características morfológicas associadas aos hábitos alimentares, coloração e tamanho” (A08, p. 09). A partir da compreensão das coleções didáticas como uma “estratégia de ensino que favorece as temáticas ambientais”, as mesmas possibilitariam – além de compreensões ecológicas sobre morcegos– o despertar da

“curiosidade e o interesse pelas ciências naturais, e isso acontece por meio da observação e manuseio das peças” (A08, p.158).

Para que os alunos pudessem observar espécimes reais de aranhas, bem como as estruturas estudadas e observadas em fotos e esquemas, foram utilizados animais fixados, uma vez que “ao visualizar o objeto de seu estudo, o aluno entende melhor o assunto, pois o que está sendo observado pode ser manipulado e tocado, o que permite que da observação concreta possa se construir um conceito e não apenas imaginá-lo” (A16, P. 93).

A prática tradicional de “coleta” também perpassa as noções de experiência. Vivenciar o campo e coletar animais indicou maior compreensão dos conteúdos e temas trabalhados em aula, configurando uma “experiência” marcante para os estudantes. Isso, pois tais práticas favorecem a “manifestação de sensações e emoções, estimulam os sentidos dos alunos, assim eles recorrem a outros aspectos de sua própria condição humana, além da razão, para compreenderem os fenômenos” (A17, p.83).

Os alunos foram divididos em grupos, sendo que alguns componentes do grupo faziam coleta dos espécimes, os quais eram colocados em recipientes de plástico com álcool 70%, enquanto outros faziam anotações sobre o ambiente em que os organismos eram coletados. Todo o material coletado foi armazenado em isopores para evitar danos durante o transporte para o laboratório (A17, p. 84).

O uso de microscópios e lupas também escreve esse confinamento experiencial dos animais. Com “lupas de mão” e “pinças”, os alunos “deveriam manipular os artrópodes coletados na saída de campo, observar suas estruturas, e passá-los pela chave dicotômica para identificação das classes desse filo” (A17, p. 84). Em outro momento, com o microscópio óptico, os alunos observaram “lâminas que continham a cabeça de uma mosca, a cabeça de um mosquito e a perna de uma abelha”. Logo após a observação, deveriam “desenhar o que foi visto e nomear as partes desenhadas” (ibid.). Tais práticas, que carregam resquícios da experiência científica, aparecem associadas ao contexto da “aprendizagem significativa” (A17, p.89), evidenciando como, alquimicamente, essas “experiências” com animais se imbricam com anseios da psicologia educacional, constituindo modelos curriculares que ordenam a instrução.

Figura 32: Página 80 de L3

Colocando em foco

UM MARCO NA MEDICINA: OS EXPERIMENTOS DO MÉDICO INGLÊS WILLIAM HARVEY (1578-1657)

William Harvey foi o primeiro a descrever corretamente e em detalhes o sistema circulatório. Em 1628 publicou seus dados que são considerados, até hoje, importante referência.

O sucesso de seu trabalho se deveu, em grande parte, à experimentação com diferentes espécies animais. Harvey os dissecava quando ainda estavam vivos, processo chamado *vissecção*, atualmente restrito a situações muito particulares em pesquisas.

Com isso, comprovou sua hipótese de que o sangue circula no corpo como um circuito e de que o coração é o órgão responsável por bombeá-lo. Ele também notou que as veias levam sangue do corpo para o coração e que as artérias levam o sangue do coração para o corpo. Com seus experimentos, refutou o conhecimento da época, que dizia que o fígado seria o órgão central do sistema circulatório.

Mais tarde, esse mecanismo foi testado em um clássico experimento com humanos, como mostra a figura 3.19.

Veja a seguir uma descrição do experimento realizado por Harvey:

- um torniquete (A) foi aplicado no braço de uma pessoa até que suas veias ficassem evidentes;
- com isso, Harvey notou a presença de nodosidades nas veias inchadas do braço e da mão, atribuindo corretamente essas nodosidades às válvulas das veias, que já haviam sido descritas por outro pesquisador, mas cuja função ainda não se sabia;
- em seguida, Harvey pressionou um ponto (H) de uma das veias e, mantendo esse ponto pressionado, com outro dedo deslocou o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, até outro ponto (O) – ao fazer isso, percebeu que o trecho H-O do vaso sanguíneo permanecia vazio após o processo;
- ao remover o dedo do ponto H, verificou que o sangue voltava a preencher rapidamente o trecho colapsado.

Esse experimento levou Harvey a comprovar que as veias levam o sangue das extremidades do corpo em direção ao coração e que as válvulas presentes nas veias fazem com que esse fluxo seja feito somente nesse sentido.

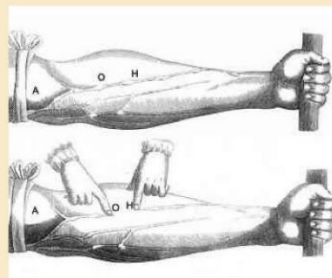


Figura 3.19. Gravura do experimento realizado por William Harvey em 1628.

O **distrito linfático** (ou sistema vascular linfático) é formado por vasos inicialmente muito finos, os capilares linfáticos, que têm fundo cego e se localizam entre as células dos tecidos. Eles drenam o fluido intercelular, que passa a ser denominado linfa ao entrar nos capilares linfáticos.

Os **capilares linfáticos** reúnem-se progressivamente em vasos de calibre cada vez maior, que desembocam nos **ductos linfáticos**. Estes levam a linfa para veias de grande calibre do distrito sanguíneo. Os vasos linfáticos apresentam válvulas que impedem o refluxo da linfa.

No trajeto dos ductos linfáticos há **linfonodos** (gânglios linfáticos), cuja função é filtrar a linfa, retirando bactérias e outros agentes que possam ser nocivos ao organismo. Quando a linfa passa pelo linfonodo, os

macrófagos fagocitam microrganismos patogênicos (que podem causar doenças), como as bactérias, que tenham conseguido penetrar no corpo e que estejam sendo transportados pela linfa. Isso provoca uma resposta de defesa: os linfócitos do linfonodo proliferam, muitos deles diferenciando-se em plasmócitos, que sintetizam anticorpos. Os linfonodos assim estimulados aumentam de tamanho, sendo muitas vezes palpáveis na pele, principalmente na região do pescoço. Esses nódulos são popularmente chamados *ínguas*.

Além de vasos e linfonodos, participam desse sistema vários órgãos linfoides, como **baço**, **timo**, **tonsilas** (amígdalas), **adenoides** e **medula óssea vermelha** (Fig. 3.20). Linfonodos e órgãos linfoides participam dos mecanismos de defesa do corpo, que também serão analisados neste capítulo.

Figura 33: Página 175 de L3

Suponhamos agora que, das 100 células do exemplo anterior, 20 apresentem permutação na meiose entre os locos gênicos considerados (Fig. 7.17):

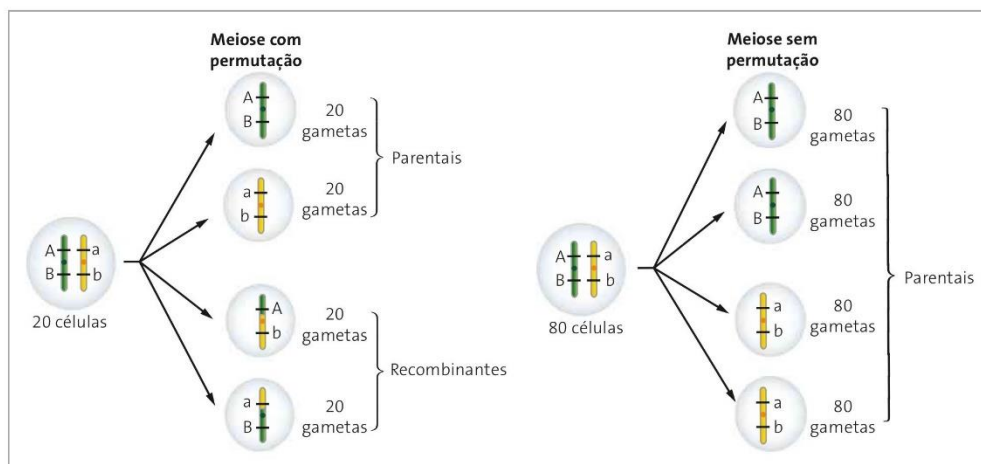


Figura 7.17. Exemplo de gametas produzidos a partir de 20 células germinativas nas quais ocorre permutação e de 80 células germinativas sem permutação. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Serão formados:

Gametas Ab → 20	} Recombinantes (10%)	Gametas AB → 20 + 80 + 80 = 180	} Parentais (90%)
Gametas aB → 20		Gametas ab → 20 + 80 + 80 = 180	

A porcentagem de gametas recombinantes (10%) é menor do que a dos parentais (90%) e corresponde ao que se chama de taxa de permutação ou taxa de recombinação.

9. O método de Morgan e a descoberta dos genes ligados

A equipe de Morgan utilizou em seus estudos a mosca-das-frutas, *Drosophila melanogaster* (Fig. 7.18). Essas moscas são consideradas interessantes para realizar pesquisas genéticas por vários motivos: apresentam ciclo reprodutivo curto, completando o ciclo vital em 10 dias, a 25 °C; são facilmente mantidas em laboratório; e apresentam fecundidade alta (uma fêmea põe centenas de ovos de cada vez).

Inicialmente, Morgan e seus colaboradores procuraram detectar a existência de caracteres bem definidos em populações de *Drosophila melanogaster*. Verificaram a existência de certas variações hereditárias decorrentes de mutações gênicas, que eram facilmente observáveis e ocorriam com alguma frequência.



Figura 7.18. Fotografia de *Drosophila melanogaster* (mede cerca de 3 mm de comprimento).

Figura 34: Página 176 de L3

Vamos estudar um dos experimentos da equipe de Morgan em que se analisou a herança de dois caracteres, ambos apresentando fenótipos selvagem e mutante: cor do corpo e tamanho das asas. Os fenótipos selvagens correspondem a corpo castanho e asas normais, e os fenótipos mutantes correspondem a corpo preto e asas vestigiais.

Cruzando um indivíduo selvagem e homocigótico para os dois caracteres com um indivíduo mutante também homocigótico para esses caracteres, Morgan e seus colaboradores obtiveram em F₁ apenas descendentes selvagens e heterocigóticos para ambos os caracteres, isto é, indivíduos com asas normais e corpo castanho (Fig. 7.19). Esse fato mostrou que os alelos mutantes para esses caracteres são recessivos.

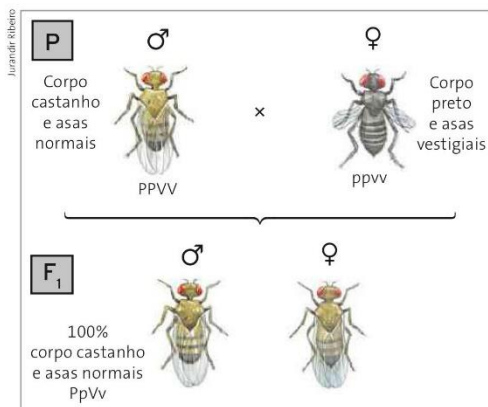


Figura 7.19. Esquema representando os resultados obtidos por Morgan e seus colaboradores, na geração F₁, em cruzamentos de *Drosophila melanogaster*, considerando cor do corpo e tamanho das asas. (Cores fantasia.)

Com os indivíduos originados em F₁, Morgan realizou duas séries de cruzamentos-testes: em uma série (A) cruzou machos de F₁ com fêmeas birrecessivas, e em outra (B), fêmeas de F₁ com machos birrecessivos. Os resultados obtidos estão mostrados na figura 7.20.

Na série de experimentação A, a fêmea birrecessiva produziu apenas um tipo de gameta. Logo, os fenótipos que surgiram em F₂ estavam relacionados aos gametas produzidos pelo macho di-híbrido. Se 50% de F₂ apresentaram corpo castanho e asas normais e 50% apresentaram corpo preto e asas vestigiais, isso indica que os di-híbridos produziram apenas dois tipos de gameta em igual proporção: 50% PV e 50% pv. Dessa forma, os alelos P e V estão juntos em um cromossomo, e os alelos recessivos p e v estão juntos em um cromossomo homólogo. Então, os genótipos dos machos de F₁ e seus gametas são os representados na figura 7.21.

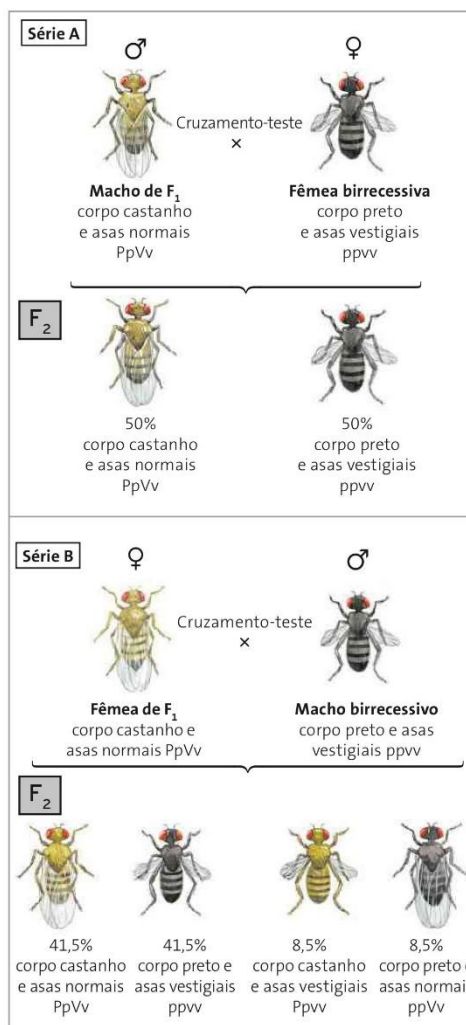


Figura 7.20. Esquema representando os resultados obtidos por Morgan e seus colaboradores em cruzamentos-testes de *Drosophila melanogaster*, considerando a cor do corpo e o tamanho das asas. (Cores fantasia.)

Com base nesses resultados, Morgan e seus colaboradores propuseram que esses caracteres **não** se transmitiam de modo independente.

Na série de experimentação B, o macho birrecessivo produziu um só tipo de gameta: pv. Logo, os resultados obtidos em F₂ deviam-se aos gametas produzidos pela fêmea. Esses gametas e suas respectivas proporções estão indicados na figura 7.22.

Figura 35: Página 222 de L3

11. Clonagem

Já comentamos a clonagem do DNA e agora vamos falar da clonagem de organismos multicelulares, mencionando três técnicas desenvolvidas para se obter um clone:

- reproduz-se em laboratório um acontecimento natural, que é a reprodução vegetativa (mais comum em plantas), ou, no caso de animais como mamíferos, estimula-se em laboratório o surgimento de gêmeos monozigóticos. Nesse caso, **recolhem-se sêmen e óvulos de animais selecionados que possuem características de interesse** e promove-se a fecundação em laboratório. Assim que o zigoto se forma e se iniciam as primeiras divisões celulares, as células originadas são separadas artificialmente e implantadas em fêmeas ("mães de aluguel"), onde se completa o desenvolvimento embrionário. Essas células darão origem a indivíduos geneticamente idênticos. Formam-se, então, clones de animais de interesse para o ser humano;
- a partir de células somáticas, como foi o caso da ovelha Dolly: uma **célula receptora**, o ovócito retirado do ovário de uma ovelha da raça *Blackface*, teve seu material genético removido com auxílio de uma micropipeta. Uma célula (2n) retirada da glândula mamária de uma ovelha adulta da raça *Finn Dorset* foi mantida em estado de quiescência, ou seja, em condições que a tornaram pouco ativa. Essa célula foi fundida ao ovócito desprovido de material genético nuclear. O ovócito, agora com o núcleo 2n recebido da célula somática, foi estimulado a iniciar o desenvolvimento embrionário. A seguir, o embrião com poucas células foi introduzido no útero de uma "mãe de aluguel".

A figura 9.13 resume os procedimentos para a obtenção da ovelha Dolly.

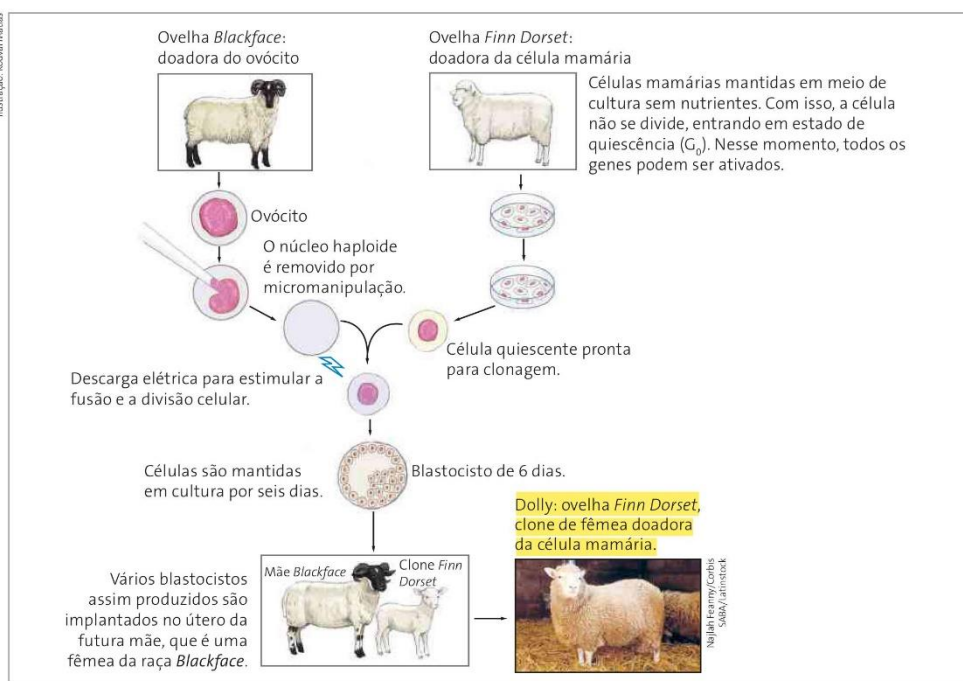


Figura 9.13. Esquema simplificado mostrando como a ovelha Dolly foi obtida. Ao final, fotografia da ovelha Dolly. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Vale ressaltar que o processo de clonagem não é tão simples quanto parece. No caso descrito, foram produzidos 277 embriões até que um deles, a Dolly, nascesse. Mesmo assim, Dolly apresentou sinais de envelhecimento precoce e artrite, tendo sido sacrificada em 2003 em função de complicações de saúde, aos 7 anos de idade;

Figura 36: Página 223 de L3

c) a partir de células embrionárias, como foi o caso do primeiro animal clonado no Brasil: a bezerra Vitória, da raça Simental, que nasceu em 2001, no Campo Experimental Sucupira, da Embrapa. Vitória é fruto da transferência do núcleo de uma célula de embrião de cinco dias, coletado de uma vaca da raça Simental, para um ovócito enucleado retirado de uma vaca de outra raça. Depois, o embrião em início de desenvolvimento foi implantado em uma "vaca de aluguel". Gestação e parto ocorreram normalmente. Aos três anos de idade, Vitória recebeu o sêmen de um touro de sua raça (Simental) e deu à luz no dia 19 de fevereiro de 2004 seu primeiro filhote: a bezerrinha Glória. (Fig. 9.14).



Figura 9.14. Fotografia de Vitória, o primeiro clone bovino brasileiro, e sua filha Glória.

A possibilidade da clonagem, inclusive a humana, tem levantado intensas discussões éticas.

A clonagem humana para fins reprodutivos, que é a clonagem com a finalidade de obtenção de um indivíduo, não é permitida por lei, mas a clonagem terapêutica, que é feita com a finalidade de produção de células-tronco embrionárias para utilização terapêutica, sim.

É importante frisar que não se clonam indivíduos, mas sim **genomas**, termo que se refere ao conjunto de todo o DNA nuclear que determinado organismo tem em suas células.

A clonagem não impede as interações complexas do genótipo com o ambiente na produção do fenótipo. Assim, apesar de genotipicamente idênticos, os clones não terão exatamente os mesmos fenótipos.

Outra questão a ser analisada nessas clonagens é o **DNA mitocondrial**, que pode conter alguns genes associados a doenças, como é o caso da doença humana chamada atrofia óptica de Leber, um tipo de cegueira.

Se a clonagem for feita apenas com a transferência de núcleo $2n$ para o ovócito desprovido de DNA nuclear, o DNA mitocondrial será o do ovócito e o clone não será completo devido ao material genético das mitocôndrias.

Quando ocorre fusão entre a célula $2n$ e o ovócito desprovido de DNA nuclear, o DNA mitocondrial é em parte do ovócito e em parte da célula somática, e o clone terá mitocôndrias tanto do ovócito quanto da célula que se fundiu a ele.

Testes de maternidade (para constatar quem é a mãe de uma criança) podem ser feitos pela análise do DNA mitocondrial, pois as mitocôndrias dos descendentes são herdadas apenas da mãe.

12. Organismos transgênicos

Organismos transgênicos são aqueles que recebem genes de outras espécies de seres vivos. A importância deles está na obtenção de indivíduos com características vantajosas e que produzam substâncias de interesse para o ser humano.

A transferência de genes de uma espécie para outra já foi feita com sucesso em camundongos da seguinte maneira: os ovócitos das fêmeas de camundongos foram removidos cirurgicamente e fecundados *in vitro* com espermatozoides de machos da mesma espécie. Em cada zigoto foram injetadas com o auxílio de uma delicada agulha de vidro (Fig. 9.15) inúmeras cópias do gene associado ao hormônio de crescimento humano.



Figura 9.15. Fotomicrografia mostrando introdução do material genético em zigoto de mamífero. O zigoto está preso por sucção à pipeta, e o material genético está sendo introduzido por uma microagulha de vidro. O zigoto mede cerca de $100\ \mu\text{m}$ de diâmetro.

Figura 37: Página 223 de L3

Algumas dessas cópias se integraram, ao acaso, no genoma do zigoto. Então os zigotos foram reimplantados em fêmeas, e a embriogênese prosseguiu normalmente. Os camundongos transgênicos adultos atingiram tamanho duas a três vezes maior que o normal.

