



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS E SAÚDE
INSTITUTO NUTES DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
SAÚDE

Humberto Martins de Souza

AS RELAÇÕES HUMANO E NATUREZA NO
LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DISCURSO

Rio de Janeiro
2021

Humberto Martins de Souza

AS RELAÇÕES HUMANO E NATUREZA NO LIVRO DIDÁTICO DE
BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DISCURSO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Saúde.

Orientadora: Isabel Martins

Rio de Janeiro
Novembro de 2021

D386r

De Souza, Humberto Martins
AS RELAÇÕES HUMANO E NATUREZA NO LIVRO DIDÁTICO
DE BIOLOGIA: UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DISCURSO /
Humberto Martins De Souza. -- Rio de Janeiro, 2021.
110 f.

Orientadora: Isabel Martins.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional
para a Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências e Saúde, 2021.

1. Educação em Ciências. 2. Educação em Biologia.
3. Livro Didático. 4. Análise Crítica do Discurso.
5. Decolonialidade. I. Martins, Isabel, orient. II.
Título.

HUMBERTO MARTINS DE SOUZA

AS RELAÇÕES HUMANO E NATUREZA NO LIVRO DIDÁTICO DE
BIOLOGIA:
UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DISCURSO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Saúde.

Aprovado em: 11/11/2021 Banca examinadora:

Professora Dra. Isabel Gomes Rodrigues Martins (ORIENTADORA) - UFRJ

Prof(a). Dr(a). Angélica Cosenza Rodrigues (TITULAR) - PPGEdu / UFJF

Prof(a). Dr(a). Laísa Maria Freire dos Santos (titular) - PPGECS / UFRJ

Prof(a). Dr(a). Viviane Cristina Vieira (suplente) - PPGLing / UNB

Prof(a). Dr(a). Rita Vilanova Prata (suplente) - PPGECS / UFRJ

Agradecimentos

Como forma de negociar o inegociável, gostaria de iniciar meus agradecimentos eternizando neste conjunto de páginas e de palavras o nome de minha irmã que, infelizmente, nunca nem as ouvirá nem as lerá:

Nathália Martins de Souza

Apesar de desconhecer sua existência, ela faz parte de cada pilar que constitui o autor dessa pesquisa e, por isso, merece ser creditada com todas as honras em sua apresentação.

Junto a ela, agradeço a minha mãe, Maria Cecília e a minha irmã mais velha, Margareth Souza. Essas são as três mulheres que me criaram e que me deram suporte em todas as escolhas da minha vida. Às minhas três sobrinhas, Lilliam, Diana e Larissa, deixo aqui também minha homenagem. Apesar de novas ainda, são uma fonte de inspiração inexplicável que me move em direção ao futuro.

Dedico um espaço especial às minhas mais antigas amigas e parceiras intelectuais, Angélica Wenjun e Raquel Haddad, sem as quais eu certamente não teria desenvolvido minha capacidade de argumentação e de escuta, nem paixão insaciável por conhecimento.

Agradeço, também, com um toque de ironia do destino, a minha querida professora de Português do ensino médio, Liliane Machado, dotada de uma sensibilidade sem igual, capaz de me fazer enxergar as belezas da literatura e compreender o verdadeiro sentido da linguagem em uso. Ainda que eu tenha escolhido a biologia como graduação, a semente que ela plantou me trouxe de volta às linguagens e me permitiu construir essa pesquisa.

Às minhas orientadoras da graduação, Helena Araújo, Erika Negreiros e Sophie Herzteg, agradeço por terem me acolhido em seus laboratórios e projetos de pesquisa e por terem me ensinado os diferentes caminhos das ciências. À Erika, deixo um agradecimento especial por ter me mostrado que o caminho nunca é um só, que podemos construir nossos desvios para chegar onde quer que desejemos. Deixo também um agradecimento a todos os companheiros do

Laboratório de Biologia Molecular do Desenvolvimento e do Espaço Memorial Carlos Chagas Filho.