No Brasil, foi produzido um camundongo transgênico que apresenta um gene de água-viva incorporado ao seu DNA. Esse gene codifica uma proteína responsável pela cor verde fluorescente. Um vírus modificado foi usado como vetor da inserção do gene de água-viva no DNA de zigotos de camundongo. Os zigotos desenvolveram-se em adultos que adquirem a cor verde fluorescente se iluminados com luz especial (Fig. 9.16).



Figura 9.16. Fotografia de filhotes de camundongo normais e camundongos transgênicos sob luz especial. Os camundongos transgênicos sintetizam uma proteína de água-viva, que confere a cor verde fluorescente à sua pele, sob essa iluminação.

Considera-se que esses resultados possam ser importantes em futuras pesquisas sobre o câncer, pois a proteína verde fluorescente poderia ser utilizada para marcar células cancerígenas, que seriam, então, facilmente visualizadas em microscópio, sob luz azul.

Na Inglaterra, os cientistas já conseguiram produzir ovelhas transgênicas, que apresentam o gene humano que codifica a proteína alfa-1-antitripsina. Essas ovelhas lançam essa proteína no leite produzido em suas glândulas mamárias (Fig. 9.17).



Figura 9.17. Fotografia de ovelhas transgênicas que expressam o gene humano que codifica a proteína alfa-1-antitripsina. A proteína é usada no tratamento de pessoas que não a produzem em quantidade suficiente, o que pode causar enfisema pulmonar.

A ausência dessa proteína na espécie humana provoca deficiência hepática e suscetibilidade a enfisema pulmonar. O tratamento atual, bastante caro, é feito com proteína extraída do sangue de pessoas normais. Por meio dessas ovelhas transgênicas tem sido possível obter essa proteína a um custo bem inferior.

Nas plantas há diversos métodos empregados na obtenção de organismos transgênicos (organismos geneticamente modificados – OGMs), sendo que muitos são os exemplos de plantas transgênicas. Vamos comentar apenas alguns.

Várias espécies vegetais, como milho, algodão, tomate e outras, portam e expressam genes de bactérias que lhes conferem resistência a insetos. Com isso, são menos predadas por esses organismos.

Já foram produzidos batata, feijão e mamão transgênicos (Fig. 9.18) resistentes ao ataque de vírus e bananas resistentes ao ataque de fungos.



Figura 9.18. Fotografia de plantas de mamoeiros transgênicos produzidos pela Embrapa, em Brasília (DF), no início dos anos 2000. O Brasil é um dos pioneiros nas pesquisas com alimentos transgênicos.

Variedades de soja transgênica resistentes a herbicidas (Fig. 9.19) também já foram desenvolvidas, assim como uma variedade de arroz rica em betacaroteno, substância precursora da vitamina A.



Figura 9.19. Fotografia de sementes de soja transgênica. Imagens em diferentes escalas.

Os experimentos com animais nos livros didáticos aparecem indicando descobertas científicas (L3, p.80), a maneira como a pesquisa com animais pode contribuir para o tratamento de doenças (L3, p. 224) e elucidando conceitos genéticos a partir de experimentos realizados com os mesmos (L3, p. 176). Essa aparição dos animais em meio à experimentação necessita ser compreendida diante dos processos de recontextualização desses saberes para o âmbito escolar, que produz experiências didáticas diferentes – apesar de guardarem resquícios – das experiências científicas (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

Apesar do livro didático não indicar a realização de experimentos com animais na escola, entendemos que os enunciados sobre experimentos científicos podem ser compreendidos em meio aos processos alquímicos. O caso da Vitória, primeira bovina clonada no Brasil, é um bom exemplo para pensarmos como esse experimento, restrito do âmbito científico, se configura como um modelo de normalização. Frente às amplas discussões sobre clonagem de animais, desde a ovelha Dolly, e a descrição dos experimentos possíveis para se obter um clone, entendemos que Vitória não representa apenas a “primeira bovina clonada no Brasil”.

Para mais, Vitória é confinada nesse espaço experiencial e produz um sancionamento de práticas científicas de manipulação genética, imprimindo nos humanos que aprendem com Vitória o “raciocínio científico” sobre essas práticas que possibilitam avanços científicos e prestígio para a nação. Por outro lado, também é pelo confinamento dessa bovina que o exercício do julgamento “moral” e “ético” diante da clonagem e da experimentação com animais é facilitado, deslocando esses humanos para “posicionamentos críticos” almejados nos cidadãos formados por nossas escolas (L3, p. 229). O caráter da “educação problematizadora é autenticamente reflexivo, com um constante ato de desvelamento da realidade. Há uma busca pela emersão das consciências que pode resultar na **inserção crítica** dos seres humanos na realidade” (L1, p. 301, grifo nosso).

4.6 Espaço evolutivo

Aqui se configura um confinamento estreitamente relacionado com os movimentos que legitimaram a Biologia enquanto ciência e também a sua disciplina escolar. Enunciados sobre os “processos evolutivos” dos animais, “classificação biológica”, “relações de parentesco”, “hierarquização dos seres vivos”, “transformação” ao longo do tempo e “extinção” delimitam

essa espacialidade evolutiva. Sabendo que a Teoria da Evolução fortaleceu o movimento de unificação e autonomia das Ciências Biológicas, bem como pode ser considerado como o principal eixo integrador de conhecimentos no ensino de Biologia (SELLES e FERREIRA, 2005), tecemos nossas considerações acerca do modo como essa comunidade discursiva confina os animais em meio a um conjunto de conhecimentos que vêm sendo produzidos para explicar evolutivamente as interrelações da vida no planeta Terra.

É possível pensar em tensões existentes diante do ensino sobre animais e a história dos seus processos de classificação. Se por um lado, a partir do pensamento aristotélico, os animais eram “comparados”, “classificados” e “generalizados” diante de um “sistema de classificação sem abordar o parentesco evolutivo” (A03, 293), nos dias atuais estamos orientados para uma classificação baseada em perspectivas evolutivas, “associando as linhagens atuais com seus ancestrais comuns. Desse modo, diversas propostas aparecem, para inserir uma abordagem evolutiva no ensino de Zoologia, com base na Filogenética” (A03, p. 294).

Todavia, ainda hoje, em muitos ambientes de ensino, a abordagem em Zoologia se dá, segundo Rocha e Silva (2013), de forma pré-cladística, por três motivos: o tradicionalismo metodológico da área, a formação inicial docente que não teve contato com a nova inserção da filogenética nos currículos e, por fim, o fato de muitos docentes conceberem a filogenética como complexa e inacessível (A03, 294-295).

Em meio aos processos alquímicos que elaboram esses docentes e os saberes evolutivos, percebemos uma associação entre as maneiras de classificar os animais com os sentidos para os quais a “formação docente” deveria se deslocar. Desde a “formação inicial” que se mostra “desfalcada” por não ter tido em seus currículos o eixo cladístico classificando os animais, até o entendimento da evolução como algo “complexo” e “inacessível” por professores, escrevem o modo pelo qual essas “categorias evolutivas” marcam os docentes diante da ordem moral dessa comunidade discursiva.

Isto é, podemos pensar que o “bom professor” é designado como aquele que dispõe de formação e prática diante das perspectivas evolutivas que possibilitaram a unificação das Ciências Biológicas. Essa maneira “evolutiva” de classificar os animais rascunha anseios curriculares para a disciplina escolar e a formação de seus profissionais. Em vista disso, há uma defesa para o assentamento da filogenética como uma forma mais correta de compreender e classificar os animais na comunidade discursiva do ensino de biologia.

Políticas educacionais mais amplas, como os PCNs, já demonstravam essa preconização, ao indicarem a abordagem da história dos seres vivos com o “intuito de permitir aos estudantes o entendimento das relações de parentesco entre os organismos e que estes, por sua vez, são produto de um longo processo de evolução” (A3, p.295). Mais recentemente, a BNCC, diante da definição de arranjos de conteúdo, conceitos e processos – entendidos como objetos de conhecimento – apresenta uma “unidade temática” intitulada “Vida e evolução” para o Ensino Fundamental (BRASIL, 2018). No Ensino Médio:

Em **Vida, Terra e Cosmos**, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (BRASIL, 2018, p. 549)

Concepções equivocadas dos estudantes, como acreditarem que “os animais são o ápice da evolução”, demonstra para a comunidade discursiva do ensino de Biologia a necessidade “de uma abordagem evolutiva no ensino de Zoologia, a fim de proporcionar uma construção coerente da classificação animal” (A03, p. 303). Desse modo, podemos pensar que o raciocínio baseado na classificação evolutiva, imersa nos processos de seleção natural, contribuiria para uma correta e coerente concepção dos seres vivos. Esse espaço torna a evolução uma “entidade” que conta a “verdadeira” história dos animais, confinando-os nos seus processos de adaptação, origem e extinção.

Ao passo que são encerrados na sua história evolutiva, esses animais representam a materialização dos conceitos evolutivos e possibilitam uma maneira científica dos estudantes compreenderem o mundo natural. Podemos pensar que, por meio da classificação filogenética, esse grandioso e disperso mundo de seres aparentados – ou não - é organizado como um só. Para mais, enquanto as perspectivas evolutivas contrariavam o entendimento antropocêntrico da época, tomando os humanos como alvo do processo evolutivo, tal qual outras espécies animais (DREHMER *et al*, 2018), a mesma também irrigou sistemas de pensamento que hierarquizaram os seres humanos, sendo usada como justificativa para a pretensa superioridade racial do homem branco (CHAVES, 2003; DEL CONT, 2008).

Isto é, em meio a esse espaço discursivo, podemos pensar que os estudos sobre os processos evolutivos não só organizaram outros que humanos em suas linhagens de parentesco, como também serviram de argumento para organizar, distinguir e separar os animais humanos:

Dividiu-o então em quatro grandes “tipos”, com suas intrínsecas e imutáveis características físicas, culturais, políticas e morais. O homem branco foi assim apresentado: “Sangüíneo, ardente; cabelos louros, abundantes; olhos azuis; leve, fino, engenhoso; usa roupas estreitas; é regido pelas leis”. Os demais, é claro, ganharam notas mais baixas. O asiático foi apresentado como melancólico, severo, fastoso e avaro, “regido pela opinião”. O americano seria vermelho, bilioso, teria cabelos negros, lisos e abundantes, narinas amplas, queixo quase imberbe; “teimoso, alegre, erra em liberdade; pinta-se de linhas curvas vermelhas; é regido pelos costumes”. O africano, sempre mais perseguido, teria por sua vez cabelos crespos, lábios grossos, pele oleosa e nariz simiesco; seria “indolente, de costumes dissolutos (...) vagabundo, preguiçoso e negligente (...) regido pelo arbítrio” (SILVEIRA, 2000, p. 99).

Inúmeros campos científicos operaram nessa direção. Desde a psicologia e neurologia buscando comparar o rendimento intelectual dos indivíduos, imprimindo ideias de superioridade e inferioridade entre esses grupos étnicos (BOLSANELLO, 1996), até a experimentação humana para obtenção de dados científicos e a observação da evolução de doenças (JONES, 1993), demonstram a vascularização dos “processos evolutivos” para além da organização dos seres vivos em clados de parentesco.

Não pretendemos colocar o sistema de classificação biológica como um ponto de origem histórica para o racismo, muito menos assumir que as ideias evolutivas que oportunizaram regimes de escravização de povos, o *Apartheid* e a Eugenia, por exemplo, tenham sido meros equívocos científicos. Trazer esses aspectos para esse confinamento faz parte do movimento de colocarmos os enunciados numa situação relacional, localizando-os em seus processos históricos e de poder. Por assim dizer, é sobre considerar que essa “entidade” quase intocável e bem cuidada que a “evolução” se tornou, possibilitou muito mais do que a unificação e legitimação da Biologia e sua disciplina escolar, ela também produz efeitos de poder nesse “mundo natural” que variados seres habitam.

Figura 38: Página 281 de L3

Em um ninho típico, contendo um ou dois filhotes, o trabalho consiste em tirar todas as medidas das crias, pesá-las, analisar seu estado de saúde e a presença de parasitas. Os ovos presentes em ninhos ameaçados por predadores são retirados para eclodirem em segurança no laboratório. Esse cuidado especial com cada nova geração de araras visa aumentar as chances de os filhotes atingirem a fase adulta.

Uma das primeiras constatações da bióloga foi a falta de ninhos disponíveis para as araras. O desmatamento e as queimadas diminuíram muito a oferta de manduvis para a construção de ninhos, e os poucos disponíveis ainda são disputados com outras aves, como o tucano e o urubu. Para tentar contornar esse problema, Neiva desenvolveu ninhos artificiais de madeira, que são instalados no alto das árvores. A iniciativa deu resultado, e as araras passaram a frequentar sistematicamente os novos ninhos.

No Pantanal, onde a captura e a caça de animais já perdeu força, a luta dos pesquisadores está voltada agora à preservação do hábitat. Isso porque

as araras-azuis são muito seletivas para comer. Sua dieta é composta basicamente de castanhas de palmeiras conhecidas por acuri (*Scheelea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*). O formato curvo e pontudo do bico dessa arara permite a perfeita retirada da polpa nutritiva das castanhas. Para garantir o aumento da oferta de alimento para essas aves, a bióloga vem contando com o apoio de muitos fazendeiros da região, que hoje se orgulham de ter bandos de araras voando por suas propriedades. Além de não permitirem mais a captura em suas fazendas, esses fazendeiros plantam e preservam o manduvi e as palmeiras. Essa mudança de comportamento é resultado de um trabalho de educação ambiental desenvolvido junto com a parte científica. Entre a escalada de uma árvore e outra, Neiva aproveita para desenvolver a educação ambiental dos moradores da região, propagando suas ideias preservacionistas.

Texto de Luciano Candisani, escrito especialmente para este livro.



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Raças humanas não existem como entidades biológicas, diz geneticista

Se é inegável concluir que o racismo ainda existe – e tem força – a ideia de que a espécie humana pode ser dividida em raças está cada vez mais obsoleta.

Desde o final da Segunda Guerra Mundial, depois do nazismo, começaram a ser promovidos estudos que discutiam a ideia de raça na biologia e nas ciências sociais.

A inexistência das raças biológicas ganhou força com as recentes pesquisas genéticas. Os geneticistas descobriram que a constituição genética de todos os indivíduos é semelhante o suficiente para que a pequena porcentagem de genes que se distinguem (que inclui a aparência física, a cor da pele etc.) não justifique a classificação da sociedade em raças. [...]

No Brasil, Sergio Pena, da Universidade Federal de Minas Gerais, em conjunto com uma série de pesquisadores, publicou dezenas de artigos científicos na área. “Nossos estudos revelaram que, em nosso país, a cor avaliada pela aparência das pessoas tem uma correlação fraca com o grau de ancestralidade africana estimado geneticamente. Em outras palavras, no Brasil, a nível individual, a cor, como socialmente percebida, tem pouca relevância biológica. Importante-mente, cada brasileiro tem uma proporção individual única de ancestralidade ameríndia, europeia e africana”, diz Pena.

Para ele, a noção de raças humanas “é tóxica”: “[...] o conceito de raça é vazio e perigoso. Vazio, porque sabemos que ‘raças humanas’ não existem como entidades biológicas. Perigoso, porque o conceito de ‘raça’ tem sido usado para justificar discriminação, exploração e atrocidades”, diz. [...]



Campanha Infância Sem Racismo/UNICEF



Cartaz de campanha enaltecendo a igualdade entre as pessoas, ainda que sejamos diferentes fisicamente.

Figura 39: Página 22 de L1

Os processos evolutivos ainda são objetos de pesquisa e há continuamente produção de novos conhecimentos sobre Evolução, sendo essa uma área da Biologia em pleno desenvolvimento.

Para entendermos melhor o processo de seleção natural, vamos analisar um exemplo real de experimentação realizado na década de 1970 pelo zoólogo estadunidense John Endler. Ele montou seu experimento utilizando uma espécie de peixe de aquário bem popular, o lebiste (*Poecilia reticulata*).

Os machos dessa espécie têm manchas com coloração viva, que atuam na atração de fêmeas. Essas manchas, no entanto, atraem também predadores. Observações anteriores sugeriam que, nos locais onde havia grande quantidade de peixes predadores, os lebistes machos (Fig. 1.11) tendiam a ter menos manchas coloridas, quando comparados àqueles que viviam em locais com menos predadores.

Para verificar experimentalmente esse fenômeno, Endler colocou grupos semelhantes de lebistes machos e fêmeas em três lagoas praticamente idênticas. A característica que variava entre essas lagoas era o fator “predadores”: enquanto em uma lagoa não havia predadores, na outra havia uma espécie predadora de lebistes e, na terceira, havia uma espécie de peixe que era predador, mas que não se alimentava de lebistes.

As três lagoas foram deixadas nessas condições por 20 meses, o que equivale a aproximadamente sete gerações de lebistes. Após esse período, Endler analisou as populações do peixe e constatou que, na lagoa onde havia predadores de lebistes, os machos dessa espécie tinham significativamente menos manchas coloridas nas caudas do que aqueles deixados nas outras duas lagoas. Como essa característica é hereditária, essa experiência forneceu forte evidência de que a quantidade

de manchas nas caudas de lebistes machos é uma característica que sofre seleção natural, pois os machos com menos manchas são menos predados, passando essa característica aos descendentes.

Há ainda inúmeros outros exemplos de atuação da seleção natural na evolução. Um deles pode ser dado pelos pandas-gigantes, atualmente ameaçados de extinção.

O panda-gigante (Fig. 1.12) vive nas florestas de bambu na China Oriental. Uma característica curiosa desses animais diz respeito a suas patas dianteiras: em vez de terem cinco dedos, como as dos demais mamíferos, as deles têm seis. O sexto dedo é chamado “dedão” e é oponível, ou seja, dispõe-se em ângulo de 90° em relação aos demais, como o polegar na espécie humana. Essa disposição dos dedos confere ao panda-gigante a capacidade de segurar o caule do bambu, que é seu principal alimento na natureza.

O dedão do panda-gigante é, na realidade, um osso muito aumentado do punho, com tendões e músculos associados. Esses animais derivaram de ancestrais com cinco dedos. Em algum momento da história evolutiva, devem ter nascido pandas com um dos ossos do punho mais desenvolvido, formando um sexto dedo, oponível. Os pandas-gigantes de seis dedos devem ter se tornado mais aptos a segurar o bambu e, conseqüentemente, a comer mais, sobrevivendo em maior número que os demais e deixando mais descendentes com essa característica. Ao longo do tempo, teriam sobrevivido apenas os pandas-gigantes de seis dedos, pois todos os indivíduos atuais são assim.

Nesta coleção, a visão evolutiva permeará todo o conteúdo, pois, nas palavras do biólogo ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975), “Nada em Biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução”.



Figura 1.11. Fotografia de um lebiste macho. Mede cerca de 3 cm de comprimento.



Figura 1.12. Fotografia de um panda-gigante. Mede cerca de 1,40 m de comprimento.

Figura 40: Página 20 de L2



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Exemplos práticos da importância dos conhecimentos sobre sistemática filogenética

Muitos são os exemplos que mostram a importância da sistemática filogenética em situações relacionadas com nossas vidas.

Vamos comentar somente dois desses exemplos e incentivamos você a procurar outros. Ao final, propomos um caso real de aplicação da filogenética na solução de um processo criminal para você discutir com os colegas e dar a solução.

Exemplo 1

Nas florestas tropicais da América Central e da América do Sul vivem várias espécies aparentadas de anfíbios coloridos, popularmente conhecidos por sapinhos-ponta-de-flexa. O nome se deve ao fato de os indígenas nativos dessas regiões usarem substâncias presentes na pele desses animais para envenenar a ponta de suas flechas e com elas caçar outros animais.

Atualmente se sabe que as substâncias produzidas por três espécies de sapinhos-ponta-de-flexa têm propriedades medicinais:



▲ Fotografia de *Phyllobates terribilis* (à esquerda), *Epipedobates tricolor* (no centro) e *Dendrobates pumilio* (à direita). Esses anfíbios têm, em média, de 2 cm a 5 cm de comprimento.

- *Phyllobates terribilis* produz uma batracotoxina que tem efeitos anestésicos locais e propriedades anticonvulsivas;
- *Epipedobates tricolor* produz epibatidina, que é um analgésico 200 vezes mais potente que a morfina;
- *Dendrobates pumilio* produz pumiliotoxinas que têm atividade cardiotônica (estimulante do coração).

Com base nessas informações e sabendo que há correlação entre a presença de compostos semelhantes em espécies aparentadas, pode-se aplicar a filogenética no direcionamento de pesquisas a fim de saber quais são as espécies mais aparentadas das que já se tem a informação sobre a presença no corpo de compostos potencialmente importantes na medicina.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

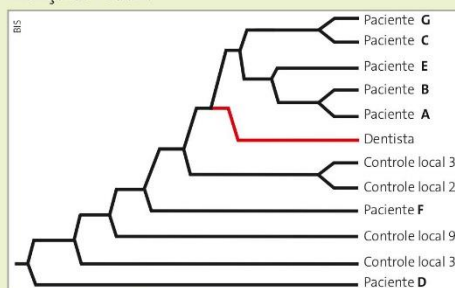
- Analise esse cladograma e discuta-o com os colegas. Qual seria o veredito de vocês sobre a culpa do dentista na contaminação de seus pacientes pelo HIV? Justifique a resposta.

Exemplo 2

A Austrália é o país onde existe a maior diversidade de serpentes peçonhentas. Como não há antídotos para os venenos de cada uma das espécies, muitas pessoas acabam morrendo quando são mordidas por esses animais. Nesses casos, a filogenética está ajudando, pois há forte correlação entre as propriedades dos diferentes venenos e o parentesco evolutivo dessas espécies. Assim, se uma pessoa for mordida por uma serpente para cujo veneno não há o antídoto, pode-se olhar a posição filogenética dessa serpente no cladograma e verificar se já há o antídoto para o veneno de espécies próximas. Se existir, ele pode ser aplicado na vítima, com chance de sucesso.

Agora que você já conhece aplicações dos conhecimentos em filogenética, analise a questão criminal que ocorreu na década de 1990 na Flórida. Uma jovem contraiu Aids e não fazia parte de nenhum grupo de risco. Supôs-se que a transmissão do vírus tenha ocorrido durante uma cirurgia odontológica realizada alguns anos antes, por seu dentista sabidamente portador do HIV. Foram feitas análises genéticas comparativas dos vírus presentes no dentista, nessa paciente (A) e em outros pacientes desse dentista sabidamente portadores do HIV. Além disso, foram analisados indivíduos da comunidade local que eram HIV-positivos e que não tiveram contato com o dentista (considerados controles). Com base nesses dados, foi possível montar o cladograma abaixo.

Quando uma pessoa é infectada por outra, logo no início há grande semelhança entre os vírus dessas duas pessoas, mas com o tempo essa semelhança se reduz.



▲ Relação entre os vírus HIV das pessoas analisadas na solução da questão criminal.


Figura 41: Página 160 de L2

CAPÍTULO

9

Origem, evolução e características gerais dos animais

Luciano Candisani



^ **Figura 9.1.** Entender a origem e a evolução dos animais foi e ainda é um dos desafios da ciência. Alguns organismos hoje considerados animais não eram assim classificados no passado. As anêmonas-do-mar, por exemplo, apresentam certa semelhança estética com plantas e, por isso, muitos as chamam de flores-das-pedras. O destaque mostrado na fotografia, no entanto, evidencia uma das características surgidas na evolução animal e que foi importante no modo como esses organismos passaram a obter alimento: a boca, que se abre para uma cavidade onde ocorre a digestão. A espécie de anêmona-do-mar da fotografia tem cerca de 15 cm de diâmetro.

Pense nisso

- A legenda acima destaca que, na evolução dos animais, uma das características foi o surgimento da boca, associada à cavidade onde ocorre a digestão do alimento ingerido. Você conhece algum animal que não tenha boca nem cavidade digestória? Se conhece, explique onde ele vive e como se alimenta.
- Quais características são necessárias para considerar um organismo pertencente ao grupo dos animais?
- As anêmonas, como a mostrada na fotografia acima, vivem apenas em ambiente marinho. Liste alguns nomes de animais marinhos e de animais de água doce que você conhece.
- Nos exemplos que mencionou, que animais classificaria como vertebrados? E como invertebrados? Que critério(s) você utilizou para classificar os animais em cada uma das categorias anteriores? Cite outro critério segundo o qual os animais poderiam ser classificados.
- Em um determinado momento da vida, todo animal foi constituído por uma única célula. Justifique essa afirmativa.
- Essa célula, mencionada no item anterior, foi o ponto de partida para a constituição de todo o corpo do animal. Como você explicaria o fato de um animal ser formado por tantas células com formas e funções diferentes, se o material genético de todas elas é o mesmo da célula inicial?

160 UNIDADE 3 • Os animais

Fonte: L2, grifo nosso

Figura 42: Página 119 de L1

A *Achatina fulica* pode ainda atuar como praga agrícola ou levar à perda da biodiversidade local [...], em razão do seu potencial competitivo, predatório [...], ou de transmissão de doenças para animais selvagens [...]. Recentemente, [pesquisadores] relataram impactos à biodiversidade causados pela infestação de *Achatina fulica*, tanto decorrentes da competição por espaço e alimento com os moluscos nativos, quanto pela interferência na cadeia alimentar.

ZANOL, J. et. al. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. *Biota Neotropica*, 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/pt/fullpaper?bn00610032010+pt>>. Acesso em: mar. 2016.

2.2. Extinção de espécies

As espécies podem extinguir-se por processos que não dependem da atividade humana ou ser extintas em decorrência dela.

As extinções sempre ocorreram, mesmo antes da evolução da espécie humana, e continuarão ocorrendo, já que são resultado das constantes modificações dos ecossistemas e da seleção adaptativa. Provas evidentes da existência, no passado, de organismos atualmente extintos são os **fósseis**.

Quanto à ação humana contribuindo para a extinção de espécies, merecem ênfase o desmatamento e a caça indiscriminada e criminosa de diversos animais, principalmente daqueles que já encontram grande resistência do meio e apresentam baixo potencial biótico. Baleias e peixe-boi (Fig. 6.3) são exemplos de animais que vivem diante desses problemas.

A ação educativa faz-se necessária, aliada à ação fiscalizadora e punitiva. Não se pode permitir que o número de representantes de uma espécie atinja seu limiar, abaixo do qual não há mais poder de recuperação, e a espécie se extinga. Esse número mínimo de representantes varia de uma espécie para outra, pois depende de diferentes fatores, sempre relacionados com a resistência do meio, o potencial biótico e a variabilidade genética dentro da população.

As principais medidas legais de ordem geral que visam à proteção dos animais proíbem sua captura, pesca ou caça em época de reprodução, sua exportação e, em alguns casos, a caça em qualquer época. Um exemplo típico em relação à época de reprodução é a proibição legal da pesca durante a piracema, período em que os peixes sobem os rios para se reproduzir. A preservação dos habitats também é essencial para proteger suas espécies de modo geral, incluindo as mais ameaçadas de extinção.



^ **Figura 6.3.** Fotografia de um dos tanques de água do mar (oceanários) da base do Projeto Peixe-boi, na ilha de Itamaracá (PE). Eles foram construídos entre 1991 e 2000 e são uma das principais atrações do estado. Esse projeto visa à preservação da espécie. Um peixe-boi mede cerca de 2 m de comprimento.

Figura 43: Página 169 de L2

Mas há uma imensidão ainda a ser desbravada. [...]

A maior parte da Amazônia ainda é território inexplorado pela ciência. Estima-se que até 70% das coletas feitas sobre biodiversidade na região estão restritas aos entornos de Manaus e Belém — onde estão o INPA, o Museu Goeldi e as principais universidades da região. Diante do tamanho e da heterogeneidade da Amazônia, é o mesmo que observar a região por um buraco de fechadura. Faltam respostas para perguntas básicas: quantas espécies existem na região? Como elas estão distribuídas? Qual o papel de cada uma na natureza? Ninguém sabe dizer ao certo. A maior biodiversidade do planeta é também a mais desconhecida.

Organismos menores e altamente diversos, como os invertebrados (que constituem 95% das espécies animais do planeta), não têm nem estimativas. [...]



◀ A *Morpho menelaus* é uma borboleta que vive em áreas florestais da América Central e da América do Sul. Ela mede cerca de 15 cm de envergadura.

Não se trata apenas de saciar uma curiosidade científica. A falta de informações é uma ameaça direta à conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais prestados por ela. “Como é que vamos entender o funcionamento de um ecossistema

se nem conhecemos as espécies que fazem parte dele?”, pergunta o zoólogo Miguel Trefaut Rodrigues, da Universidade de São Paulo (USP).

O planejamento de obras e a definição de áreas para conservação, por exemplo, dependem diretamente desse conhecimento. [...]

A última Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira calculou o número de espécies conhecidas no Brasil entre 168 mil e 212 mil — uma diferença de 44 mil. Prever o número real de espécies (incluindo as desconhecidas) é ainda mais difícil. (...) Baseando-se no ritmo atual, com uma média de 700 novas espécies descritas por ano, serão necessários 1 200 anos até que seja conhecida toda a biodiversidade brasileira — incluindo a da Amazônia.

A lista oficial da fauna ameaçada do Brasil inclui 58 espécies da Amazônia — 9% do total. É pouco, se for levado em conta que muitas espécies provavelmente estão ameaçadas ou já foram extintas sem que os cientistas tenham tido chance de conhecê-las. [...]

ESCOBAR, Herton.
O maior bioma do mundo.
O Estado de S. Paulo,
25 nov. 2007.

O macaco-barrigudo (*Lagothrix lagotricha*) está em risco de extinção. Ele mede cerca de 50 cm de comprimento, sem considerar a cauda. ▶



- Faça uma pesquisa para obter mais informações e maiores detalhes sobre os temas apresentados aqui. Com base nas informações descritas em sua pesquisa, discuta com seus colegas a questão do desmatamento e das espécies em risco de extinção. Estruturem um trabalho de divulgação na escola usando cartazes, blogs ou redes sociais, a fim de explicar a importância da preservação do meio, tomando a Floresta Amazônica como exemplo. Pense no que um ecossistema muito diversificado pode oferecer: matérias-primas, inclusive para a produção de fármacos, materiais genéticos e outros que puder reconhecer.

Seria interessante levantar a questão do uso da terra pelo ser humano estendendo o assunto para o bioma em que o estudante está inserido. Professor(a), o desmatamento é tratado no volume 1 desta coleção. Se possível, seria adequado resgatar o que foi visto naquela oportunidade. Veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.



Retomando

Agora que você aprendeu sobre a origem, a evolução e as características gerais dos animais, retome suas respostas às questões do **Pense nisso** e reavalié-as. Que critérios você julga importantes para classificar os animais? Justifique suas escolhas e então compare-as com os caracteres exibidos no primeiro cladograma deste capítulo.

Figura 44: Página 280 de L3

Antes de finalizar este capítulo, vamos reproduzir um trecho adaptado do *Livro da vida*, de Stephen Jay Gould (1941-2002):

“A humanidade ofereceu um novo campo de ação para a evolução. Nosso poder não termina quando morremos, mas sobrevive em nossa arte, ciência e tecnologia. A seleção natural não pode reduzir o conhecimento eliminando os indivíduos que o possuem. Conhecimentos que promovem a vida e que a destroem, o melhor e o pior do que sabemos, ficam registrados para sempre. Nós conseguimos encolher o mundo a algumas horas de voo, anexar terras, destruir ou dominar outras espécies, alterar a atmosfera e os oceanos. Nossos planos e decisões vão além de nós e quanto mais abrangentes eles forem, mais difícil reparar os danos.”

Colocando em foco

ARARA-AZUL - AS PESQUISAS PARA SALVAR DA EXTINÇÃO A MAIOR ESPÉCIE DE ARARA

Para ilustrar trechos do que destacamos do livro de Stephen Jay Gould, em especial no que tange à nossa responsabilidade quanto aos planos e às decisões, leia o texto a seguir e reflita a respeito do assunto.

A arara-azul do Pantanal (*Anodorhynchus hyacinthinus*), o maior representante da família dos psitacídeos, que agrupa também os papagaios e as maritacas, esteve muito perto de desaparecer para sempre da natureza.

Com 1 metro de comprimento e uma bela plumagem azul, os indivíduos dessa espécie sempre foram cobiçados por criadores ilegais de animais silvestres espalhados pelo mundo inteiro. Só na década de 1980 cerca de 10 mil araras-azuis foram contrabandeadas para o exterior, e sua população ficou reduzida a apenas 3 mil animais, distribuídos entre o Pantanal mato-grossense, a Amazônia e uma região na confluência dos estados do Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins e Bahia. Além disso, pouco se sabia sobre a biologia da espécie e seu hábitat vinha sendo sistematicamente ocupado para agricultura e pecuária. O sumiço definitivo da espécie parecia uma questão de tempo. E seria, não fossem os trabalhos do Projeto Arara-azul, iniciado em 1980 pela bióloga Neiva Guedes, com o objetivo de tentar evitar a extinção desse animal (Fig. 12.16). Hoje, graças à atuação do projeto, o número de araras já passa de 3 mil só no Pantanal sul. A captura ilegal para comércio tornou-se rara e boa parte do ciclo de vida e dos hábitos desse animal já foram esclarecidos.

Para chegar a esses resultados animadores, a bióloga vem enfrentando uma árdua rotina de trabalhos de campo. Todos os anos ela vai ao Pantanal durante o período de reprodução da espécie, que se estende entre julho e março. Monitora cerca de 420 ninhos cadastrados em uma área de 350 mil hectares.

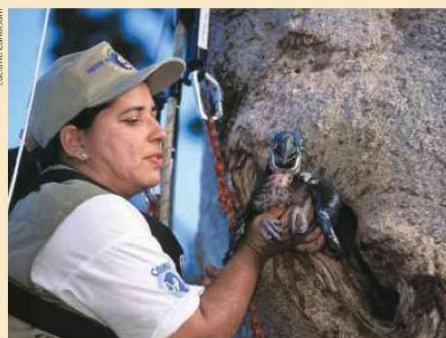


Figura 12.16. Fotografia da bióloga Neiva Guedes segurando um filhote de arara-azul recém-tirado de seu ninho.

As araras-azuis são rigorosas na escolha do local para a instalação do ninho (Fig. 12.17). Cerca de 95% de seus ninhos são construídos em cavidades naturais existentes em troncos de manduvi (*Sterculia apetala*), uma árvore alta típica do Pantanal. A única maneira de alcançá-los para estudar é escalando a árvore com equipamento de alpinismo. Dezenas de ninhos precisam ser vistoriados diariamente para que todos sejam acompanhados durante os meses da reprodução.



Figura 12.17. Fotografia de filhote de arara-azul no ninho. Pode medir até 1 m de comprimento (o adulto).

Nos livros didáticos, os processos de seleção natural e seleção artificial são explanados em meios a experimentos que foram realizados com animais, expondo associações do espaço evolutivo com o espaço experiencial. Na medida em que foi possível produzir evidências sobre a atuação da seleção natural a partir de um peixe de aquário, também se tornou viável a “seleção de indivíduos, para a reprodução, que tenham características consideradas vantajosas para um determinado propósito humano” (L3, p. 247), demonstrando diferentes raças de cães como exemplos do resultado da seleção artificial nos animais.

A sistemática filogenética também aproxima essa espacialidade do contexto periculoso. A correta compreensão e organização dos seres vivos em seus agrupamentos parentais possibilita que, para espécies peçonhentas próximas filogeneticamente, utilizemos o mesmo soro em casos de acidentes, já que essas espécies são aparentadas e podem compartilhar determinadas características. Dessa maneira, podemos pensar que os livros didáticos além de evidenciarem os conhecimentos acerca da classificação biológica dos animais, também mostra sua aplicação no cotidiano e na vida humana, denotando a importância dos conhecimentos evolutivos sancionados diante da comunidade discursiva.

Em meio aos processos dinâmicos de surgimento e perda de espécies, a extinção aparece com frequência na abordagem sobre os animais nos livros didáticos. Por um lado, a mesma pode ser percebida como um “processo natural” da história de vida de uma espécie. Por outro, a “ação antrópica” reescreve essa dinâmica da extinção ao ocasionar desequilíbrios ecológicos – associando-se com o espaço ecológico – e a diminuição de indivíduos – numa interface com o espaço quantitativo- cada vez mais acelerada.

Essa “ação antrópica”, em comunhão com os conhecimentos ecológicos e a identificação de espécies, possibilita também o delineamento de projetos de conservação de animais em risco de extinção. No entanto, cabe ponderar que esse “risco” de se extinguir parece não se deslocar apenas para o desaparecimento do derradeiro indivíduo de uma espécie, mas também, diante dessa espacialidade evolutiva, os animais em risco de extinção são confinados como a possível perda de “biodiversidade” e de todos os “valores” que a permeiam.

4.7 Espaço popular

Reunimos enunciados sobre aspectos da “cultura popular”, “mitos”, “crendices”, “senso comum” e “conhecimentos tradicionais” relacionados aos animais para pensar a produção dessa espacialidade. Sabe-se que a expressão “senso comum” assumiu diferentes sentidos ao longo do tempo, ora sendo “tomada como a base de nossos julgamentos racionais, ora (principalmente da metade do século XIX até o século XX) vista, sobretudo, como a matriz de opiniões equivocadas que constituem um obstáculo ao pensamento científico” (PATY, 2003, p.11).

Essa fricção do “senso comum” com o “raciocínio científico” também pode ser pensada com relação aos insetos (A05), na medida em que a “definição popular” se contrasta com a “categorização acadêmica”. No primeiro caso, o “termo” inseto é “utilizado de forma ampla para designar diferentes animais além dos artrópodes, tem-se a inclusão de organismos não sistematicamente relacionados com a classe Insecta, tais como mamíferos, répteis, anfíbios, moluscos, aracnídeos, entre outros” (A05, p.512). Já do ponto de vista acadêmico, “a palavra está bem resolvida e nesse contexto apenas os insetos “reais” e artrópodes correlatos são estudados” (ibid.).

Nas práticas com cupins, é reiterada a ideia de que “o senso comum julga os insetos como organismos nojentos, perigosos, repugnantes e inúteis” (A11, p.55), muito por não abarcar conhecimentos ecológicos que evidenciam a contribuição desses animais para os ecossistemas. Com os anfíbios (A06, p. 40) não é muito diferente, “constata-se que alguns grupos percebem os anfíbios como seres nojentos, inúteis e que não possuem serventia alguma”, devido “às crenças e aos pensamentos errôneos e equivocados que são transmitidos pelo senso comum”. De certa forma, percebemos que os sentimentos de “nojo” e “perigo” voltam a aparecer aqui, intercomunicando os espaços periculoso e popular.

Em relação aos morcegos (A08, p. 09), suas imagens estariam associadas aos vampiros e ao “mau agouro, devido a muitos anos de falta de informação e uma cultura errônea devido a um histórico fantasioso e repleto de crendices”. Aposta-se numa “estratégia didático-pedagógica que ensine de forma verdadeira a importância e necessidade de conservação desse grupo animal”, que sofre “em razão da desinformação, folclore e o mito”.

As “superstições” podem inclinar esses animais para outro âmbito nesse confinamento popular. Dizeres como “se você corta o rabo de uma lagartixa, terá sete anos de azar” e “matar calango traz azar”, relacionam esses animais a eventos de azar e maus presságios (A13). No

entanto, esse azar é obtido “como consequência de maus-tratos aos lagartos, o que configura uma perspectiva positiva no âmbito da conservação biológica, uma vez que induz a redução das taxas de mortalidade destes animais por humanos” (A13, p. 141).

[...] os répteis são, reconhecidamente, criaturas incitadoras do imaginário popular, estando associados a características sobrenaturais, sagradas e mágicas de diferentes povos e em diferentes épocas, por todo o mundo (CASAS ANDREU, 2000). Na África, os crocodilos (por exemplo, Deus-crocodilo Sobek) já foram cultuados (HART, 2005), as tartarugas (por exemplo, Ninfa Quelone) figuraram na mitologia clássica grega (FRANCHINI; SEGANFREDO, 2007), e a cultura asiática (por exemplo, Deus-Shiva) sempre rendeu homenagens às serpentes (THAPAR, 2006) (A13, p. 134).

Assim, podemos pensar que em certa medida o “senso comum” pode desorganizar a compreensão evolutiva e a classificação filogenética dos animais, incluindo e retirando diversas espécies das categorias taxonômicas. Nesse caso, a dinâmica das práticas pedagógicas tornaria possível o “avanço” desse “senso comum” para um “saber científico”. Esse “avanço” pode ser pensado em meio à alquimia dos animais, que produz os conhecimentos zoológicos escolares legitimados diante dos saberes de referência, ao passo que subjetiva os humanos que aprendem com os mesmos, forjando o “raciocínio científico” esperado por essas práticas.

Por outro lado, “as concepções populares acerca dos répteis podem contribuir, particularmente no âmbito educacional, para a compreensão do processo de construção do conhecimento sobre estes animais” (A13, p. 134), podendo as “superstições” e o “imaginário popular” favorecerem o “aprendizado” dos alunos. Isso, pois entendemos que esse “saber popular” pode assumir um sentido de “conhecimento prévio” que os estudantes carregam para a escola, e que o mesmo se torna alvo de perspectivas psicológicas, como a aprendizagem significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980), que “possibilita que o estudante estabeleça relações entre o que já sabe (os chamados conhecimentos prévios presentes em sua estrutura cognitiva) e os conceitos a serem aprendidos” (L1, p. 292).

Figura 45: Página 146 de L1

1. Introdução

Será que a Terra sempre foi como nós a conhecemos hoje? Como se originaram os primeiros seres vivos e como teriam esses seres evoluído e gerado a imensa diversidade de formas vivas que habitam hoje o nosso planeta? Desde a Antiguidade, essas questões preocupam o ser humano, mas respondê-las não é simples, pois não é possível retroceder no tempo e ver como a vida se originou e evoluiu.

Entretanto, é possível pautar nossos conhecimentos em evidências geológicas, químicas, físicas e biológicas, observadas e baseadas em fatos, para tentar

propor hipóteses sobre a origem da vida. A Astrobiologia, uma área crescente dentro das ciências, investiga a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida no Universo. É um campo de estudos interdisciplinar que, além das ciências já citadas, emprega ferramentas matemáticas e computacionais para tratamento dos dados e elaboração de modelos.

Neste capítulo, vamos ver como os cientistas, ao longo da história, interpretam evidências, no anseio de compreender a origem e a evolução dos seres vivos. *Professor(a), estimule os estudantes a retomar o que já foi visto a respeito de metodologia científica, pois isso vai ajudá-los a acompanhar toda a unidade 2.*

2. A origem dos seres vivos

Em textos literários antigos, encontramos citações sobre a origem de sapos a partir da lama. Essa noção, de que os seres vivos surgem a partir da matéria inanimada (elementos não vivos), perdurou desde a Antiguidade até o século XIX e ficou conhecida como **teoria da geração espontânea** ou **abiogênese** (do grego: *a* = prefixo de negação; *bio* = vida; *gênesis* = origem).

Uma longa discussão entre diversos pesquisadores ocorreu nesse período, até que a **teoria da biogênese** fosse aceita. Segundo essa teoria, um ser vivo só surge de outro ser vivo preexistente.


Vamos abordar essa longa discussão de modo resumido, citando apenas alguns dos trabalhos e pesquisadores envolvidos. Sempre que se analisa uma longa discussão histórica, deve-se ter em mente que a ciência não evoluiu de forma linear e que são citados apenas alguns dos fatos que ocorreram na época. Em geral, os pesquisadores baseiam-se em uma série de observa-

ções da natureza, de avanços teóricos e conceituais da ciência, além do trabalho de outros pesquisadores. Assim, ao fazermos a síntese de uma história científica com mais de 2 mil anos de duração, tratando de apenas alguns experimentos e pesquisadores, não pretendemos que você tenha uma ideia equivocada do que ocorreu nesse período, pensando que somente essas pessoas estão envolvidas.