A minha orientadora de mestrado, Isabel Martins, agradeço pelos desafios propostos e pela confiança em minhas escolhas. Acredito que não poderia ter caído em melhores mãos, nem em melhor cérebro. Reitero aqui minha admiração e minha esperança de adquirir tamanha lucidez e sagacidade ao longo da minha trajetória. Deixo também meus agradecimentos a todos os companheiros do Laboratório de Linguagens e Mediações e do grupo de estudos de Linguagens e Mediações em Educação (LEME), especialmente à Yasmin Lannate e à Márcia Garcia, com quem dividi muito desespero, risadas, doces e salgadinhos e que contribuíram enormemente para o desenvolvimento da pesquisa nas incontáveis reuniões e disciplinas que tivemos juntos.

Agradeço a todos os meus amigos, por terem estado comigo até aqui em nossos diversos “grupos de estudos” informais e aleatórios, além de terem me acompanhado nos meus melhores e piores momentos: Flavya Perez, Jorge Marçal, Lucas Nascimento, Matheus Favrat, Nayara Aguiar, Paulo Abrantes, Pedro Montemurro e Rhuan Figueiredo.

Por fim, obrigado à CAPES por financiar a minha pesquisa. Espero devolver seu investimento com qualidade e excelência.

Lista de siglas e abreviaturas

ACD – Análise Crítica de Discurso

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

EA – Educação Ambiental

EDS – Educação para o Desenvolvimento Sustentável

EMBRAPA – A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA – Estados Unidos da América

IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LD - Livro Didático

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

UNESCO - A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1. Rede de práticas sociais que compõem o problema social	35
Tabela 1. Ação Antrópica	65
Tabela 2. Atores Sociais Não-Modernos	65
Tabela 3. Atores sociais Modernos com relações negativas com a natureza	66
Tabela 4. Atores sociais Modernos com relações positivas com a natureza	67

RESUMO

Essa pesquisa buscou investigar os sentidos que as representações das relações humano/natureza podem ganhar em um livro didático de biologia. Com base no referencial teórico metodológico da Análise Crítica do Discurso, buscamos compreender como os diferentes atores sociais são representados em suas relações com a natureza; A forma pela qual suas vozes foram representadas e articuladas entre si e entre os discursos sobre ciências presentes no livro; E a forma pela qual as relações com a natureza representadas são avaliadas. O material empírico analisado é constituído por textos presentes em capítulos específicos da coleção de livros para o ensino médio aprovada pelo Plano Nacional do Livro Didático de 2018 – Biologia: Unidade e Diversidade. A partir das análises conjunturais e textuais, construímos um panorama sobre as diferentes relações humano/natureza representadas, ressaltando as hegemônicas e apontando as brechas abertas pela presença de representações contra hegemônicas.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Educação em Biologia; Livro Didático; Análise Crítica do Discurso; Decolonialidade

ABSTRACT

This research sought to investigate the meanings that human/nature relationships representations can gain in a biology textbook. Based on the Critical Discourse Analysis theoretical methodological framework, we sought to understand how different social actors were represented in their relationships with nature; The way in which their voices were represented and articulated among themselves and among the discourses of science present in the book; And the way in which the relations with nature represented are evaluated. The analyzed empirical material consists of texts present in specific chapters of a high school book collection approved by the 2018 National Textbook Plan – Biologia: Unidade e Diversidade. From the conjectural and textual analyses, we built an overview of the different human/nature relationships represented, highlighting the hegemonic ones and pointing out gaps opened by the presence of counter-hegemonic representations.

Keywords: Science Education; Biology Education; Textobook; Critical Discourse Analysis; Decoloniality

SUMÁRIO

1. Introdução	133
2. Conjuntura do problema social.....	144
2.1 Natureza e humano: invenções discursivas	144
2.2 A crise ambiental do antropoceno: relações humano/natureza locais com consequências globais	199
2.3 A educação em biologia e seu papel na construção de sujeitos frente à crise ambiental.....	20
2.3.1. Perspectivas curriculares na educação em ciências	20
2.3.2 Implicações do currículo de Biologia para a construção de relações humano/natureza.	24
2.4 Educações Ambientais e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: influências de práticas de governança global.....	27
2.5 O ensino de ecologia: disputas internas no contexto da disciplina escolar de biologia.....	30
2.6 O discurso Hegemônico da ciência e a colonialidade da natureza	32
2.7 A dinâmica de redes de práticas sociais	355
3. A Análise Crítica do Discurso	388
3.1 O que a Análise Crítica do Discurso tem a oferecer para esta pesquisa?	388
3.3 O que estamos chamando de Discurso?.....	399
3.4 Desenvolvimento metodológico.....	41
3.5. Construindo um problema social e investigando sua representação semiótica	41
3.6 A função do problema na prática social: a quem interessa o problema social	422
3.7 Obstáculos para a superação do problema.....	4343
3.8 Material Empírico	444
3.9 O Livro Didático de Biologia	455