Aristóteles, um importante filósofo grego que viveu de 384 a.C. a 322 a.C. e cujas ideias influenciaram diversas áreas do conhecimento, estudou detalhadamente a anatomia e o processo de reprodução sexual de vários animais, mas aceitava a geração espontânea para seres cujo processo de reprodução desconhecia.

De Aristóteles até o fim do século XIX vários estudos foram feitos, mas vamos citar apenas os realizados por Francesco Redi em 1668, John T. Needham em 1745, Lazzaro Spallanzani em 1770 e Pasteur em 1860.

2.1. Biogênese versus abiogênese

 **Despertando ideias**

“Bicho da goiaba, goiaba é!”

Essa frase faz parte da cultura popular. Será que tem algum fundamento científico?


Suponha que você, ao comer uma goiaba que apresentava uma casca aparentemente intacta, encontre uma larva branca dentro do fruto. Esse é o bicho da goiaba.

Dê duas versões que expliquem a presença da larva dentro do fruto: uma de acordo com a ideia de geração espontânea e outra de acordo com a atual teoria da biogênese. Você pode recorrer a outras fontes de consulta para descobrir mais a respeito dos “bichos da goiaba”.

Proponha um experimento que possa testar suas explicações e descreva os possíveis resultados.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

REGISTRE
NO CADERNO



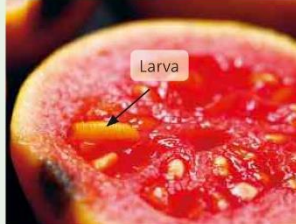


Figura 7.2. Fotografia de goiaba com larva, popularmente chamada de “bicho da goiaba”. Comprimento máximo da larva: 12 mm.

Figura 46: Página 337 de L1

Quando se fala em história da ciência, sempre são lembrados alguns dos episódios mais marcantes, como o que é descrito no texto “Uma injustiça histórica” (p. 159). As ideias de Wegener, hoje aceitas e complementadas com conhecimentos mais recentes, foram ridicularizadas por seus colegas da época. Acharmos relevante comentar isso com os estudantes, para que percebam que uma ideia que é apresentada e rejeitada por uma comunidade científica não necessariamente está errada. Ela precisa ser testada mais vezes para ser corroborada ou realmente descartada.

■ Orientações sobre os boxes Despertando ideias

p. 146 – “Bicho da goiaba, goiaba é!”

A partir de um ditado popular, pretende-se estimular os estudantes a levantar hipóteses, tomando por base dois paradigmas distintos: o da abiogênese e o da biogênese. Com base nesses paradigmas, eles devem elaborar propostas de experimentos para testar hipóteses, antes mesmo de tomar conhecimento dos experimentos realizados historicamente sobre o assunto. A intenção é levá-los a entender que paradigmas interferem nas hipóteses que são levantadas. Pretende-se, também, reforçar a metodologia científica a partir do problema levantado. Seria interessante uma discussão na classe sobre os experimentos propostos pelos estudantes.

p. 156 – Por que tantas membranas internas?

Antes de prosseguir com o tema evolução da célula eucariótica, procura-se instigar os estudantes a pensar sobre a questão proposta, usando ferramentas matemáticas. Pretende-se que eles concluam que, quanto maior a área, menor a relação entre área superficial e volume, pois o aumento de volume de um corpo é proporcionalmente maior que o aumento de sua superfície. A área aumenta com o quadrado da dimensão e o volume aumenta com o cubo. Em termos evolutivos, os sistemas que permaneceram por seleção natural foram os que propiciaram adequada relação superfície-volume em relação aos processos de troca célula/meio. Entender essa relação é fundamental para se falar em evolução das células eucarióticas, que são maiores e mais volumosas que as procarióticas (na imensa maioria dos casos) e que mantêm adequada área de troca com o meio em função do surgimento de dobramentos da membrana formando as organelas membranosas (exceto mitocôndria e cloroplasto, que serão analisadas depois, quando abordarmos endossimbiose).

Respostas das questões:

1. Incentive os estudantes a montar uma tabela para a apresentação desses dados.

Veja a sugestão a seguir:

	Área	Volume	Relação A/V
Cubo 1 (aresta = 1 cm)	6 cm ²	1 cm ³	6/1 = 6:1
Cubo 2 (aresta = 2 cm)	24 cm ²	8 cm ³	24/8 = 3:1
Cubo 3 (aresta = 3 cm)	54 cm ²	27 cm ³	54/27 = 2:1

2. A área superficial não aumenta na mesma proporção que o volume. O aumento da área superficial gera cubos com menor relação entre área superficial/volume.
3. Considerando que os materiais necessários para as reações biológicas intracelulares devem entrar na célula e sair dela passando através da membrana plasmática que reveste toda a superfície celular, e considerando que muitas reações importantes ocorrem associadas às membranas, o aumento no volume celular requer aumento na superfície das membranas.

As células procarióticas apresentam área superficial adequada em relação ao volume. Já as células eucarióticas mantêm essa relação graças a um aumento suplementar da área superficial decorrente de elaboradas invaginações e evaginações de sua membrana, originando as diferentes estruturas membranosas do citoplasma, com exceção das mitocôndrias e dos cloroplastos.

■ Orientações e sugestões de respostas das atividades

p. 162 – Tema para discussão

Por que os dinossauros foram extintos?

Esse é um assunto que sempre desperta muito a atenção dos estudantes e das pessoas em geral. Optamos por destacá-lo, pois ele permite explorar diferentes temas, por exemplo: as hipóteses mudam ao longo do tempo; por mais que se estude, ainda não temos todas as respostas para todas as perguntas; a ciência é dinâmica; nosso planeta é dinâmico. Das várias possibilidades de trabalho com o tema, sugerimos a você fazer uma integração com Geografia e explorar o uso de mapas, relacionando com a teoria de tectônica de placas, sempre lembrando que se trata de uma narrativa histórica. Os estudantes poderão comparar o local onde caiu o cometa no Cretáceo com a localização da cratera nos dias de hoje. Em função da movimentação das placas litosféricas, essa cratera não se encontra mais nas mesmas coordenadas do período da queda.

Veja as figuras a seguir, mostrando mapas-múndi atual e do Cretáceo (provável):

Figura 47: Página 234 de L2



Colocando em foco

TOXINAS NA PELE DE ANFÍBIOS

Uma grande variedade de substâncias farmacologicamente ativas foi encontrada no tegumento dos Amphibia. Algumas dessas substâncias são extremamente tóxicas e outras são menos tóxicas, mas ainda capazes de produzir sensações desagradáveis quando o predador morde o anfíbio. [...]

Alcaloides cutâneos são abundantes e diversificados entre os sapos-veneno-de-flecha, da família Dendrobatidae, dos trópicos do Novo Mundo. A maioria desses anuros tem cores vivas e se locomove na superfície do solo durante o dia, sem tentar se esconder. [...]

O nome “sapo-veneno-de-flecha” indica o uso, pelos índios sul-americanos, das toxinas de alguns desses anuros para envenenar a ponta dos dardos de zarabatana utilizados na caça. Esse uso dos sapos parece estar limitado a três espécies de *Phylllobates* que ocorrem no oeste da Colômbia, embora os venenos vegetais, como o curare, sejam usados para envenenar os dardos de zarabatana em outras partes da América do Sul. [...]

POUGH, F. H. et al. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 255-257.

7.1. Diversidade de anfíbios

Vamos agora comentar brevemente cada uma das ordens de anfíbios: Gymnophiona, Urodela e Anura, cujas prováveis relações filogenéticas estão resumidas no cladograma representado na figura 12.39.

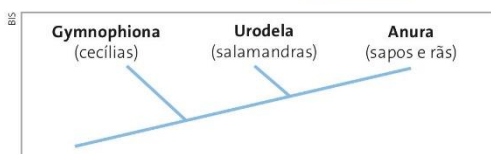


Figura 12.39. Cladograma mostrando as prováveis relações filogenéticas entre as ordens de anfíbios atuais.

Ordem Gymnophiona

Os anfíbios desse grupo têm corpo alongado, vermiforme e são **ápodes**, isto é, sem pernas. Vivem enterrados ou em ambientes aquáticos de regiões tropicais. São chamados boiacicas, cecílias ou, ainda, cobras-cegas (Fig. 12.40), por terem olhos vestigiais, às vezes recobertos por uma membrana.



A fecundação é interna: o macho tem um órgão copulador que é introduzido na cloaca da fêmea.

As fêmeas de algumas espécies depositam ovos, protegendo-os até sua eclosão. Surgem larvas, com brânquias, que sofrem metamorfose e dão origem aos adultos. Em muitos casos, o embrião se desenvolve dentro do oviduto da fêmea, e o indivíduo já nasce formado.

Ordem Urodela

A ordem Urodela (*uros* = cauda) está representada pelas salamandras, anfíbios de corpo alongado, com quatro membros usados na locomoção e cauda.

Algumas espécies de salamandra retêm características das larvas no adulto, vivendo toda a vida no ambiente aquático e respirando por brânquias externas. É o caso, por exemplo, do axolotle (Fig. 12.41) e do neotruco.



Figura 12.41. Fotografia de axolotle. As estruturas avermelhadas na lateral da cabeça são as brânquias externas. Mede cerca de 30 cm de comprimento.

Figura 12.40. Fotografia de cecília, cobra-cega ou boiacica, anfíbio que se alimenta de insetos e minhocas e é predado por serpentes. O animal da fotografia mede cerca de 30 cm de comprimento.

Se por vezes os insetos assumem sentidos “negativos”, a sua participação “significativa e insistentemente da vida sociocultural da maioria dos grupos étnicos” (A05, p.511) também escreve esse confinamento. A relação entre as partes é “estabelecida das mais diversas formas, a depender das variáveis culturais envolvidas em cada realidade” (ibid.). No caso dos anfíbios, povos tradicionais como os indígenas das florestas tropicais da América Central e da América do Sul, possibilitaram o conhecimento sobre toxinas na pele desses animais a partir dos seus modos de vida compartilhados, “favorecendo” à ciência a compreensão acerca da variedade de substâncias farmacologicamente ativas encontradas em anuros.

Por fim, também observado nos livros didáticos, os “ditos populares” sobre animais podem atuar como disposições que moralizam as crianças. Com o dizer “bicho da goiaba, goiaba é”, pretende-se “estimular” os estudantes a levantar hipóteses, reforçando o exercício da “metodologia científica” a partir do problema levantado. Dessa maneira, ainda que o “popular” esteja em tensão com o “científico” em inúmeras situações, inclusive na pedagógica, diante desse confinamento, os animais possibilitam o deslocamento de compreensões populares para a subjetivação dos humanos que aprendem com os mesmos.

4.8 Espaço econômico

Enunciados sobre os animais e seu “valor comercial”, sua relação com a “produção industrial” e como “benefício ou malefício agrícola” arquitetam essa espacialidade. Diante da dinâmica de confinamento, os animais que habitam o espaço ecológico como uma “fauna brasileira”, rica por diversidade, aqui são encerrados em sua riqueza monetária. Nesse passo, aparecem com um sentido de “retorno econômico” para a nação e fornecendo produtos de “valor comercial”.

Assim, pode-se pensar numa relação entre esses modos de confinamento – ecológico e econômico – na qual os animais são encerrados em suas “contribuições ecológicas” que ora propiciam “equilíbrio ecológico”, ora possibilitam a “produção de muitas colheitas agrícolas, incluindo a maioria das frutas de pomares, as plantas forrageiras e muitas verduras; além de serem decompositores e fornecerem para o homem seda, mel, cera e outros produtos de valor comercial” (A18, p. 01).

Os animais confinados no espaço perigoso são “valorizados” ao terem seus “atributos econômicos” evidenciados. Na busca pela “formação de cidadãos críticos e conscientes” (A16,

p. 89), as práticas dinamizadas pelo ensino por projetos sobre aranhas oportunizaram “mostrar às crianças que as aranhas têm importância médico-econômica, na produção de fármacos e fibras super resistentes inspiradas na teia” (A16, p. 100). Diante de outros aspectos que caminham ao encontro dessa “valorização” de alguns animais devido as suas contribuições econômicas, está também o “benefício agrícola”. Neste caso, são os morcegos insetívoros que “proporcionam grande benefício aos agricultores no controle de pragas agrícolas e contribui significativamente para a redução do uso de venenos químicos utilizados nas plantações” (A08, p. 13).

No entanto, alguns animais “desagradáveis como moscas, baratas, aranhas, ratos, escorpiões, sapos e mosquitos” (A05, p.513) - também confinados no espaço perigoso- ao serem encerrados nesse confinamento econômico, propiciam que os sentimentos de ‘nojo’ e “repulsa” dissolvam-se nos anseios das “indústrias produtoras de praguicidas, que lançam suas campanhas no sentido de combater, indiscriminadamente e cada vez em maior número esses organismos” (A05, p. 513). Assim, o “combate” e o “extermínio” de certos animais também pode ser pensado compondo esse confinamento econômico.

Até mesmo para as plantações, que outrora tinham o controle biológico favorecido pelos morcegos, os animais podem atuar de forma reversa, como “pragas” que destroem vastos sistemas agrícolas. Se os insetos são compreendidos como cruciais polinizadores dos ecossistemas, aqui há espaço também para que sejam percebidos como “responsáveis por provocar sérios danos a plantações agrícolas” (A18, p.01). Através dos seus mais diversos aspectos, é possível pensar também na interação desses animais com o “desenvolvimento psíquico-cognitivo crítico do discente” (A18, p. 15).

Numa análise dos conteúdos sobre a classe Insecta em livros didáticos de Ciências (A18), é indicado que “os aspectos benéficos, quando citados eram interligados com o aspecto econômico, como a produção de mel e seda, portanto **dificultando o desenvolvimento do raciocínio crítico** sobre a exploração sustentável dos insetos e demais benefícios advindos destes seres” (A18, p. 14, grifo nosso). Além disso, ao passo que o “aspecto econômico” pode descontextualizar esses animais nos livros didáticos, é percebido que também pouco colabora com a “**evolução cognitiva** do educando devido ao fato dos exercícios raramente direcionarem a questões que estimulem o **raciocínio** e a **interação** do mesmo com o tema, por muitas vezes desvinculando os insetos de seu cotidiano” (ibid., **grifo nosso**).

Em outro trabalho de análise de livros didáticos, agora dos conteúdos de Zoologia em livros do Ensino Médio, buscou-se observar e analisar os pressupostos utilitaristas presentes nesses livros. Os aspectos econômicos novamente emergem associados à ideia de utilidade dos animais, mas com um sentido “positivo”:

[...] Observou-se primariamente apenas uma categoria sobre os pressupostos utilitaristas recolhidos por meio da metodologia aplicada. Esta seria o ideal utilitarista positivo econômico que os animais trazem para a sociedade. É denotado na literatura como **utilitarismo econômico “positivo”** (SCHWERTNER, 2000; OLIVEIRA et al, 2013, DE AZEVEDO, 2019). Nesta categoria o animal é trazido e referenciado como **utilidade econômica** para a sociedade, diferente do “**Utilitarismo econômico negativo**” o qual é trazido na literatura referenciando os animais sobre o que eles podem **prejudicar nos sistemas econômicos neoliberais**, como **pragas agrícolas e pestes** (A02, p. 597, **grifo nosso**).

Figura 48: Página 177 de L2

Colocando em foco

DIVERSIDADE DE PORÍFEROS

Os poríferos apresentam grande diversidade de formas, com espécies incrustantes, tubulares (Fig. 10.7), em forma de vaso e, até mesmo, perfuradoras de estruturas calcárias. Sua coloração também varia muito, podendo ser amarelada, avermelhada (Fig. 10.8), alaranjada ou de muitas outras cores.



Figura 10.7. Fotografia de esponja tubular. Mede cerca de 20 cm de altura.

A maior parte das esponjas ocorre em águas rasas dos oceanos, mas algumas vivem em águas profundas. Entre estas destacam-se espécies muito diferentes de todas já conhecidas: as esponjas carnívoras (Fig. 10.9). Elas não têm sistema de fluxo de água, mas capturam animais, com tentáculos especializados. Lançam enzimas digestivas sobre as presas, como pequenos crustáceos, que são digeridas e depois absorvidas pelas células das esponjas.

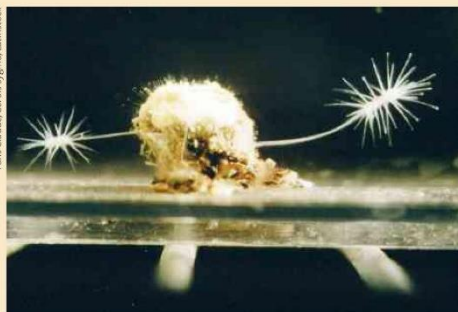


Figura 10.9. Fotografia de esponja carnívora que ocorre em águas marinhas da França. Observe que, nas laterais, estão localizados os tentáculos. No Brasil, uma espécie de esponja carnívora foi encontrada a 4450 m de profundidade, a cerca de 500 km de distância da costa. Mede cerca de 2 cm de diâmetro.



Figura 10.8. Fotografia de esponja do gênero *Tedania*. É comum no litoral brasileiro, desde o Amapá até São Paulo. Mede cerca de 5 cm de altura.

Outro exemplo curioso é o das esponjas-de-vidro (Fig. 10.10). Elas possuem um endoesqueleto formado por espículas silicosas, que se fundem gerando um retículo. Quando suas células morrem, a rede de espículas persiste como um vaso vítreo, característica à qual se deve seu nome. Essas esponjas são muito comuns no Japão e nas Filipinas.

Recentemente foram descobertos importantes compostos químicos com propriedades farmacológicas que são produzidos por esponjas, aumentando o interesse comercial por esse filo animal.

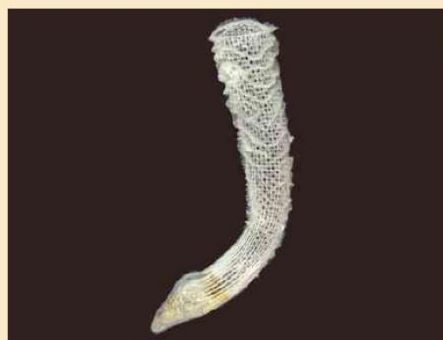


Figura 10.10. Fotografia de esqueleto de esponja-de-vidro, conhecida como vaso de Vênus. Mede cerca de 20 cm de altura.

Figura 49: Página 193 de L2

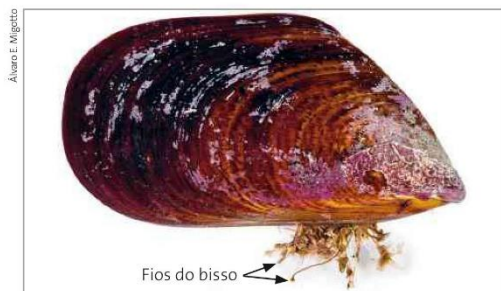


Figura 10.51. Fotografia de *Perna perna*, mexilhão comum nos costões rochosos do litoral brasileiro, com destaque para os fios do bisso. Esse bivalve mede cerca de 5 cm de comprimento.

O alimento selecionado é conduzido até a boca, por cílios especiais das brânquias, e é ingerido.

Entre os bivalves existem representantes de sexos separados e representantes hermafroditas; a fecundação pode ser externa ou interna, e a fase larval geralmente ocorre no plâncton.

A importância ecológica dos bivalves é muito grande. Além do papel que exercem nas cadeias alimentares, eles podem atuar como bioindicadores da qualidade da água, pois são animais filtradores e capazes de concentrar toxinas e poluentes presentes nela. Como muitos bivalves são apreciados na alimentação humana, é fundamental saber de onde foram coletados, pois podem estar contaminados.

Colocando em foco

PRODUÇÃO DE PÉROLAS

Sob o ponto de vista econômico, os bivalves também são muito importantes. Além da utilização na alimentação humana, certos bivalves produzem pérolas de valor comercial: são as chamadas **ostras perlíferas**. Esses animais vivem fixos ao substrato e possuem a camada interna da concha formada por um **nácar** ou **madrepérola** brilhante, espesso e muito resistente ao desgaste. Esse nácar pode ser empregado como matéria-prima para fabricação de botões e adornos, o que ocorreu especialmente no passado.

As pérolas **naturais** começam a se formar quando grãos de areia ou vermes penetram acidentalmente entre o manto e a concha desses animais. Como mecanismo de defesa, o bivalve cobre o elemento estranho com sucessivas camadas de nácar secretadas pelo manto, procurando isolar o intruso. A formação da pérola é, portanto, um mecanismo natural de defesa desses animais contra a penetração de elementos estranhos em seu corpo. Na maioria das vezes, as pérolas naturais se formam incrustadas na camada de nácar da concha (Fig. 10.52); raramente a pérola fica embutida nos tecidos do animal.

As pérolas **cultivadas** são produzidas segundo o mesmo princípio, porém o acaso é substituído pela intervenção humana: remove-se um fragmento do manto de uma ostra perlífera jovem e, com ele, envolve-se uma pequena esfera de nácar denominada núcleo. Esse pequeno “pacote” é inserido entre o manto e a concha de ostras perlíferas, iniciando o processo de recobrimento do núcleo com camadas de nácar. A forma da pérola dependerá da forma do núcleo inicial.

As principais ostras perlíferas ocorrem no Indo-Pacífico e estão representadas pelas espécies *Pinctada maxima* e *Pinctada margaritifera*. No Brasil, as espécies de *Pteria* e de *Pinctada* têm camada nacarada pouco espessa, não formando pérolas de valor comercial.



Figura 10.52. Observe três pérolas formadas na camada de nácar da concha deste bivalve do gênero *Pinctada*. A concha da fotografia mede cerca de 10 cm.

Figura 50: Página 195 de L2

O clitelo corresponde a uma série de segmentos do corpo em que a epiderme é espessada, rica em glândulas. Secretam o muco, importante na cópula, a albumina, importante na nutrição dos embriões, e o casulo, onde os ovos e a albumina são depositados. Os zigotos se desenvolvem dentro do casulo e dele emergem os jovens. O desenvolvimento é, portanto, direto. No clitelo, abre-se o poro genital feminino.

Os Clitellata são hermafroditas e apresentam fecundação cruzada mútua. Não têm parapódios, e as cerdas são em número reduzido ou ausentes.

Os dois grupos de Clitellata são: **Oligochaeta** e **Hirudinoidea**.

Oligochaeta

Os **oligoquetos** receberam esse nome por terem poucas cerdas no corpo (*oligo* = poucos; *chaeta* = cerdas), em contraposição aos poliquetos (*poli* = muitos), que apresentam muitas cerdas.

Muitos dos oligoquetos vivem enterrados em solos úmidos. Outros vivem em ambiente de água doce, como o *Tubifex*, um gênero com representantes resistentes à poluição orgânica. Existem também algumas poucas espécies marinhas. Os oligoquetos não apresentam olhos, com exceção de algumas formas aquáticas, cujos olhos são reduzidos.

Encontramos desde oligoquetos muito pequenos, com cerca de 1 mm de comprimento, até muito grandes, como o minhocaçu (*Rhinodrilus fafneri*), que chega a ter 2 m de comprimento e 2,5 cm de diâmetro. Essa espécie de minhoca gigante ocorre no Brasil e está ameaçada de extinção.

As minhocas que vivem em galerias dentro de solos úmidos são geralmente detritívoras. Elas ingerem o próprio solo e aproveitam a parte orgânica para sua nutrição. À medida que a minhoca vai se alimentando, as galerias no solo vão se estendendo.

O comportamento dessas minhocas é reconhecido há milênios como importante para a atividade agrícola.

Ao ingerir e digerir detritos orgânicos, as minhocas quebram as partículas orgânicas do solo em outras menores, que são liberadas nas fezes. Desse modo, facilitam a ação de bactérias e fungos decompositores presentes no solo, acelerando o processo de decomposição. Sem a atividade das minhocas, a transformação dos compostos no solo seria bastante lenta e haveria perda de nutrientes. As fezes das minhocas contribuem para a formação do **húmus**, importante na fertilização do solo.

O deslocamento das minhocas no solo promove um impacto físico positivo: as minhocas retiram partículas de certa profundidade e liberam as fezes na superfície, junto à abertura da galeria. Promovem, assim, movimentação das partículas do solo. As galerias contribuem também para o arejamento do solo e a penetração da água, diminuindo a perda por escoamento superficial.

O húmus de minhoca pode ser utilizado em paisagismo, floricultura, fruticultura, horticultura, viveiro de mudas e agricultura em geral, além de auxiliar na revitalização de terras exauridas por culturas sucessivas.

A minhoca, como todo Clitellata, é hermafrodita. Assim, em um mesmo indivíduo há o sistema reprodutor masculino e o feminino. Acompanhe na figura 10.57 como ocorre a reprodução com fecundação cruzada mútua.

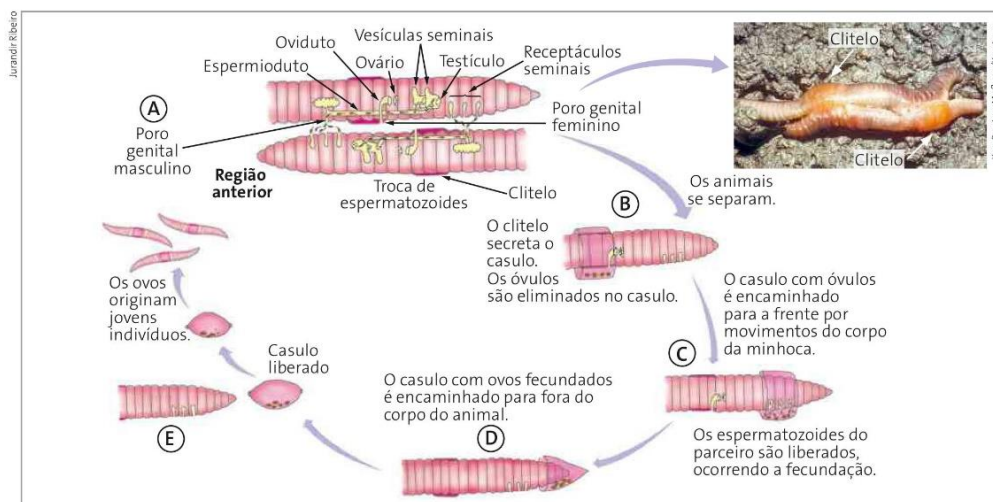


Figura 10.57. Esquema de reprodução em minhocas. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.) No detalhe, fotografia de minhocas no momento do acasalamento.

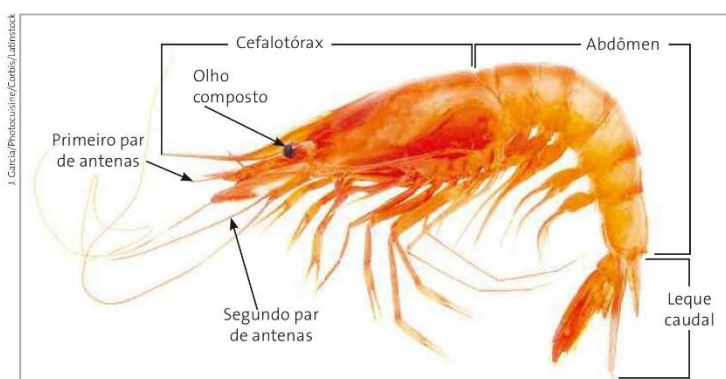
Figura 51: Página 206 de L2

O corpo dos crustáceos pode estar dividido em cabeça, tórax e abdômen, ou em cefalotórax e abdômen (Fig. 11.16). Na cabeça estão presentes, além dos dois pares de antenas, dois **olhos compostos** formados por várias unidades chamadas **omátídeos**, geralmente pedunculados. Ao redor da boca há um par de mandíbulas e outros apêndices acessórios utilizados na obtenção de alimento.

As pernas dos crustáceos partem do cefalotórax, como ocorre nos siris e caranguejos, ou do cefalotórax e do abdômen, como ocorre nos camarões.

A maioria dos crustáceos é de sexos separados, embora existam espécies hermafroditas, como é o caso das cracas. Mesmo nas hermafroditas, a fecundação é cruzada, envolvendo copulação.

Em geral, as fêmeas de crustáceos incubam seus ovos ou entre apêndices do corpo (lagostas e caranguejos), ou em sacos ovíferos (copépodes). Na maioria dos casos, o desenvolvimento é indireto, podendo existir mais de um tipo de larva no mesmo ciclo de vida, mas há espécies (lagostim, tatu-bola) em que o desenvolvimento é direto.



◀ **Figura 11.16.** Fotografia de camarão com suas estruturas indicadas. Mede cerca de 8 cm de comprimento.

Colocando em foco

SIRI OU CARANGUEJO? MACHO OU FÊMEA?

Caranguejos e siris são muito importantes como fonte alternativa de alimento e renda em muitos lugares do Brasil.

Os siris diferenciam-se dos caranguejos por apresentarem cefalotórax achatado, geralmente amplo, e o último par de pernas com a extremidade achatada, em forma de remo, adaptado ao nado. Já os caranguejos possuem cefalotórax mais robusto e o último par de pernas semelhante aos demais, sem adaptação para nadar. Veja a foto do caranguejo-fantasma, na página anterior (Fig. 11.13).

A seguir são apresentados dois siris em vista ventral, para que se possa diferenciar o macho (Fig. 11.17) da fêmea (Fig. 11.18). Nesses animais, o abdômen fica dobrado na superfície ventral do cefalotórax.



^ **Figura 11.17.** Fotografia de siri macho em vista ventral: observe o abdômen estreito, indicado pela seta. A carapaça mede cerca de 8 cm de largura.



^ **Figura 11.18.** Fotografia de siri fêmea em vista ventral: observe o abdômen amplo, indicado pela seta. A carapaça mede cerca de 8 cm de largura.

As esponjas aparecem com seu “potencial econômico” tanto nos livros didáticos como nas produções acadêmicas dessa comunidade discursiva. A “manufatura ficou bem nítida ao observar a relação da estrutura corpórea de esponjas do mar com a finalidade de produto para o banho” (A02, p. 598). Além disso, seus compostos bioativos também são de “interesse da indústria bioquímica e farmacológica, em razão de sua ação antifúngica, antiviral e antibacteriana” (A14, p.196).

Os bivalves, que ofertam valiosas pérolas, também habitam esse espaço discursivo. A partir da análise comparativa do conteúdo do Filo Mollusca em livros didáticos de Biologia (A20), é mencionada a “produção de pérolas nos Bivalvia, explicando, em uma figura, como se dá o processo de produção na cavidade interna do animal (A20, p.319), provavelmente de maneira próxima da observada no box “Colocando em foco” de L2 (Figura 48). Já os caranguejos e siris aparecem em meio à alimentação e como uma “fonte alternativa de renda” em diferentes regiões do país.

Diante do exposto, compreendemos que em meio à alquimia dessa espacialidade, os animais são confinados nas suas relações com a utilidade humana e, também, nos seus atributos ecológicos que permitem ofertar produtos de valor comercial ao passo que contribuem para o equilíbrio ecossistêmico. Além disso, a abordagem médico-econômica das aranhas e o controle biológico dos morcegos evidencia outros sentidos que os animais podem assumir nesse espaço discursivo. Na medida em que esses aspectos atravessam as práticas pedagógicas, disposições como o “raciocínio crítico” e a “evolução cognitiva do educando” são pleiteados em meio a essa abordagem econômica dos animais, se deslocando na direção de conhecimentos zoológicos “contextualizados” e inseridos no “cotidiano dos alunos”.

O QUE AS BALEIAS TÊM A NOS ENSINAR ANTES QUE O MAR VIRE UMA GOSMA?

A mudança necessária é tão profunda que dizemos a nós mesmos que é impossível. Tão profunda que dizemos a nós mesmos que é inimaginável. Mas o impossível ainda está por vir. E o inimaginável é devido. O que era mais impossível e mais inimaginável, a escravidão ou o fim da escravidão? O tempo do animalismo é aquele do impossível e do inimaginável. Este é o nosso tempo: o único que nos resta (PRECIADO, 2014).

Ao longo desta dissertação, investimos na compreensão dos modos como animais outros que humanos são confinados em meio a práticas pedagógicas. Esse empreendimento se deu inspirado nos estudos curriculares de Thomas Popkewitz (2001; 2010; 2011; 2020) sobre a política espacial curricular e a alquimia dos saberes, junto à História da disciplina escolar Biologia (SELLES e FERREIRA, 2005; SELLES, 2008; MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009). O movimento proposto foi de pensar a dinâmica de confinamento na relação com a comunidade discursiva da referida disciplina, em que os espaços discursivos são produzidos pela justaposição de discursos que historicamente circulam no âmbito do ensino de Biologia.

Frisamos aqui a importância de desviar de concepções que tomam a alquimia e o confinamento como categorias passíveis de julgamentos morais e éticos. Isto é, a lógica com a qual nos desafiamos a construir essa grade histórica de inteligibilidade sobre o confinamento de animais na disciplina escolar Biologia, propõe muito mais evidenciar as relações de poder e seus efeitos em meio aos processos educacionais do que categorizá-las enquanto “certas” ou “erradas”. É notório que determinados modos de confinamento tendem a ser mais perniciosos que outros, e que isso nos sirva de alerta. No entanto, compreender os processos alquímicos se dando na dinâmica curricular, na qual os mesmos são contingentes e elaborados em meio a seus contextos históricos, culturais e políticos, afasta a alquimia desse crivo moral e evidencia outros aspectos diante da fabricação de sujeitos nos processos de regulação social.

Percorremos duas materialidades produzidas nesse contexto discursivo - os livros didáticos de Biologia e os artigos científicos do campo - interrogando: De que forma as produções acadêmicas do ensino de Biologia têm abordado os animais? Que tipos de conhecimentos são mobilizados para o ensino de animais? Que animais são produzidos nos discursos que deslizam pelo espaço escolar e em seus materiais didáticos? Guiados por uma

perspectiva teórico-metodológica discursiva (FOUCAULT, 1979; POPKEWITZ, 2001; FISCHER, 2001; 2002a; 2002b), a análise desses materiais nos indicou oito categorias que tomamos como categorias-espaço, pelas quais fizemos emergir enunciados que nos possibilitassem perceber o mecanismo de confinamento dos animais na disciplina escolar.

No **espaço ecológico**, o confinamento indica, por vezes, a necessidade da “conservação” e “preservação” dos animais, sobretudo diante das problemáticas ambientais que têm colocado em risco o “equilíbrio ecológico” dos ecossistemas. Esse modo de confinamento pode ser pensado diante dos discursos científicos sobre a conservação das espécies e a degradação dos biomas, como também de discursos pedagógicos, escolares, psicológicos, da Educação Ambiental e outros que têm adentrado a disciplina escolar e produzido variados sentidos para a mesma. Por meio da alquimia que normaliza esse espaço, há o favorecimento de uma abordagem ecológica dos animais, sendo “valorizadas” as multifacetadas estratégias de vida dos mesmos.

Os animais que habitam esse espaço podem ser pensados representando a trama das relações ecológicas que desenham o mundo natural, sejam elas benéficas ou não. Isto é, confinados no espaço ecológico, os animais nos ensinam sobre as relações ecológicas entre espécies, seus habitats e modos de vida, como também nos alertam sobre os crimes ambientais, desequilíbrios ecológicos e a degradação antrópica. Essa categoria-espaço imprime na disciplina escolar práticas que tensionam o ensino “tradicional” e “memorístico” da Biologia. De certa forma, ensinar ecologicamente sobre os animais possibilita à disciplina escolar maior “contextualização” das suas práticas com o “cotidiano” dos estudantes, indicando a aproximação da mesma com inúmeros discursos que perpassam a agenda ambiental, os anseios científicos, bem como os de âmbito educacional relacionados com o manejo da “consciência ambiental” e “ecológica” dos estudantes. Esse emaranhado ecológico é possibilitado pelos processos alquímicos que tornam os animais modelos pedagógicos que imprimem disposições esperadas nos humanos que aprendem sobre as inúmeras relações entre os seres vivos.

No **espaço perigoso**, os animais são encerrados enquanto aqueles que possibilitam benefícios para a saúde humana, regulando o desenvolvimento de disposições como o “autocuidado” e “cuidado coletivo”. Nessa direção, os mesmos assumem sentidos de “proteção”, quando combatem possíveis vetores, e de “cura”, pela oferta das substâncias que

compõem soros antipeçonhentos ou por possibilitarem pesquisas sobre as potencialidades dessas substâncias para o tratamento de doenças.

Ao mesmo passo, são definidos os abjetos, os animais perigosos, que podem prejudicar, causar doenças e nos matar. Essas distinções podem ser entendidas a partir da alquimia que produz esse confinamento, em que inúmeros discursos sobre os conhecimentos zoológicos, ecológicos, da pedagógica – e outros - elaboram esse espaço no qual os animais são vistos e nos veem numa relação de risco e de atenção constante. O anseio por uma “educação profilática”, em que a premissa de “educar para prevenir” acompanha esses animais ou se inscreve sobre os mesmos quando confinados nesse espaço, parece intencionar a “capacitação” desses estudantes para o controle e manejo dos fatores que interferem em sua saúde e na saúde da sua comunidade.

Em meio aos processos de subjetivação oriundos da alquimia dessa espacialidade, os humanos também podem ser pensados enquanto animais que habitam esse espaço. Diante dos nossos corpos atuarem como nichos ecológicos de vermes, participando de inúmeros ciclos de vida que não apenas o nosso, atuando como hospedeiros ou reservatórios que podem contaminar outros, é possível pensar que também somos normalizados perigosamente nessa dinâmica de confinamento.

Já no **espaço quantitativo**, a quantidade pode funcionar como um sistema de raciocínio que normaliza, individualiza e separa os animais confinados nesse espaço. Percebemos que a lógica quantitativa inscreve os animais em unidades não-diferenciadas que atuam como um par duplo (POPKEWITZ, 2001): “muito/pouco”. Diante dos numerosos animais, como os invertebrados, ou mesmo daqueles que têm suas populações diminuindo a cada dia, há o deslocamento dos estudantes para certas normas esperadas no aprendizado sobre esses muitos/poucos animais.

Nesse passo, enquanto é chamada a atenção para as consequências da perda de biodiversidade e do modo como a mesma pode rasurar o “futuro esperado”, também emergem aspectos relacionados à descoberta de novas espécies diante da “imensidão” de animais ainda desconhecidos. Esse sentido que os animais assumem, de algo a ser descoberto, pode ser pensado em associação com discursos científicos sobre “conhecer para preservar” – que também elaboram o espaço ecológico -, como também com as tradições da História Natural e

do próprio movimento de renovação do ensino, que olha para a natureza como algo a ser desbravado.

Os enunciados quantificadores, pensados em associação com discursos pedagógicos, científicos, escolares e outros, delimitam essa espacialidade e produzem um modo de compreender os animais através da sua “grandiosidade” - enquanto categoria taxonômica - ou pela sua “pequenez” - diante do seu risco de extinção-. Seja qual for o pólo desse par duplo, a quantificação elabora práticas científicas ou de ensino que permitem o controle desses muitos/poucos animais, na medida que entendemos a quantidade como um efeito de poder.

No espaço **teórico-prático**, mais um par duplo é percebido em meio aos processos de confinamento. Diante desse duplo, enquanto a “teoria” é compreendida como um modo “menos atrativo” do ensino sobre os animais, a “prática” assume um sentido de inovação das aulas “tradicionais”. Além disso, a mesma também evidencia tensões entre práticas com animais nos moldes científicos – com coleções ou em laboratório – e práticas com animais de âmbito mais escolar – como por vídeos, maquetes e jogos didáticos – em que ambas travam uma disputa para se alcançar o “bom ensino” sobre esses seres.

A busca por aulas mais “atrativas” aparece acompanhada das coleções zoológicas, em que as mesmas possibilitam o contato dos estudantes com a “prática”. Esse contato pode ser pensado junto a discursos pedagógicos e psicológicos sobre a “ludicidade” e a praticidade na “resolução de problemas”. Ainda, é interessante pensar que o contato “prático” dos estudantes com as coleções também se referencia nos modos de “ver” e “estudar” os animais que institutos de pesquisa ou museus adotam, visto que dispõem igualmente de coleções zoológicas.

Isto é, a “prática” com uma coleção zoológica na escola envolve, também, a lógica pela qual os conhecimentos sobre os animais vêm sendo produzidos pela ciência e seus espaços institucionais. Desse modo, esse confinamento não opera somente na relação entre teoria e prática escolar, para mais, essa espacialidade também diz respeito às heranças que a disciplina escolar carrega dos modos de produzir conhecimentos no campo científico da zoologia. Esses animais que compõem as coleções didáticas trazem no seu bojo, discursivamente, a maneira como a ciência vem produzindo conhecimentos sobre os animais ao longo da história, impactando a disciplina escolar Biologia em meio a suas tradições “naturalistas”.

Diante do **espaço experiencial**, é possível compreender mais uma interseção entre os modos de confinamento. Na medida em que a experimentação pode assumir sentidos de “prática” a ser realizada, a mesma pode ser percebida em associação com o espaço teórico-prático. O confinamento experiencial nos indica a sobreposição de sentidos ora relacionados à experimentação do ensino de Biologia, ora relacionados à experiência pedagógica que imprime valores sobre os estudantes. Além disso, consideramos que a “experiência” também guarda relações com as tradições de experimentação das Ciências Biológicas, nutrindo os processos alquímicos que produzem esse espaço.

Desse modo, essas diferenciadas “experiências” que envolvem os animais constituem modelos curriculares que ordenam a instrução. Isto é, esses modos de confinamento que emergem diante da alquimia, funcionam como alicerces que sustentam as práticas da disciplina escolar Biologia e a diferencia das demais. É como se, a partir do confinamento experiencial, a disciplina pudesse operar ofertando e disseminando na escola práticas experimentais que formam esses estudantes. Tais experiências – científicas, pedagógicas e do ensino de Biologia - confinam esses animais e sancionam a disciplina escolar diante da comunidade discursiva.

O espaço experiencial - em associação com o teórico-prático, por exemplo - aproxima a disciplina escolar da sua ciência de referência, apesar da mesma guardar modos “escolares” de possibilitar as “experiências” com animais. Nesse “modo escolar”, práticas experimentais podem ainda se deslocar para o estímulo de questionamentos “éticos” e “morais” nos estudantes, tensionando a própria ciência de referência diante da experimentação animal.

No **espaço evolutivo**, percebemos o confinamento dos animais em meio a um conjunto de conhecimentos que explicam evolutivamente as interrelações da vida no planeta Terra. Para além da organização desses seres vivos a partir dos critérios da classificação biológica, esse espaço de confinamento fricciona a disciplina escolar Biologia, indicando sentidos para os quais as práticas da mesma devem se deslocar, bem como a formação dos seus professores. Em outras palavras, o espaço evolutivo reitera os movimentos históricos que se deram no âmbito científico e escolar em torno da Teoria da Evolução, ao passo que entende como “superadas” as classificações generalistas e sem cunho filogenético, sendo o eixo evolutivo uma marca para a “boa” formação docente e a “integração” de conhecimentos no ensino de Biologia.

Entendemos que a “evolução” também produz efeitos de poder diante do “mundo natural” que variados seres habitam, na medida que os classifica, organiza e distingue de acordo

com seus graus de parentesco. Ainda, a leitura desta categoria-espaço mostra como esta espacialidade se sobrepõe às outras como a ecológica, a periculosa e a experiencial, compondo esse arranjo que confina animais ao passo que produz a história da disciplina escolar Biologia.

O **espaço popular**, em oposição ao supracitado, organiza e distingue os animais a partir do senso comum, dos mitos, folclore, superstições, e ditos populares sobre os animais. Ao passo que notamos essa espacialidade em oposição ao espaço evolutivo, por conta dos critérios de classificação e compreensão dos animais, também percebemos que ambos os espaços coabitam a disciplina escolar Biologia. O interessante a se pensar com isso é que, ainda que a alquimia “estabilize” os conhecimentos transformando a disciplina num modelo de instrução moral, essa “estabilização” se dá, também, pelos choques e recuos que os espaços apresentam uns com os outros.