3.10. Delimitação do corpus	477
3.11. Objetivo Geral	488
3.12. Objetivos Específicos	488
4 Resultados	488
4.1 Hegemonia de discursos econômicos como mediadores entre as relações humano/natureza	499
4.1.1 Diferentes discursos de exploração da natureza como recurso	499
4.1.2 O discurso da sustentabilidade: onde a economia encontra a política ..	544
4.1.3 A tensão entre custo-benefício da exploração da natureza.....	60
4.2 Discursos de preservação da natureza para além da dimensão econômica	62
4.2.1 O discurso da preservação entre diferentes culturas.	62
4.2.2 O papel educador da ciência para a preservação.	644
4.3 Atores sociais e suas relações com a natureza e a crise ambiental	655
4.3.1 A Ação Antrópica.....	699
4.3.2 Comunidades tradicionais e indígenas.....	72
4.3.3 Disputas entre conhecimento moderno/ocidental/científico e conhecimentos tradicionais.	75
4.4 representações da natureza e seus impactos na construção do conceito de humano.	778
5. Discussão.....	81
6. Considerações finais	833
6. Anexos	855
REFERÊNCIAS.....	1077

1. Introdução

A educação em ciências se depara atualmente com complexas redes formadas por híbridos natureza/sociedade que tornam cada vez mais difícil a separação exata entre esses dois polos, desestabilizando um dos fundamentos do que Bruno Latour (1993) chama de Constituição da Modernidade. Um desses híbridos constitui um objeto de importância central aos conteúdos da disciplina de biologia: a crise ambiental global que o planeta atravessa hoje. Essa crise ganha contornos bem definidos, principalmente a partir da década de 1950, ao se constatar que a ação humana têm promovido transformações e desequilíbrios ecológicos em escalas e velocidades nunca antes vista, gerando a necessidade do conceito de Antropoceno (CRUTZEN e STOERMER, 2000) para se referir à marca na história do planeta que a humanidade está deixando.

Como educadores em ciências temos o duplo compromisso de introduzir os estudantes no mundo de práticas e linguagens científicas, possibilitando a eles o acesso aos conhecimentos produzidos pelas ciências, ao mesmo tempo que temos o dever de contribuir para sua formação cidadã (KRASILCHIK, 1987), de forma que possam atuar ativamente no processo de tomada de decisões e na elaboração de soluções para os problemas que as sociedades enfrentam hoje e enfrentarão no futuro.

Tendo em vista esse papel, devemos agir de forma cuidadosa para não reproduzir em nossas práticas como educadores os fundamentos que possibilitaram a produção dessa crise ambiental. Esse cuidado nos leva a refletir de forma crítica como os objetos de ensino das disciplinas de ciências e biologia se relacionam com a crise. Por um lado, a biologia é um campo fértil para a produção de soluções para as crises ambientais, a partir do estudo dos ecossistemas e das relações entre os seres que os compõem. Por outro, ela pode atuar na produção de conhecimentos e tecnologias que, longe de serem neutros e desinteressados, dão suporte para diversas práticas que estão no centro da produção da crise ambiental.

O objetivo dessa pesquisa é investigar a forma pelas quais as relações entre humano e natureza estão sendo representadas em um Livro Didático de

Biologia. Consideramos a centralidade desse tema devido à importância que as tentativas de separação entre esses dois polos tiveram na constituição do sistema Moderno/Colonial, cujas formas de produção e consumo resultaram nessa situação ambiental crítica. Entendemos que as ciências modernas, fortemente embasadas pelos pressupostos ontológicos de separação humano/natureza, devem ser repensadas a fim de reposicionar esses dois polos. A partir desse reposicionamento esperamos construir caminhos para repensar a educação em biologia, no intuito de potencializar as contribuições dessa disciplina na formação de cidadãos cujas relações com a natureza possibilitem a preservação das diferentes existências humanas e não humanas que hoje se encontram ameaçadas.