Isto é, não se trata apenas do estabelecimento “harmônico” de inúmeros espaços que se sobrepõem, mas sim, de uma sobreposição que por vezes precisa ser “desarmônica” para que o manejo, permanência e circulação dos variados discursos que formam a disciplina escolar Biologia, aconteça. É, também, na tensão entre os espaços de confinamento que os processos alquímicos acontecem. Desse modo, a alquimia transforma “conhecimentos populares” sobre os animais em “conhecimentos prévios” esperados pelas práticas pedagógicas, a partir dos quais se dão os processos de subjetivação nesse confinamento.

Por fim, no **espaço econômico**, observamos a associação do mesmo com as espacialidades ecológica, periculosa e quantitativa. Tal sobreposição pode ser pensada como uma estratégia para o estabelecimento desse espaço em meio à disciplina escolar Biologia. A dualidade da “fauna brasileira” que, no espaço ecológico ganha um sentido de confinamento e, nesta espacialidade, assume um “valor econômico” para a nação que “tutela” os animais brasileiros, é um exemplo de como esse confinamento se atrela a outros.

No caso dos animais perigosamente confinados, os mesmos são “valorizados” quando seus “potenciais econômicos” são evidenciados. Diante desses variados modos de encerramento, concebemos as tecnologias pedagógicas desse confinamento normalizando os animais enquanto um “recurso natural” que, ora oferta benefícios e por isso são valorizados - economicamente -, ora atuam como pragas e pestes que destroem sistemas agrícolas, sendo necessário o combate e extermínio desses seres.

Essa ambiguidade econômica que os animais expressam, também propicia que disposições como o “raciocínio crítico” e a “evolução cognitiva do educando” sejam requeridas em meio a esse confinamento. Esse “requerimento” pode ser compreendido associado com a defesa de conhecimentos zoológicos “contextualizados” e inseridos no “cotidiano dos alunos”, com uma marca ecológica que vem demonstrando a vida desses animais para além de um “recurso natural”, indicando sentidos para os quais a disciplina escolar se move. Ainda, este espaço nos possibilita indagar de que forma sistemas econômicos neoliberais, como o agronegócio, em que os animais são numerosos atores, entram em negociação e desacordo com as políticas educacionais, encontrando ou não passagem nesta espacialidade.

Diante dos modos de confinamento observados no recorte analisado da comunidade discursiva, alguns apontamentos são possíveis. O primeiro deles é sobre abandonarmos a ideia de que esse confinamento se trata apenas de algo que imprime relações “negativas” entre animais humanos e outros que humanos. No interior desses espaços, percebemos que há diferenciados modos de habitação. Isso nos indica que, apesar dos animais serem confinados num espaço relacionado a uma formação discursiva específica, os mesmos não são normalizados pelos mesmos enunciados ou regras de poder.

Estar confinado no espaço ecológico não significa que todos os animais que o habitam produzam os mesmos efeitos de poder, ou que sejam alquimicamente produzidos da mesma maneira. Entendemos que, a exemplo, o espaço ecológico emerge diante da união de enunciados que assumimos como próximos de uma mesma formação discursiva. No entanto, os modos como esses animais são confinados, ou seja, a forma como a prática pedagógica vai se dar a partir e com esses animais – e com isso os processos de subjetivação oriundos da alquimia – sempre estarão numa situação de imprevisibilidade, variando, alternando, nunca cristalizado. Dessa maneira, os animais podem habitar simultaneamente diferentes modos de confinamento em uma determinada espacialidade.

Isso nos leva a outro apontamento, sobre manter a possibilidade de deformação desses espaços aberta, para que esse confinamento não soe como algo que impossibilita a vida. É evidente que os modos de confinamento nem sempre vão produzir relações mais “harmônicas” ou de coabitação entre humanos e outros que humanos, mas o contrário também não é inviável. Não é só a “desfavor” dos animais que os mesmos são confinados diante dessa comunidade discursiva. Apostamos dizer que esses animais também participam da elaboração desses

espaços e incitam sentidos sobre como devem ser aprendidos e ensinados. Se a “saída” de um espaço é simultaneamente a “entrada” em outro, o que nos resta não é negar e combater essa política espacial curricular, mas talvez, deforma-la por “dentro”, para que outros modos de escrever a história do ensino sobre animais possam, por ventura, suspirar.

Essas diferentes formas de confinamento só são possíveis pois as compreendemos situadas numa prática pedagógica real, descrita e apontada pela comunidade discursiva. Isso quer dizer, por exemplo, que em outras práticas situadas em outros contextos, tal confinamento pode se dar de uma forma diferente, ainda que esses espaços sejam mantidos. Percebemos que esses diferenciados modos dos animais habitarem os espaços, dependem de uma série de discursos que envolvem a comunidade discursiva da disciplina, contextos políticos, geográficos, o espaço escolar, a proximidade dessas crianças com animais e outros. Ou seja, assumir que tudo isso está acontecendo historicamente não permite que congelemos esses espaços ou essas maneiras dos animais estarem confinados. E isso, talvez, seja a brecha existente para a deformação. Nessas múltiplas formas de confinamento em um mesmo espaço pode residir a chance desse confinamento ficar cada vez mais amorfo.

Certamente, também é possível pensar que esses espaços de confinamento não normalizam apenas os animais e os humanos que aprendem e ensinam com eles, como também normalizam a própria disciplina escolar Biologia. Na medida em que percebemos regulares entrelaçamentos desses espaços, entendemos que os mesmos produzem a disciplina escolar com suas tradições de ensino, referenciadas tanto em discursos de científicidades como em discursos pedagógicos, escolares e outros.

Os livros didáticos nos indicam esse imbricamento dos espaços com outros inúmeros discursos que formam a disciplina escolar. Os enunciados que confinam os animais não aparecem isolados nessa materialidade da comunidade discursiva. Na maioria das vezes, eles aparecem imersos a inúmeros outros discursos próprios da disciplina, que não necessariamente estão direcionados para o confinamento dos animais. Consideramos que, para que esses espaços sejam elaborados e elaborem a disciplina, os mesmos se associam e negociam com outros variados discursos que circulam no âmbito do ensino de Biologia. Desse modo, o confinamento dos animais também escreve a história dessa disciplina escolar, se refinando contingencialmente no tempo e espaço educacional, ao passo que produz novos sentidos e reafirma outros na mesma.

Ainda, gostaríamos de fazer uma conversa mais estreita com os animais que por aqui passaram. Talvez mais do que uma conversa, levantar alguns questionamentos inspirados nos *animal studies*²⁶, assim como nos movimentos propostos neste trabalho para *bagunçar o humano*. Com a recusa da ideia de uma espécie eleita como administradora do planeta, “minando” formas possíveis de políticas oriundas de outras vozes e agentes desse mundo natural, apostamos na compreensão das “maneiras pelas quais politicamente os animais se mantêm no mundo e refazem seus mundos” (FAUSTO, 2017, p. 263) como um caminho possível de se pensar o ensino desses seres vivos:

O que a biota terrestre está fazendo quando, por sua interação entre si e com entes físicos, constitui o sistema biogeofísico conhecido como Gaia? O que os chimpanzés no zoológico de Burgers estão fazendo quando se aliam ou se traem? O que fazem os lobos quando brincam entre si, inventando, negociando e aceitando (ou não) os termos do jogo, e aprendendo, assim, a agir de maneira justa? O que fazem as formigas escravizadas quando sabotam os ovos e pupas de suas captoras? [...] A política está no mundo, ela é do mundo, não se ergue a partir dele por um poder mágico. Ela é o conjunto de modos de habitar e fazer mundos, de mantê-los de pé; é o devir-com das criaturas. (p. 262).

O que joaninhas, cupins, aracnídeos, invertebrados, anfíbios, a bovina Vitória e tantos outros animais que foram avistados diante dessa política espacial curricular têm nos falado? *Quais são os recados que as baleias têm para dar a nós, seres humanos, antes que o mar vire uma gosma?*²⁷ Como esses modos de confinamento ecológicos, perigosos, quantitativos, experienciais e outros tantos a serem percebidos podem, de alguma maneira, evidenciar e produzir outras relações políticas e de poder entre animais humanos e outros que humanos no tempo-espaço educação? Parados no meio do caminho desse labirinto de confinamentos, asfixiado pelo Antropoceno, o que nos resta é “abrir as portas para a emergência de narrativas cujas temporalidades não se confundam com o acelerado tempo do fim, mas que irrompam por dentro dele e criem sensibilidades e conexões, fazendo despontar novos passados, presentes e futuros” (FAUSTO, 2017, p. 250).

²⁶ Sobretudo a partir da importante contribuição filosófica brasileira para esse campo, *A cosmopolítica dos animais*, de Juliana Fausto (2017).

²⁷ Trecho da canção “Exú nas escolas”, composta por Kiko Dinucci e Edgar, e interpretada por Elza Soares. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=NmDsmHtOgyw&ab_channel=ElzaSoares

Essa “abertura” que pulsa no ensino sobre/com animais chega acompanhada da nossa aceitação pelo fim. Não no sentido de algo acabado, findado. Na rasura dessa categoria reduzida que nomeamos humanidade, irromper novos mundos pode ter a ver com o cerne dessa terra chamada Pindorama. Aceitar o fim é implodir essa casa que herdamos, talvez seja uma breve interrupção de um estado de prazer extasiante que a gente não quer perder, mas que por vezes nos coloca num dilema que soa como se a única possibilidade para que essa “humanidade” continue a existir, seja à custa da exaustão de todas as outras partes da vida (KRENAK, 2019, 2020).

Essa humanidade que não reconhece que aquele rio que está em coma é também o nosso avô, que a montanha explorada em algum lugar da África ou da América do Sul e transformada em mercadoria em algum outro lugar é também o avô, a avó, a mãe, o irmão de alguma constelação de seres que querem continuar compartilhando a vida nesta casa comum que chamamos Terra (KRENAK, 2019, p. 24).

E nesse passo, se assumirmos que o que precisamos é de um fim desse mundo fixo e universal, o que nos resta é deixar cair em queda livre até que encontremos outros mundos ou modos de vida. Não corra do fim do mundo. Faça-o acontecer. Essa mudança na logicidade para com os animais, apostamos dizer, se potencializa nas práticas tradicionais de povos indígenas, quilombolas, caiçaras, ribeirinhos e tantos outros dessa terra. Apontam para outras vidas – humanas ou não - possíveis diante das inúmeras agruras e dores do Antropoceno.

A gente não fez outra coisa nos últimos tempos senão despencar. Cair, cair, cair. Então por que estamos grilados agora com a queda? Vamos aproveitar toda a nossa capacidade crítica e criativa para construir paraquedas coloridos. Vamos pensar no espaço não como um lugar confinado, mas como o cosmos onde a gente pode despencar em paraquedas coloridos (KRENAK, 2019, p. 14-15).

À guisa de conclusão, reafirmamos que há brechas nos espaços de confinamento para que tal aspiração seja possível. Quais são elas? Diríamos que este não é um trabalho para dar respostas, mas para desarranjar as que já temos. Nesse movimento, esses espaços nos mostram muito mais caminhos e indagações que podem nos guiar para entender essas possíveis brechas, do que de fato indicam quais são elas. Percebemos que existe uma dinâmica própria de confinamento dos animais nesses espaços, que os mesmos não são cristalizados e isso nos evidencia caminhos não definidos.

Neste momento, arquitetar um argumento que demonstre essas possibilidades de rasura ou produção de outras espacialidades pode soar como uma “resposta” ou “solução” para esse “problema” que é o confinamento de animais numa disciplina escolar. São necessários outros aspectos para alargar nossos olhos diante desses espaços que encontramos. Por hora, o que vemos é um emaranhado de animais humanos e outros que humanos confinados em meio ao currículo da disciplina escolar Biologia.

E uma fagulha que muge, mia, pia, berra e nos diz que nada pode estar definido diante desses confinamentos. Tal como o exoesqueleto dos Artrópodes, a política espacial curricular que confina os animais é uma cutícula resistente, articulada e com a iminência de romper.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Beatriz de Miranda; GOMES, Maria Margarida. **Currículos de Ciências e Biologia: divulgando o ‘Acervo histórico de livros didáticos’ do Projeto Fundação Biologia – UFRJ. IV ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia, Universidade Federal de Goiás, 2012.**

ALMEIDA, Érica Freitas de; OLIVEIRA, Elisângela Cavalcante de; AQUINO, Soraya Farias. **Proposta para o ensino de zoologia dos vertebrados a partir de paródias.** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC), v. 3, n. 06, 2017.

ALVES, L. L. **Discursos sobre gêneros e sexualidades inscritos em corpos de livros didáticos de Ciências (1970-1990).** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, Rio de Janeiro, 2016.

ARAÚJO, Pâmela Gisela Silva; BAPTISTA, Geilsa Costa Santos; NETO, Eraldo Medeiros Costa. **Representações de “insetos” por crianças do ensino fundamental e implicações para o diálogo nas aulas de ciências naturais.** Revista Insignare Scientia-RIS, v. 3, n. 4, p. 510-524, 2020.

ARRAIS, Antonia Adriana Mota. **Estudando os anfíbios: uma proposta didática.** Revista Eletrônica Ludus Scientiae, v. 3, n. 1, 2019.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicología Educacional.** Interamericana, 1980.

AZEVEDO, Maicon; SELLES, Sandra; LIMA-TAVARES, Daniele. **Relações entre os movimentos reformistas educacionais do ensino de ciências nos Estados Unidos e Brasil na década de 1960.** Educação em Foco, p. 237-257, 2016.

BEHLING, G.; CAPORLINGUA, V. H. **Educação Ambiental crítica e a transição paradigmática do direito ambiental na desobjetificação dos animais.** Ambient. soc., São Paulo, v. 22, e 0128, 2019.

BERGMANN, Alex Giordano; DOMINGUINI, Lucas. **Análise do Conteúdo Serpentes nos Livros Didáticos de Ciências do 7º Ano do Município de Blumenau.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 15, n. 2, p. 259-273, 2015.

BOLSANELLO, Maria Augusta. **Darwinismo social, eugenia e racismo científico: sua repercussão na sociedade e na educação brasileira.** Educar em Revista, n. 12, p. 153-165, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: Ministério da Educação, SEB, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018: biologia – guia de livros didáticos – Ensino Médio/ Ministério da Educação** – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 92 p., 2017.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **O pós-humano é agora: Uma apresentação.** Trab. linguist. apl., Campinas , v. 58, n. 2, p. 478-495, Aug. 2019

CARDOSO, João Custódio Fernandes et al. **Na teia do conhecimento: a biologia das aranhas trabalhada por meio do ensino por projetos.** Revista Em Extensão, v. 12, n. 1, 2013.

CHAVES, Evenice Santos. **Nina Rodrigues: sua interpretação do evolucionismo social e da psicologia das massas nos primórdios da psicologia social brasileira.** Psicologia em estudo, v. 8, n. 2, p. 29-37, 2003.

CLOTET, J.; FEIJÓ, A.G.S.; OLIVEIRA, M.G. **Bioética: uma visão panorâmica.** Porto Alegre, EDIPUCRS, 2011.

CONSTANTE, C. E. A. **A pedagogia antropocêntrica em livros didáticos de ciências (1960-1970).** 2014. 153 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 2014.

COSTA, H. H. C.; LOPES, A. C. **A comunidade disciplinar em Goodson: impasses em um registro pós-estrutural.** Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro , v. 21, n. 67, p. 1009-1032, Dec. 2016 .

COSTA, Luis Artur; FONSECA, Tânia Mara Galli. **Do contemporâneo: o tempo na história do presente.** Arquivos Brasileiros de Psicologia, v. 59, n. 2, p. 110-119, 2007.

DA COSTA PINHEIRO, Michele et al. **Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na percepção de alunos do Ensino Médio do município do Rio de Janeiro—a importância do ensino de Ciências/Biologia na conservação dos morcegos.** Revista Brasileira de Extensão Universitária, v. 9, n. 1, p. 7-15, 2018.

DA SILVA, Vanessa Martini; DA SILVA, Juliana; GELLER, Marlise. **O uso de diferentes estratégias no ensino de artrópodes: relato de uma experiência.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 1, p. 81-92, 2012.

DA SILVEIRA, Estevan Luiz et al. **Análise do conteúdo de zoologia de vertebrados em livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2009.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 1, p. 217-232, 2013.

DE ALMEIDA, Argus Vasconcelos; DA SILVA, Lucélia Santana Torres; DE BRITO, Rosanne Lopes. **Desenvolvimento do conteúdo sobre os insetos nos livros didáticos de ciências.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, n. 1, 2008.

DE AZEVEDO, H.; FARIAS, E.; FERREIRA, C.; MEIRELLES, R. **O ensino em zoologia e o pressuposto utilitarista: uma análise dos livros didáticos do ensino médio (pnld 2018-2020).** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 6, p. 591-606, 18 out. 2020

DEL CONT, Valdeir. **Francis Galton: eugenia e hereditariedade.** Sci. stud., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 201-218, June 2008.

DEWEY, J. **Como pensamos - como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição.** Trad. Haydée de Camargo Campos. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DIAS, Milene Soares; DE ABREU CARLAN, Francele. **Os livros didáticos “Bio”: uma análise temporal do tema “Histologia”.** Revista Práxis, v. 10, n. 20, p. 83-94, 2018.

DINIZ, R., DUARTE, A. L. A., OLIVEIRA, C. A. S., ROMITI, M. **Animais em aulas práticas: podemos substituí-los com a mesma qualidade no ensino?** Revista Brasileira de Educação Médica. 30 (2): 31-41; 2006.

DOS SANTOS PINHEIRO, Maristela; SCOPEL, Janete Maria; BORDIN, Juçara. **Confecção de uma coleção didática para o ensino de Zoologia: Conhecer para preservar o Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. *Scientia cum industria*, v. 5, n. 3, p. 156-160, 2018.

DREHMER, César Jaeger **Contribuições da evolução biológica ao pensamento humano** [recurso eletrônico] / César Jaeger Drehmer, José Eduardo Figueiredo Dornelles, Tony Leandro Rezende da Silveira — Pelotas: Editora UFPel, 2018.

FALKENBERG, Mirian Benites et al. **Educação em saúde e educação na saúde: conceitos e implicações para a saúde coletiva**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, p. 847-852, 2014.

FAUSTO, J. de S. C. **A cosmopolítica dos animais**. Rio de Janeiro, 2017. 300 p. Tese de doutorado. Departamento de Filosofia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

FERREIRA, Adriano de Melo; SOARES, Cynthia Aparecida Arossa Alves. **Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de ciências**. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 14, n. 2, p. 307-314, 2008.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. **Entrelaçamentos históricos das ciências biológicas com a disciplina escolar biologia: investigando a versão azul do BSCS**. In: PEREIRA, M. G.; AMORIM, A. C. R. *Ensino de biologia: fios e desafios na construção de saberes*. João Pessoa: UFPB, 2008. p. 37-61

FERREIRA, Marcia Serra. **Currículo e cultura: diálogos com as disciplinas escolares Ciências e Biologia**. In: *Currículos, disciplinas escolares e culturas*, Antonio Flavio Moreira, Vera Maria Candau (orgs.). Petrópolis, RJ: Vozes v. 1, p. 185-213, 2014.

_____. **Investigando os rumos da disciplina escolar Ciências no Colégio Pedro II: 1960-1970**. *Educ. rev.*, Belo Horizonte, n. 45, p. 127-144, June 2007

FERREIRA, Marcia Serra; GOMES, Maria Margarida Pereira de Lima. **Currículo de Ciências: a alquimia das disciplinas escolares e a produção da autonomia docente**. *Roteiro*, v. 46, p. e23827-e23827, 2020.

FISCHER, R. M. B. **Foucault e a análise do discurso em educação**. *Cadernos de pesquisa*, n. 114, p. 197-223, 2001.

_____. **A paixão de trabalhar com Foucault. Caminhos investigativos: novos olhares na pesquisa em educação**, v. 2, p. 39-60, 2002a.

_____. **Verdades em suspenso: Foucault e os perigos a enfrentar**. Caminhos investigativos II: outros modos de pensar e fazer pesquisa em educação. Rio de Janeiro: DP&A, p. 49-72, 2002b.

FONTES, V. P. **A temática ambiental em livros didáticos de Ciências. Dissertação** (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, Rio de Janeiro, 2013.

FORTUNA, Volnei. **A relação teoria e prática na educação em Freire**. Revista Brasileira de Ensino Superior, v. 1, n. 2, p. 64-72, 2016.

FOUCAULT, M. **História da Sexualidade 1: a vontade de saber**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1988.

_____. **Microfísica do poder**. Organização e tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

FRANCIONE, Gary L. **Animals as persons: Essays on the abolition of animal exploitation**. Columbia University Press, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987

GOMES, M. M. **Conhecimentos ecológicos em livros didáticos de Ciências: aspectos sócio-históricos de sua constituição**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

GOMES, Maria Margarida; SELLES, Sandra Escovedo; LOPES, Alice Casimiro. **Currículo de Ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos**. Educ. Pesqui., São Paulo, v. 39, n. 2, p. 477-492, June 2013.

GOODSON, I. **A Construção social do currículo**. Coletânea de textos de Goodson organizada por António Nóvoa. Lisboa: Educa, 1997

GREIF, S. **Alternativas ao uso de animais vivos na educação pela ciência responsável**. São Paulo: Instituto Nina Rosa, 2003.

GUIMARAES, Mariana Vasconcelos; FREIRE, José Ednésio da Cruz; MENEZES, Lea Maria Bezerra de. **Utilização de animais em pesquisas: breve revisão da legislação no Brasil**. Rev. Bioét., Brasília, v. 24, n. 2, p. 217-224, Aug. 2016.

HARAWAY, Donna. **A partilha do sofrimento: relações instrumentais entre animais de laboratório e sua gente**. Horizontes antropológicos, v. 17, n. 35, p. 27-64, 2011.

_____. **Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX**. In: TADEU, Tomaz (Org.). Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009, 2. Ed.

JAEHN, Lisete & FERREIRA, Marcia Serra. **Perspectivas para uma história do currículo: as contribuições de Ivor Goodson e Thomas Popkewitz**. Currículo sem Fronteiras, v. 12, n. 3, p. 256-272, Set/Dez 2012.

JONES, J.H. **Bad blood: the Tuskegee syphilis experiment**. New York: Free, 1993:1-11.

JUNIOR, Lírio Cosme; SANT'ANA, Luís Paulo; DOS SANTOS, Conceição Aparecida. **Uso de cupins (Isoptera: Insecta) como ferramenta no ensino de Ciências e Educação Ambiental**. Revista Elo–Diálogos em Extensão, v. 4, n. 2, 2015.

KONFLANZ, T. L. et al. **A real necessidade do uso de animais não humanos in vivo em aulas práticas**. Polyphonia, v. 26/2, jul./dez. 2015.

KONFLANZ, T. L. **O uso de animais não humanos in vivo em aulas práticas: implicações éticas e alternativas pedagógicas**. Dissertação (Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo – RS, 2014.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. Editora Companhia das Letras, 2019.

_____. **O amanhã não está à venda**. Companhia das letras, 2020.

LEVAI, L. F. **O Direito a escusa de consciência na experimentação animal**. Pensata Animal, n. 2, 12p, 2010.

LIMA, A. L. G.; GIL, N. de L. **Sistemas de pensamento na educação e políticas de inclusão (e exclusão) escolar: entrevista com Thomas S. Popkewitz**. Educação e Pesquisa, v. 42, n. 4, p. 1127-1151, 2016.

LOPES, A. C. **Conhecimento escolar e conhecimento científico: diferentes finalidades, diferentes configurações**. In: LOPES, A. C. Currículo e Epistemologia. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007

LOPES, Tatiana Giselle Guimarães et al. **A observação de joaninhas [Harmonia axyridis (Pallas, 1773), Coleoptera, Coccinellidae] como ferramenta de alfabetização científica em uma Escola de Educação Infantil**. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, p. 20-33, 2018.

LOUZADA-SILVA, Daniel; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. **A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- IX ENPEC, p. 1-8, 2013.

LOW, Philippe. **Declaração de Cambridge**. In: Conferência Francis Crick Memorial sobre a Consciência em animais humanos e não humanos. Universidade de Cambridge, Reino Unido. 2012. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/noticias/511936-declaracao-de-cambridge-sobre-a-consciencia-em-animais-humanos-e-nao-humanos>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

MACEDO, E.; LOPES, A. C. **A estabilidade do currículo disciplinar: o caso de Ciências**. In: MACEDO, E.; LOPES, A. C. (orgs). Disciplinas e Integração Curricular: História e Políticas. Rio de Janeiro: DP&A. p.73-94, 2002.

MAGALHÃES, J. **O Manual Escolar no Quadro da História Cultural. Para uma historiografia do manual escolar em Portugal**. Sísifo. Revista de Ciências da Educação, 1, p. 5-14, 2006.

MARANDINO, M; SELLES, S. E; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MASSEY, Doreen; KEYNES, Milton. **Filosofia e política da espacialidade: algumas considerações**. GEOgraphia, v. 6, n. 12, 2004.

MATTOS, Luiza Maria Abreu de. **O meio ambiente como um valor cosmopolita no currículo escolar de Biologia: comparando livros didáticos do Brasil e da Alemanha**. Rio

de Janeiro, 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MELGAÇO, I. C. P. P. S. et al . **O uso de animais nas disciplinas de Anatomia, Fisiologia, Imunologia e Zoologia e suas implicações éticas e legais durante a educação científica.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 3, p. 499-515, 2011.

MELGAÇO, I. C. P. P. S. **Ética Animal no Ensino de Ciências e Biologia: uma análise de livros didáticos da Educação Básica.** Tese (Doutorado em Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

MORAES, B. G. S. de M. **Conhecimentos escolares em Ecologia: analisando questões do ENEM e livros didáticos do PNL/D/Ensino Médio.** Rio de Janeiro, 2020. Tese (Doutorado em Educação)– Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

MOREIRA, Natália Siqueira; MATOS, Ione Maria de. **O ensino de zoologia em escolas da Superintendência Regional de Ensino de Caratinga/Minas Gerais.** Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, p. 120-140, 2020.

MOUL, R. A. T. DE M.; MOURA, M. I. B. DE; ARAÚJO, M. L. F. **Perfis biológico, sociobiológico e cultural nas concepções de estudantes do ensino médio sobre animais.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 4, p. 293-310, 22 jul. 2020.

NACONECY, Carlos. **Bem-estar animal ou libertação animal? Uma análise crítica da argumentação antibem-estarista de Gary Francione.** Revista brasileira de direito animal, v. 4, n. 5, 2009.

OLIVEIRA, F. A. **Objetos escolares no ensino de biologia: entre práticas e tradições no gabinete de história natural do Colégio Pedro II (1960-1970).** Dissertação (Mestrado em Educação)– Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

OLIVEIRA, Flaviana Alves de; GOMES, Maria Margarida Pereira de Lima. **O Microscópio como Objeto Escolar da Disciplina Biologia no Colégio Pedro II (1960-1970).** Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 26, e20066, 2020.

PAIXÃO, R. L. **Experimentação animal: razões e emoções para uma ética**. Tese de Doutorado. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2001

PASSOS, Daniel Cunha et al. **Calangos e lagartixas: concepções sobre lagartos entre estudantes do Ensino Médio em Fortaleza, Ceará, Brasil**. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 21, n. 1, p. 133-148, 2015.

PATY, Michel. **A ciência e as idas e voltas do senso comum**. *Scientiae Studia*, v. 1, n. 1, p. 9-26, 2003.

PIAGET, J. **Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

PINTO, S. N. J. T. **A experimentação no currículo de Ciências: sentidos produzidos em livros didáticos**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, Rio de Janeiro, 2018.

POPKEWITZ, T. **Estudos curriculares, História do Currículo e Teoria Curricular: a razão da razão**. *Em Aberto*, Brasília, v. 33, n. 107, p. 47-68, jan./abr. 2020.

_____. **História do currículo, regulação social e poder**. In: SILVA, Tomaz Tadeu (org.). *O sujeito da educação: estudos foucaultianos*. 8ª edição, Petrópolis, RJ: Vozes, p. 173-210, 2011.

_____. **Lutando em defesa da alma: a política do ensino e a construção do professor**. Porto Alegre, Artmed, 158 p. 2001.

_____. **The Limits of Teacher Education Reforms: School Subjects, Alchemies, and an Alternative Possibility**. *Journal of Teacher Education*, v. 61, n. 5, p. 413-421, 2010.

PRECIADO, P. B. **Le féminisme n'est pas un humanisme**. *Libération*, 2014, Disponível em: www.liberation.fr/chroniques/2014/09/26/le-feminisme-n-est-pas-un-humanisme_1109309/ . Acesso em: 20 de maio de 2021.

ROMANO, Adriano Marcos; DE LIMA SOUZA, Hilton Marcelo; DA SILVA NUNES, Josué Ribeiro. **Contribuição do jogo didático “Conhecendo os invertebrados” para o ensino de Biologia**. *Revista Prática Docente*, v. 5, n. 1, p. 325-343, 2020.

SANTOS, George Joaquim Garcia; DOS SANTOS PINHEIRO, Ulisses; RAZERA, Julio César Castilho. **Ensino do Filo Porifera em região de espongiofauna: o ambiente imediato em aulas de Ciências.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 3, p. 193-205, 2012.

SANTOS, Juliana Cristina dos et al. **Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná.** Ciência & Educação (Bauru), v. 13, n. 3, p. 311-322, 2007.

SANTOS, T. V. dos. **Apontamentos para novas perspectivas no ensino de Ciências e Biologia: A ressignificação do sujeito animal.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 67 p. 2018.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F.. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.** Estud. av., São Paulo , v. 32, n. 94, p. 25-41, Dec. 2018 .

SELLES, S. E. **Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender.** In: TRAVERSINI, C.; EGGERT, E.; PERES, E. E.; BONIN, I. Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas. Porto Alegre: EdiPUCRS, p. 592-617, 2008.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M.S.. **Disciplina escolar biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais.** In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S; A, A. C. R. (Orgs.). Ensino de biologia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, 2005. p. 76-81.

SILVA, Tomaz Tadeu da et al. **Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano.** Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

SILVEIRA, Renato da. **Os selvagens e a massa: papel do racismo científico na montagem da hegemonia ocidental.** Afro-Ásia, n. 23, 2000.

SILVÉRIO, Florença Freitas; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. **O corpo humano e o negro em livros didáticos de biologia.** Revista Contexto & Educação, v. 34, n. 108, p. 26-41, 2019.

SINGER, Peter. **Ética Prática.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 399 p. 2002.

_____. **Libertação animal: o clássico definitivo sobre o movimento pelos direitos dos animais.** São Paulo: WMF Martins Fontes. 461 p. 2010.

SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro de; ROCHA, Marcelo Borges. **Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia.** *Ciência & Educação* (Bauru), v. 23, n. 2, p. 321-340, 2017.

TRÉZ, T. A. **A caracterização do uso de animais no ensino a partir da percepção de estudantes de ciências biológicas e da saúde.** *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 22, n. 3, 2015.

VASCONCELLOS, D. V.; GOMES, M. M.; FERREIRA, M. S. **A fotossíntese em livros acadêmicos e escolares.** In:SELLES, S. E. et al (org.). *Anais do II Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES.* Niteroi:UFF: SBENBio - Regional RJ/ES, 2003, p.63-66.

VEIGA-NETO, A. **É preciso ir aos porões.** *Revista Brasileira de Educação*, v.17, n.50 maio-ago, 2012.

_____. **Na oficina de Foucault.** In: GONDRA, José; KOHAN, Walter (org.). *Foucault 80 anos.* Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.79-91. ISBN: 85-7526-225-4.

VIGOTSKI, L. S. **Quarta aula: o problema do meio na pedologia** (Original publicado em 1935). *Psicologia USP*, v. 21, n. 4, p. 681-701, 2010.

VILELA, C. L. **Currículo de geografia: analisando o conhecimento escolar como discurso.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, Rio de Janeiro, 2013.

VIÑAO, Antonio. **A história das disciplinas escolares.** *Revista brasileira de história da educação*, v. 8, n. 3 [18], p. 173-215, 2008.

**APÊNDICE A – QUADRO ENUNCIATIVO SOBRE OS ANIMAIS NA
COMUNIDADE DISCURSIVA DA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA**

FONTE	TRECHOS ENUNCIATIVOS	CATEGORIAS-ESPAÇO
A01	No processo, foi abordado o método científico no espaço escolar, o qual permitiu aos estudantes vivenciarem e engajarem-se nas práticas sociais da cultura científica. Elas relataram que durante sua aplicação os estudantes passaram a desenvolver a autonomia, a reflexão, a liberdade de expressão e o raciocínio científico, bem como, favoreceu a interdisciplinaridade e a contextualização, valorizando a fauna brasileira (p.136)	Ecológico
A01	Para o conteúdo de vertebrados e invertebrados, a morfofisiologia e a relação dos animais com doenças e zoonoses são predominantes (p. 126).	Periculoso
A01	Quanto aos animais que chamam mais atenção e despertam o interesse dos discentes, os animais peçonhentos ou venenosos foram os mais apontados pelos professores, e em menor número os vermes e anfíbios.	Periculoso
A01	Assim, para que as aulas de conteúdo zoológico nas disciplinas de Biologia e Ciências se tornem mais atrativas, é importante o desenvolvimento de atividades práticas, possibilitando aos alunos contato direto com os organismos estudados nas aulas teóricas (p. 137).	Teórico-Prático
A02	[...] Observou-se primariamente apenas uma categoria sobre os pressupostos utilitaristas recolhidos por meio da metodologia aplicada. Esta seria o ideal utilitarista positivo econômico que os animais trazem para a sociedade. É denotado na literatura como utilitarismo econômico “positivo” (SCHWERTNER, 2000; OLIVEIRA et al, 2013, DE AZEVEDO, 2019). Nesta categoria o animal é trazido e referenciado como utilidade econômica para a sociedade, diferente do “Utilitarismo econômico negativo” o qual é trazido na literatura referenciando os animais sobre o que eles podem prejudicar nos sistemas econômicos neoliberais, como pragas agrícolas e pestes (p. 597)	Econômico
A02	[...] A relação de manufatura ficou bem nítida ao observar a relação da estrutura corpórea de esponjas do mar com a finalidade de produto para o banho (p. 598)	Econômico
A03	[...] a subcategoria mais contemplada foi “Diversidade”, com respostas que em quase sua totalidade apresentam o variado número de espécies desse reino, bem como a variedade de formas e habitat (p. 302).	Ecológico Quantitativo
A03	Já na resposta do estudante 21, ao afirmar que os animais são o ápice da evolução, chama ainda mais a atenção para a necessidade de uma abordagem evolutiva no ensino de Zoologia, a fim de proporcionar uma construção coerente da classificação animal (p. 303)	Evolutivo
A04	É um recurso que propõe a assimilação do conteúdo supracitado de forma interativa, desafiadora e divertida e propõe uma maneira diferente para se abordar o referido conteúdo, interligando os filos animais ao mesmo tempo em que associa a evolução do grupo. (p.329)	Evolutivo
A04	[...] se estende aos estudos dos animais invertebrados, um dos maiores grupos de organismos do mundo e tem importante relação e envolvimento no cotidiano dos estudantes (p. 328).	Quantitativo

A04	Os invertebrados compõem mais de 99% das espécies de animais, sendo fundamental compreender e aprender sobre suas características para aplicar esses conceitos e utilizá-los a favor da sociedade, pois tais organismos interagem ecologicamente, economicamente, socialmente. Além disso, torna-se essencial incluí-los no ensino escolar pelo fato dos invertebrados estarem presentes no cotidiano dos alunos, uma vez que, dentre outros motivos, certos organismos são causadores ou vetores de doenças que podem nos atingir (p. 329).	Quantitativo Periculoso
A05	[...] desde os primórdios da humanidade os insetos participam significativa e insistentemente da vida sociocultural da maioria dos grupos étnicos”. A relação entre as partes é estabelecida das mais diversas formas, a depender das variáveis culturais envolvidas em cada realidade (p. 511).	Popular
A05	Do ponto de vista da categorização acadêmica, a palavra está bem resolvida e nesse contexto apenas os insetos “reais” e artrópodes correlatos são estudados. No entanto, quando se adota a definição popular, na qual o termo é utilizado de forma ampla para designar diferentes animais além dos artrópodes, tem-se a inclusão de organismos não sistematicamente relacionados com a classe Insecta, tais como mamíferos, répteis, anfíbios, moluscos, aracnídeos, entre outros (Costa Neto, 1999). P. 512	Popular
A05	No caso dos insetos, sabe-se que, frequentemente, esses animais são conhecidos apenas e/ou principalmente pelas doenças ou outros problemas causados à humanidade, deixando-se geralmente de lado as outras atuações destes seres vivos, por exemplo, o papel ecológico que eles desempenham nos ecossistemas (polinização e reprodução de muitas espécies vegetais), bem como benefícios que podem trazer ao homem, como alimentação e para fins farmacológicos. P. 511-512	Periculoso
A05	Cada vez que a palavra “inseto” é mencionada as pessoas pensam logo naqueles animais que lhes são desagradáveis, como moscas, baratas, aranhas, ratos, escorpiões, sapos e mosquitos. Tal fato é aproveitado pelas indústrias produtoras de praguicidas, que lançam suas campanhas no sentido de combater, indiscriminadamente e cada vez em maior número, esses organismos (RAMOS-ELORDUY, 1994). P. 513	Periculoso Econômico Quantitativo
A06	Dentro do ensino de Zoologia, uma temática que merece destaque é a referente aos anfíbios, conteúdo tradicionalmente visto no 2º ano do ensino médio (BRASIL, 2014). Tais seres vivos são animais importantes dentro das cadeias alimentares, tendo em vista que participam do equilíbrio ecológico, controlando a proliferação de alguns insetos e servem de alimento para outros seres. Estudos recentes apontam também que os mesmos são indicadores da qualidade ambiental e são alvos de pesquisas sobre a produção de fármacos por meio das toxinas presentes na sua pele (p. 34)	Ecológico Periculoso
A06	Uma das ações que contribui para a redução de anfíbios é o escoamento de esgoto para os rios, pois contamina o habitat deles, então eles acabam morrendo ou não tendo lugar para colocar os seus ovos (p. 40)	Ecológico
A06	Nesses casos, constata-se que alguns grupos percebem os anfíbios como seres nojentos, inúteis e que não possuem serventia alguma. Nesse sentido, Luchese (2013) acrescenta que a população vê os anfíbios como animais nocivos e repulsivos, devido às crenças e aos pensamentos errôneos e equivocados que são transmitidos pelo senso comum (p. 40)	Periculoso Popular
A06	a utilização desse recurso no campo de ensino-aprendizagem promove “a construção do conhecimento, introduzindo as propriedades do lúdico, do prazer, da motivação, da capacidade de	Teórico-Prático

	iniciação e ação ativa e motivadora”. A presença do caráter lúdico pode proporcionar momentos de desenvoltura, motivação, favorecendo a interação social e criando condições necessárias para estabelecer a aprendizagem na busca de efeitos positivos (p. 35)	
A06	Para despertar a motivação dos estudantes, foram utilizadas imagens dos representantes e algumas questões problematizadoras. Assim, as figuras possibilitaram despertar nos estudantes a motivação para observar e descrever as características fisiológicas e morfológicas e ainda permitiram o desenvolvimento de uma discussão sobre a importância ecológica, origem do preconceito, evolução e preservação da classe. As questões promoveram a interação entre alunos, professor e conteúdo e também forneceram âncoras para que os aprendizes elaborassem perguntas sobre as cecílias, a coloração de advertência, as glândulas paratídes, as estratégias de reprodução e as diferenças entre sapo, rã e perereca e outras (p. 40-41).	Teórico-prático Ecológico
A07	A observação de pequenos animais em sala de aula despertou um maior interesse das crianças em relação ao meio ambiente. Algumas crianças depois da experiência passaram a prestar mais atenção ao ambiente em que viviam e a valorizar mais a natureza (p.29).	Ecológico
A07	Chamar a atenção da criança para a observação dos fenômenos naturais, para a empatia em relação a outros seres vivos e para o exercício de práticas mais sustentáveis, podem resultar no futuro em um maior respeito e cuidado com o meio ambiente e em benefícios para sua saúde física e mental (p.31).	Ecológico Periculoso
A07	As crianças adquiriram conhecimento sobre o ciclo de vida das joaninhas e sentiram-se valorizadas ao transmitirem o que aprenderam aos seus familiares e aos colegas das outras classes da escola. Passaram a valorizar o meio ambiente e a buscar novas experiências ao ar livre (p.31).	Ecológico
A07	As crianças que participaram da observação do ciclo de vida das joaninhas foram protagonistas da experiência, à expandindo a seus familiares (p. 30).	Experiencial
A07	[...] as crianças tendem a temer os insetos e outros invertebrados por acreditarem que esses animais podem causar dor. Se faz necessário que os educadores enfrentem esses mal-entendidos, a fim de conseguirem maior apoio para a conservação da natureza e a sustentabilidade dos ecossistemas (p.22).	Periculoso Ecológico
A07	Suas características físicas, tais como tamanho pequeno, corpo arredondado e colorido, lhes confere um aspecto agradável e inofensivo, sendo bem aceito pelo público em geral, além do fato de não causarem queimaduras ou irritações. Estas características tornam este inseto apto à utilização para crianças em estudos relacionados a ciência nas escolas (p. 22).	Periculoso
A08	Morcegos (Mammalia: Chiroptera) são animais surpreendentes por suas características em voar. Apresentam diversidade de hábitos, comportamentos e alimentação (KUNZ et al., 2011) [...] possui como principal característica a modificação dos membros anteriores em asas que permitem o voo (REIS et al., 2007). Os morcegos são animais importantes na dispersão de sementes, polinização, recuperação de áreas degradadas e consumo de insetos (REIS; KAGEYAMA, 2003, KUNZ et al., 2011) (p.08)	Ecológico
A08	[...] demonstrar a importância destes animais para o meio ambiente e consequentemente para o ser humano, visando sensibilizar os alunos quanto à importância da integridade dos ecossistemas para o equilíbrio ecológico e apresentando dados sobre as pesquisas científicas realizadas com morcegos (p.09).	Ecológico
A08	[...] contou com tópicos relacionados aos hábitos alimentares, moradia, importância e saúde pública, enfocando a raiva, a vacinação e sorologia antirrábica, refúgios artificiais em áreas	Ecológico Periculoso

	urbanas, adentrando em casa e os cuidados e riscos no manuseio dos morcegos. (p. 09)	
A08	Eles também proporcionam grande benefício aos agricultores no controle de pragas agrícolas e contribui significativamente para a redução do uso de venenos químicos utilizados nas plantações (p. 13).	Econômico Perigoso
A08	O manuseio dos espécimes foi incentivado para que cada aluno percebesse a textura das asas e pelos. Foi chamada atenção para a diversidade do grupo, suas características morfológicas associadas aos hábitos alimentares, coloração e tamanho. Foram apresentados as principais espécies que vivem em ambiente urbano. (p. 09)	Experiencial Ecológico
A08	Morcegos são, popularmente, considerados como objeto de repúdio e receio por grande parte da população (ANDRIGUETTO; CUNHA, 2004, BRUNO; KRAEMER, 2010). A imagem dos morcegos está associada aos vampiros (SILVA; MANFRINATO; ANACLETO, 2013) e ao mau agouro, devido a muitos anos de falta de informação e uma cultura errônea devido a um histórico fantasioso e repleto de crendices (CAPARROS; MAGALHÃES JUNIOR, 2015) (p.09)	Popular Perigoso
A08	[...] os morcegos sofrem em razão da desinformação, folclore e o mito. A contra partida, seria a apropriada informação a respeito deste animal e de seu papel ecológico na natureza. O quadro atual sinaliza uma necessidade de uma estratégia didático-pedagógica que ensine de forma verdadeira, a importância e necessidade de conservação desse grupo animal e, assim, divulgar para a população seu lugar no meio ambiente (p. 09).	Popular Ecológico
A08	[...] essa crescente proximidade com os morcegos tem causado incômodos à população humana e impactos nas populações de morcegos, principalmente pela falta de esclarecimento sobre esses mamíferos e também devido a questões relacionadas à saúde pública (MOUTINHO et al., 2016) (p. 08-09)	Perigoso
A08	[...] sua relação médico-sanitária não é bem elucidada nas aulas de Ciências/Biologia, o que pode trazer essa falta de informação sobre esses animais, levando a crença de que eles não possuem características positivas (p. 09)	Perigoso
A08	O contato entre humanos e morcegos cresceu devido à invasão do habitat natural e, conseqüentemente, as preocupações e medos com esses mamíferos voadores, principalmente pelas pessoas acharem que eles possam ser um potencial transmissor de doenças. (p. 10)	Perigoso
A09	Em um cenário de exploração e conseqüente extinção de algumas espécies, torna-se importante o estudo da diversidade zoológica para o conhecimento e proteção desses seres vivos (p.71).	Ecológico
A10	[...] a formação da consciência ambiental e ecológica dos estudantes, os quais terão este processo facilitado com o uso da coleção de Zoologia que abriga animais que fazem parte do seu cotidiano e, com isso, serão sensibilizados para a necessidade de preservá-los e preservar os ambientes onde habitam para que se mantenham vivos e capazes de desempenhar seu papel no ecossistema. (p.157).	Ecológico
A10	[...] as coleções de Zoologia, portanto, permitem que os estudantes observem, na prática, estruturas detalhadas dos animais e suas funções, levando-os a refletirem de forma mais efetiva sobre a importância da conservação da biodiversidade. (p. 158)	Ecológico Teórico-Prático
A10	Uma estratégia de ensino que favorece as temáticas ambientais são as coleções didáticas. Por meio destas, os estudantes despertam a curiosidade e o interesse pelas ciências naturais, e isso acontece por meio da observação e manuseio das peças. (p.158).	Experiencial