Como pressuposto, consideramos o potencial dessa análise para a elaboração de leituras críticas de materiais didáticos, potencializando a percepção de relações de dominação e opressão presentes nas formas pelas quais a natureza e os seres humanos são representados no ensino de biologia. Caminhando em direção ao que Santos (2007) chama de ecologia dos saberes, esperamos contribuir para a radicalização do presente e consequente consideração das múltiplas formas de ser e de se relacionar com o ambiente que podem estar sendo ofuscadas devido às formas pelas quais ensinamos ciências e biologia.

2. Conjuntura do problema social

2.1 Natureza e humano: invenções discursivas

A linguagem em seu uso social tem o potencial de organizar a experiência humana em sistemas de representação semiótica. Esses sistemas criam conceitos que, por um lado, representam uma dada realidade e, por outro, a (re)constroem, em um processo de produção e estabilização de sentidos. Essa compreensão discursiva da linguagem considera, portanto, que a linguagem e seus signos não se referem a significantes estáticos, mas sim a formas instáveis que vão sendo transformadas conforme as sociedades se transformam (LOPES, 2014).

Essa visão de discurso é o ponto de partida para nossa investigação. A partir dela compreendemos que os conceitos-chave da pesquisa – Humano e Natureza – não passam de representações transitórias que já possuíram diversos sentidos no passado, possuem outros hoje e se transformarão no futuro. Contudo, entendendo que os discursos fazem sempre referências a outros discursos previamente enunciados (FAIRCLOUGH, 2002), consideramos importante compreender um pouco sobre a história e desenvolvimento desses conceitos no ocidente, berço epistemológico das ciências modernas.

Medeiros (2002) aponta algumas das concepções de natureza que foram construídas no ocidente em três períodos históricos distintos. A autora as classifica como: a visão Grega, a visão renascentista e a visão moderna. Aponta, também, as influências do cristianismo na significação desses conceitos.

No período mais antigo retratado, corriam discursos de natureza como algo espontâneo, inteligente e dotado de alma. Para Aristóteles, a natureza tinha movimentos próprios e manifestava-se “como processo, crescimento e mudança” (MEDEIROS, 2002, p. 72). Para os estoicos, a natureza era fonte do fundamento moral e, portanto, os humanos deveriam se inspirar e estar em harmonia com ela. Os epicuristas apresentavam uma visão materialista segundo a qual tudo tinha origem nas causas naturais, sejam humanos, plantas, objetos inanimados etc. Percebe-se uma pluralidade de sentidos percorrendo esse período. No entanto, está ausente nessas visões levantadas o direito de dominação da natureza pelo ser humano. Há, inclusive um sentido de unidade entre ambos, no qual os processos naturais afetam humanos e não-humanos igualmente.

As influências do cristianismo contribuíram para a construção de novos sentidos para os termos. Dentro do criacionismo cristão, Deus criou os seres humanos e lhes conferiu o direito de dominar a Terra. Essa visão constrói uma separação hierárquica bem definida entre os seres humanos e os não-humanos do planeta, a ponto de estabilizar discursos que representam a natureza tomando como ponto de partida a sabedoria divina em criar e posicionar os seres de formas a melhor atender as necessidades humanas.

Contudo, a ideia de superioridade humana e de seu direito de dominação sobre a natureza não eram atribuídas universalmente aos que hoje chamamos de *Homo sapiens*. O contato entre os europeus e outros povos – judeus, árabes,

africanos e indígenas americanos – intensificado durante o final século XV com as chamadas Grandes Navegações revela tensões na concepção de humanidade construída pela Europa. Durante esse período, filósofos cristãos se envolveram em intensos debates sobre a humanidade. Segundo Grosfoguel (2016), foi a partir da lógica do racismo religioso que se determinou quem era humano e quem não era. Por essa lógica, aqueles que acreditavam no Deus cristão tiveram sua superioridade humana sobre a natureza assegurada, enquanto os que acreditavam em outros deuses foram “rebaixados” à categoria de natureza (mesmo que de diferentes formas e níveis) e tiveram sua exploração pelos europeus justificada.