A10	[...] é fundamental a experiência do aluno com espécimes de diferentes táxons. A utilização em aulas práticas de espécimes conservados, de espécies comuns do dia-a-dia dos estudantes, relacionando-as aos conceitos ensinados sobre evolução e sistemática, entre outros, permite que os estudantes sejam levados de um mundo com visão antropocentrista para uma nova realidade, onde ele passa a entender e se posicionar como parte do mundo natural. P.158	Experiencial Teórico-Prático Evolutivo
A10	Para a montagem da coleção didática e Zoologia “Conhecer para preservar o Litoral Norte do Rio Grande do Sul” foram coletados animais encontrados mortos na beira da praia ou na estrada, no município de Imbé, RS. Os animais foram conservados por meio da taxidermia e álcool 70% (p.158)	Experiencial
A10	As coleções didáticas permitem que os estudantes tenham contato com materiais diversificados, compreendendo conceitos algumas vezes abstratos, nas áreas das ciências naturais, dentre elas Zoologia, Botânica, Citologia, Embriologia, dentre outras. Desta maneira, conseguem associar a teoria vista em sala de aula, com materiais práticos. (p. 157)	Teórico-prático
A10	[...] conseguirão unir a teoria à prática por meio da união do conhecimento científico trazido pela coleção com o conhecimento prévio dos mesmos sobre as espécies. (p.157)	Teórico-prático
A11	Os cupins apresentam uma organização social bem interessante, não oferecem risco à saúde e são coletados em grande número, portanto, foram utilizados como modelo nas apresentações para crianças do ensino fundamental (p.56).	Ecológico Periculoso Quantitativo
A11	Enquanto os estudantes interagiam com os cupins, foram discutidos temas sobre a importância desses insetos no meio ambiente, como recicladores, aeradores do solo e outros aspectos relevantes da biologia dos cupins como: divisão de castas, organização e comunicação (p.57).	Ecológico
A11	Durante a interação com os cupins os alunos mostraram considerável interesse pela atividade e muitos, que inicialmente estavam com repulsa desses insetos, ao final da oficina, já os colocavam na mão. Além disso, podemos observar por meio dos relatos finais uma inversão das opiniões relacionadas aos organismos estudados, uma vez que citaram a importância dos cupins para os ecossistemas bem como assinalaram representativamente à divisão de castas, que é algo marcante nas colônias de Isoptera (p.58).	Ecológico
A11	[...] espera-se que a receptividade apresentada pelos alunos a esses organismos contribuirá para que, no futuro, a preservação não seja apenas de espécies “carismáticas”; mas também das espécies de animais invertebrados, que, igualmente às demais, apresentam papéis fundamentais na manutenção dos ecossistemas (p. 58).	Ecológico
A11	Diferentemente do conceito acadêmico, o senso comum julga os insetos como organismos nojentos, perigosos, repugnantes e inúteis (p.55)	Popular Periculoso
A11	De maneira geral, os indivíduos só conhecem esses animais por lhes causarem doenças e outros problemas (p.56)	Periculoso
A11	No início da atividade observamos que a maioria dos alunos relacionava os cupins a pragas urbanas (p. 58)	Periculoso
A11	Os insetos em geral constituem o grupo animal com maior número de espécies da face da Terra (GULLAN; CRANSTON, 2014) e acredita-se que o número absoluto seja superior a cinco milhões de espécies (BARBIERI, 2010). Eles desempenham importante papel	Quantitativo Ecológico

	ecológico, pois atuam como herbívoros, decompositores, predadores e parasitóides (p.55)	
A11	No decorrer da exposição prática, representantes de cada casta (ninfa, operário, soldado e uma rainha conservada em álcool 80%) foram distribuídos em pequenos tubos para uma explicação mais detalhada. Cada grupo de alunos recebeu tiras de papel e pinças para que as crianças pudessem manipular os cupins na bandeja (p.57)	Teórico-Prático Experiencial
A12	[...]este grupo de animais é muito presente na região de Blumenau e podem causar acidentes sérios envolvendo as pessoas. Uma correta percepção deste grupo, seus riscos, hábitos e até mesmo primeiros socorros torna-se de suma importância para os alunos que convivem em uma região com estes animais (p.261)	Periculoso
A12	Entre as serpentes peçonhentas mencionadas pelos autores, é encontrado no município de Blumenau o gênero <i>Bothrops</i> , do qual faz parte a serpente <i>Bothrops jararaca</i> (jararaca) e <i>Bothrops jararacussu</i> (jararacussu), que são responsáveis por cerca de 90% dos acidentes ofídicos envolvendo serpentes venenosas no Brasil (p. 263)	Periculoso
A12	Com estas informações, percebe-se a importância e influência destes animais na região do município e, assim, a importância do correto desenvolvimento deste tema em sala de aula, como método preventivo e de orientação ao se deparar com algum destes animais ou ao sofrer um acidente envolvendo serpentes (p. 264)	Periculoso
A13	De especial relevância foi o compartilhamento de conhecimentos relacionados à importância direta dos lagartos para o homem: “Os lagartos são importantes porque eles comem os insetos maléficos pra gente, então eles comendo, diminuem mais esses bichos” e “Meu pai até gosta deles. Ele diz: deixa os bichinhos aí que eles comem as baratas, as aranhas”. Estas expressões revelam a consciência dos informantes sobre as reais funções dos lagartos no ambiente natural e, em especial, a valorização dos benefícios que estes trazem ao ser humano, sobretudo na zona urbana, com o controle populacional de organismos potencialmente prejudiciais à saúde (p.143)	Ecológico Periculoso
A13	A pele impermeável, seca e revestida por escamas epidérmicas, a presença de casca envolvendo o ovo, e a fecundação interna, independente da água, consistiram em adaptações que permitiram a perpetuação destes animais até os dias de hoje (p. 134).	Evolutivo
A13	[...] as concepções populares acerca dos répteis podem contribuir, particularmente no âmbito educacional, para a compreensão do processo de construção do conhecimento sobre estes animais, analogamente ao observado para outros organismos (p. 134).	Popular
A13	A superstição também figurou entre as concepções inventariadas, sempre relacionada a eventos de azar e maus presságios: “Se você corta o rabo de uma lagartixa, terá sete anos de azar” e “Matar Calango traz azar”. O azar, nestes casos, sempre é obtido como consequência de maus-tratos aos lagartos, o que configura uma perspectiva positiva no âmbito da conservação biológica, uma vez que induz a redução das taxas de mortalidade destes animais por humanos (p. 141).	Popular
A13	As interações com os répteis, geralmente, surgem devido à utilidade ou aos riscos que estes representam aos humanos (ALVES et al., 2012b). Além disso, os répteis são, reconhecidamente, criaturas incitadoras do imaginário popular, estando associados a características sobrenaturais, sagradas e mágicas de diferentes povos e em diferentes épocas, por todo o mundo (CASAS ANDREU, 2000). Na África, os crocodilos (por exemplo, Deus-crocodilo Sobek) já foram cultuados (HART, 2005), as tartarugas	Periculoso Popular

	(por exemplo, Ninfa Quelone) figuraram na mitologia clássica grega (FRANCHINI; SEGANFREDO, 2007), e a cultura asiática (por exemplo, Deus-Shiva) sempre rendeu homenagens às serpentes (THAPAR, 2006). Entretanto, apesar do elevado grau de parentesco biológico com os demais répteis, a percepção humana, especificamente sobre os lagartos, apresenta elementos singulares que os distinguem e os particularizam (p. 134).	
A13	[...] destacam-se as concepções que atribuem, aos lagartos, o rótulo de potenciais causadores de dano aos humanos, especialmente as que fazem referência à capacidade de produção e inoculação de veneno: “As mordidas dos lagartos podem ser venenosas” e “Calango cego quando morde uma pessoa é pior que Cascavel” (p. 139)	Periculoso
A13	[...] os lagartos se diversificaram e, atualmente, constituem o grupo mais biodiverso entre os répteis, com mais de 5.500 espécies formalmente descritas, distribuídas por quase todos os ambientes terrestres do planeta, com exceção das regiões polares (UETZ, 2013). Estes animais convivem simpatricamente com os seres humanos desde épocas remotas, fato evidenciado por pinturas rupestres e artefatos arqueológicos que remetem a estes répteis. Portanto, os lagartos têm participado, direta ou indiretamente, do cotidiano dos humanos ao longo de sua história evolutiva, interagindo de diversas formas e promovendo percepções únicas (p. 134).	Quantitativo Ecológico Evolutivo
A14	[...] espera-se que a fauna regional seja trabalhada nas aulas de Zoologia, notadamente em regiões de grande biomassa de determinados grupos animais (p. 195)	Ecológico
A14	Toxinas das esponjas servem também para competição por espaço com corais, ascídias e outras esponjas (MURICY et al., 2008). Além disso, as longas espículas (de até um metro de comprimento) de algumas esponjas Hexactinellidas podem transmitir eficientemente a luz podendo assim auxiliar na produção de fibras ópticas (p. 196)	Ecológico
A14	Merece destaque a importância das esponjas no monitoramento ambiental (ALCOLADO; HERRERA, 1987; MURICY, 1989, 1991; MURICY et al., 1991; MURICY et al., 2008), pois elas têm se apresentado como bioindicadoras ou biomonitoras. Isto se deve, também, ao seu hábito sésil e à alimentação por filtração, tornando-as uma excelente ferramenta na caracterização do estado de um ecossistema marinho (PEREZ, 2000) (p. 196)	Ecológico
A14	[...] apontaram o meio ambiente como aspecto relevante: “Eu acho que deve levar à problemática ambiental. Por que é que a gente tá estudando as esponjas? [pausa] Eu acho que essa questão da poluição das águas, né?” (A) p. 201	Ecológico
A14	As esponjas possuem potencial econômico (HOOPER e VAN SOEST, 2002). Desde a década de 1950, já foram descritos cerca de 14.000 compostos originais, principalmente de invertebrados marinhos (BLUNT e MUNRO, 2003). Nesses sistemas estão incluídos compostos bioativos de esponjas com grande interesse da indústria bioquímica e farmacológica (MUNRO et al., 1994; HAJDU et al., 2004), em razão de sua ação antifúngica, antiviral e antibacteriana (MUNRO et al., 1994; SCHMITZ, 1994). (p.196).	Econômico
A14	Na Zoologia, o estudo dos invertebrados é um portal para o entendimento da diversidade da vida animal. Correspondendo mais de 96% de todas as espécies de animais, os invertebrados, possuem grupos que ainda hoje permanecem desconhecidos e, entre aqueles já identificados, poucos têm sido analisados em profundidade (p. 195)	Quantitativo

A14	Um professor (A) disse utilizar diversas ferramentas pedagógicas para trabalhar o assunto: “Eu costumo explicar primeiro em sala de aula... [pausa] As estruturas, como é que é composta, o fluxo da água dentro das esponjas, como é que ela se alimenta... [pausa] Busco trazer alguns exemplares da praia para mostrar para eles numa prática na sala e, aí, posteriormente, eu vou ao campo com eles para eles mesmos identificarem as diferenças de uma para outra” (p. 199)	Teórico-prático
A15	[...] comenta sobre o fenômeno da piracema; traz curiosidades sobre espécies de peixes ósseos brasileiros; explica como os anfíbios podem representar indicadores de qualidade ambiental; comenta sobre os problemas de iluminação artificial em praias na época de eclosão dos ovos das tartarugas marinhas; e explora muito bem o conteúdo de ofídios, comentando sobre a ação do veneno, medidas para evitar acidentes e o que fazer em caso de acidente ofídico (p. 225)	Ecológico Periculoso
A15	[...] comenta sobre peixes ósseos curiosos; sobre toxinas presentes na pele de anfíbios; invasão de bacias de água doce por raias e acidentes com estes animais; e reconhecimento e primeiros socorros em caso de acidentes com serpentes peçonhentas brasileiras. P. 225	Ecológico Periculoso
A15	[...] cometeu um erro gravíssimo ao afirmar que as serpentes opistóglifas podem ser consideradas não venenosas, podendo colocar em risco a saúde dos alunos que utilizam este livro em suas aulas (p. 227)	Periculoso
A16	o grupo buscou ressaltar a importância destes animais, mostrando que todos os seres têm sua função ecológica na natureza. Sendo assim, não existem organismos “bons” ou “maus”, mas sim seres que desempenham papéis diferentes que ora agem contra, ora a favor dos interesses do homem (LABINAS; CALIL; AYOAMA, 2010). (p.100).	Ecológico
A16	[...] objetivou-se esclarecer aos alunos como estes animais comportam-se frente a outros indivíduos, sejam da mesma espécie ou de outras p.95	Ecológico
A16	Foi ressaltado que, mesmo que alguns grupos de organismos (como as aranhas) pareçam contrariar os interesses humanos, eles exercem funções salutares no equilíbrio do ambiente e que este ambiente equilibrado é, por si só, um grande benefício à manutenção da vida sadia dos seres humanos. P. 100	Ecológico Periculoso
A16	[...] foi possível mostrar às crianças que as aranhas têm importância médico-econômica, na produção de fármacos e fibras super-resistentes inspiradas na teia, por exemplo. (p. 100).	Econômico Periculoso
A16	Foram apresentados alguns casos de acidentes com aranhas, os locais de maior ocorrência e as principais espécies envolvidas. As espécies mais citadas foram: aranha marrom, viúva negra e armadeira. Foi feita, ainda, uma comparação entre o perigo apresentado pela peçonha destas com o de outras aranhas, como a caranguejeira, por exemplo, que apesar de muito amedrontar as pessoas, apresenta pouco perigo aos seres humanos. P. 98	Periculoso
A16	Essa parte foi importante, pois foi possível frisar que não há necessidade de ter medo de aranhas, mas, sim, precaução para evitar acidentes e, para isso, faz-se necessário conhecer os hábitos desses animais p. 99	Periculoso
A16	Foram utilizados animais fixados cedidos pela Universidade Federal de Uberlândia. Hoering e Pereira (2004) afirmam que, ao visualizar o objeto de seu estudo, o aluno entende melhor o assunto, pois o que está sendo observado pode ser manipulado e tocado, o que permite que da observação concreta possa se construir um conceito e não apenas imaginá-lo. (P. 93)	Teórico-prático Experiencial

A16	Com a exibição do vídeo, os alunos compreenderam melhor os mecanismos pelos quais as aranhas confeccionam suas teias, sanando as dúvidas que ficaram na exposição teórica (p. 97).	Teórico-prático
A17	Os alunos foram divididos em grupos, sendo que alguns componentes do grupo faziam coleta dos espécimes, os quais eram colocados em recipientes de plástico com álcool 70%, enquanto outros faziam anotações sobre o ambiente em que os organismos eram coletados. Todo o material coletado foi armazenado em isopores para evitar danos durante o transporte para o laboratório. A coleta foi registrada através de fotografias (p. 84)	Experiencial
A17	Usando o microscópio óptico, deveriam observar lâminas que continham a cabeça de uma mosca, a cabeça de um mosquito e a perna de uma abelha. Logo após a observação deveriam desenhar o que foi visto e nomear as partes desenhadas (p. 84)	Experiencial
A17	Com o uso de lupas de mão e pinças deveriam manipular os artrópodes coletados na saída de campo, observar suas estruturas, e passá-los pela chave dicotômica para identificação das classes desse filo; se caso chegassem à classe Insecta, deveriam procurar a ordem desses animais em material bibliográfico que foi disponibilizada pela professora-pesquisadora (p. 84).	Experiencial
A17	Além de ajudar no desenvolvimento de conhecimentos científicos, as aulas práticas permitem que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos (p. 82).	Teórico-prático
A18	De um ponto de vista antropocêntrico a Entomologia, a partir da imensa variedade de espécies, estuda a complexa importância ecológica da referida classe e classifica os insetos em nocivos e benéficos (p. 01)	Ecológico Periculoso
A18	Contudo estes seres trazem contribuição ao controle ecológico, visto serem os principais responsáveis pela disseminação dos grãos de pólen, considerados os maiores polinizadores que existem no planeta numa relação de mutualismo, como se nutrem do néctar e outras substâncias presentes na planta, em contra partida o pólen adere-se no animal ao visitar outra planta, dessa forma ele contribui para a realização da fecundação cruzada, possibilitando, assim, segundo Raven et al (2001: 510-516), a produção de muitas colheitas agrícolas, incluindo a maioria das frutas de pomares, as plantas forrageiras e muitas verduras; além de serem decompositores e fornecerem para o homem seda, mel, cera e outros produtos de valor comercial (p. 01).	Ecológico Econômico
A18	[...] trouxe uma abordagem tanto salientando a importância econômica quanto ecológica nos aspectos antropocêntricos benéficos e maléficos como doenças, pragas para este e mel para aqueles (p.14).	Ecológico Econômico Periculoso
A18	[...] encontram-se espécies da classe Insecta responsáveis por provocar sérios danos à plantações agrícolas conhecidas como pragas vegetais (GALLO et al, 2002: 5-9), na medicina tanto veterinária quanto humana atuam como parasitas, bem como vetores de inúmeras parasitoses e outras doenças (NEVES et al, 2005: 320-321, 433) (p.01)	Econômico Periculoso
A18	Os aspectos benéficos, quando citados eram interligados com o aspecto econômico, como a produção de mel e seda, portanto dificultando o desenvolvimento do raciocínio crítico sobre a exploração sustentável dos insetos e demais benefícios advindos destes seres (p. 14).	Econômico
A18	Incluídos no filo Arthropoda, os insetos correspondem a aproximadamente 70 a 80% do Reino Animal, ou seja, a maioria dos seus representantes e dos mais importantes, devido a sua grande	Quantitativo Evolutivo

	adaptação a todos os ecossistemas terrestres e aquáticos, exceto ambiente marinho (MICHAEL, 1999: 7,9; NETO et al, 1976: 359-366; STORER et al, 2003: 504-505) (p. 01).	
A18	O livro didático no que tange a classe Insecta foi bastante reduzido em termos quantitativos, embora, tenha se observado o aumento do número de páginas, isso explica a substituição gradual do texto pelas ilustrações (p.14)	Teórico-prático
A19	Saber onde vivem, se possuem hábitos diurno ou noturno, se são agressivos ou não, entre outras informações, contribuiria para uma maior prevenção, sobretudo no caso de aracnídeos peçonhentos (p. 309)	Ecológico Periculoso
A19	Outra informação pouco explorada em todos os livros analisados é a importância ecológica de aranhas e escorpiões, os quais somam, atualmente, mais de 35 mil espécies viventes (BRUSCA e BRUSCA, 2007) e têm um papel muito importante não só em relação aos acidentes que algumas poucas espécies causam, mas sobretudo para o meio ambiente (p.310)	Ecológico
A19	Os acidentes com animais peçonhentos constituem um problema relacionado não somente à saúde pública, mas também à economia de um país (BORGES, OLIVEIRA e COSTA, 2003). Um dos motivos para a ocorrência de acidentes é o desconhecimento, por parte da população, de algumas características dos animais causadores dos mesmos (p. 309).	Periculoso Econômico
A19	[...] sabe-se que todos os escorpiões de importância médica no Brasil pertencem ao gênero <i>Tytilus</i> , representando 60% da fauna escorpiônica neotropical (p. 310).	Periculoso
A19	Incentivar a adoção de medidas profiláticas e divulgar os procedimentos corretos a serem adotados logo após um acidente, contribui para uma redução do número de casos com sequelas, bem como representa uma economia para o serviço público de saúde (p. 310).	Periculoso
A20	[...] todos mencionam sobre a distribuição ecológica dos moluscos, relacionando-os ao ambiente marinho, com espécies pelágicas e outras de água doce ou salobra, e outras, ainda, que habitam ambiente úmido p. 315	Ecológico
A20	[...] como é o caso dos problemas ambientais e econômicos associados à presença do mexilhão dourado, <i>Limnoperna fortunei</i> , nas instalações de usinas (p. 319).	Ecológico Econômico
A20	[...] de importância econômica [...] menciona a produção de pérolas nos Bivalvia, explicando, em uma figura, como se dá o processo de produção na cavidade interna do animal. Porém, a representação é complexa, dificultando seu entendimento (p.319)	Econômico
A20	A apostila A apenas menciona que alguns caramujos são hospedeiros intermediários de vermes, sendo que poderiam ser citados, como exemplos, os parasitos <i>Angiostrongylus costaricensis</i> , causador da angiostrongilíase abdominal, e <i>Schistosoma mansoni</i> , causador da esquistossomose (p. 319)	Periculoso