É importante ressaltar a violência envolvida nesse processo. A colonização envolveu a invasão de terras e a imposição da condição de escravizados aos povos africanos e de servos aos povos indígenas. Dentro desse processo, as culturas desses povos foram violentamente reprimidas, com consequências que vão desde o extremo da extinção até a sua incorporação assimétrica na cultura dominante. Esse processo implica no apagamento de discursos não-europeus sobre humano e natureza já no início da construção do sistema mundo Moderno/Colonial (BALLESTRIN, 2013)

Dentro da diversidade de discursos europeus, tornaram-se hegemônicos aqueles associados ao processo de acumulação de capital, que se desenvolveu em torno de relações de exploração dos recursos naturais. Algumas formas de relações que se opunham às práticas envolvidas nesse processo dentro da Europa também foram violentamente apagadas, como exemplifica o período de caça às bruxas (GROSFOGUEL, 2016). Essa violência possibilitou o epistemicídio de saberes que funcionavam em lógicas distintas à de mercantilização da natureza.

Um dos efeitos desses epistemicídios foi a hegemonização de determinados discursos sobre humano/natureza no sistema mundo Moderno/Colonial. Esses discursos sofrem influências da revolução científica e do desenvolvimento do capitalismo. A revolução científica, processo que se deu entre os séculos XV-XVI, contribuiu ao construir um discurso sobre a natureza na qual ela passa a ser vista de forma inerte, mecânica e passível de ser compreendida como um livro. Este livro, o livro da natureza, é escrito na linguagem matemática e é capaz de descrever e prever os fenômenos naturais.

Estes passam a figurar em uma lógica de ordem e regularidade. O cientista (humano), para descobrir os segredos da natureza, deveria se ater as suas variáveis mensuráveis e se distanciar dela, transformando-se em um observador ao mesmo tempo que transforma a natureza em objeto (MEDEIROS, 2002).

O desencantamento da natureza e o potencial de predição e ordenação do mundo que a revolução científica possibilitou estabeleceram novos papéis aos seres humanos (um grupo seletivo de *Homo sapiens* capazes de observar racionalmente a natureza), e à natureza (incluindo os *H. sapiens* desumanizados). A razão passou a ser considerada uma característica humana distintiva, a partir da qual o ser humano era capaz de conhecer as verdades sobre a natureza. Os conhecimentos produzidos por essa forma particular de pensar foram essenciais para uma noção da possibilidade de controle indefinido da humanidade sobre a natureza. Essa noção possibilitou uma visão positivista de progresso linear, no qual o controle gradativo que os cientistas tinham sobre a natureza se traduziria na possibilidade de superar todas as limitações impostas por ela.

As influências econômicas sobre o desenvolvimento da ciência contribuíram para a sobrevalorização de um tipo específico de fazer ciência: a tecnociência (LACEY, 2008). Esse tipo de ciência radicaliza a divisão ontológica entre humano e natureza e produz mecanismos de intervenção controlada nela. Esses mecanismos resultam no aumento da produção e na possibilidade de otimização dos custos de produção. Assim, a ciência é atrelada à noção de desenvolvimento que transforma a natureza em um objeto que não é mais somente fonte de observação e de conhecimento, mas também, e principalmente, fonte de lucro.

Foi em meados da década de 1960 que se começou a denunciar uma crise ambiental global causada por esse modelo de desenvolvimento. Uma das pioneiras no movimento foi Rachel Carson que em 1962 lançou o livro *The Silent Spring* e impactou a cultura popular dos Estados Unidos, ao apontar os efeitos maléficos do uso de pesticidas para a saúde-humana e para o meio-ambiente. A discussão impulsionada pela autora teve um forte impacto ao fomentar um debate filosófico sobre o papel da ciência em produzir verdades sobre a natureza e no questionamento acerca das relações de dominação que possibilitavam o

uso indiscriminado de pesticidas para controlá-la e maximizar os lucros (KROLL, 2001).

A efervescência de denúncias e críticas ao modelo civilizatório ocidental que nasceu nos países centrais do capitalismo, teve efeitos nos discursos sobre humano e natureza, principalmente no que se refere à exploração inconsequente do meio-ambiente e à utilização do conhecimento científico para matar e destruir. Esses fatores, dentre outros, geraram pressões para se buscarem respostas para o problema criado e culminaram em uma série de conferências para discutir formas enfrentamento à crise, sendo proeminente, entre elas, a Conferência de Estocolmo, Suécia, em 1972. Essas conferências influenciaram a criação de propostas curriculares diversas com o intuito de promover, através da educação, mudanças na forma como as sociedades se relacionavam com a natureza em uma tentativa de superação da crise.

Com essas novas influências, passam a coexistir discursos que enaltecem a capacidade humana de controlar a natureza e superar a crise através da tecnologia e da ciência e discursos que apontam um ser humano genérico como intrinsecamente perigoso à natureza devido ao seu estilo de vida predatório. A natureza torna-se um objeto que tem necessidade do controle humano para continuar a existir.

Ressaltamos aqui que esses são discursos hegemônicos com raízes no pensamento moderno que pressupõe a divisão ontológica dicotômica entre humano e natureza (SALGADO, 2019). Outros discursos existem, porém, dadas as relações de poder das estruturas sociais, não têm a mesma abertura para serem ouvidos ou mesmo enunciados fora da lógica de funcionamento da linguagem responsável pelo seu silenciamento. Nesse sentido, Santos (2007) aponta como um dos principais desafios das ciências sociais “fazer o silêncio falar de uma maneira que produza autonomia e não a reprodução do silenciamento.”

Dentro da ecologia emergem movimentos que visam a alternativas a esses discursos hegemônicos sobre as relações entre humano e natureza, compreendendo a crise ambiental como um complexo problema social, cultural e civilizatório. Com a expressão do pensamento decolonial (BALLESTRIN, 2013), emergem discursos que problematizam a relação que o ocidente mantém com a natureza e com as formas que povos não ocidentais têm de se relacionar

com ela, trazendo à luz a existência de outras lógicas de ser e de estar no mundo com concepções diferentes de natureza que precisam ser levadas em conta nas tentativas de superação da crise. O campo da Ecologia Política (ESCOBAR, 2011) surge como uma forma de articular esses novos discursos com as ações e pesquisas feitas pela ecologia.

Considerando esse breve histórico, essa pesquisa busca compreender as relações entre discursos sobre natureza hegemônicos e não-hegemônicos na Educação em Biologia, de forma a perceber possíveis aberturas para discursos não hegemônicos e alguns dos mecanismos para manutenção de seu silenciamento.

2.2 A crise ambiental do Antropoceno: relações humano/natureza locais com consequências globais

A contextualização histórica das noções de humano e natureza no ocidente mostra-se fértil ao pensarmos no fato de que as relações locais estabelecidas com a natureza em uma pequena região da Terra produziram uma série de fenômenos sociais e naturais que constituem uma crise ambiental em escala global. Desde a revolução industrial inglesa autores têm apontado os riscos de escassez de recursos que esse modo de produção pode criar. Porém, foi a partir da década de 1950 que o consumo de recursos do planeta passou por uma aceleração tão grande que seus impactos produziram modificações no sistema terra equivalentes a outras produzidas ao longo de dezenas de milhões de anos de atividade biológica e geológica (STEFFEN, 2015).

Nesse contexto, começa a circular o conceito de Antropoceno (CRUTZEN e STOERMER, 2000) como uma tentativa de nomear um novo período geológico cujas transformações nos ciclos biogeoquímicos do sistema Terra ultrapassam a faixa aceitável para o período anterior, o Holoceno. A novidade dessa era é de que essas transformações são causadas pelos seres humanos, cujas atividades têm efeitos equiparáveis à força da natureza (STEFFEN et al, 2011).

Essas transformações geram efeitos globais que são sentidos por todos os seres humanos e não humanos em diferentes escalas. Steffen (2011) assinala a assimetria na qual os países do Norte Global são os maiores consumidores

dos recursos e produtores de poluição, ao passo que os países do Sul são os mais vulneráveis às catástrofes ambientais decorrentes desse consumo.

Temos então um exemplo de um conjunto de relações humano/natureza de origens localizadas na Europa que se expandiram através da dominação colonial a quase todas as partes do mundo. Portanto, é pertinente problematizar o termo Antropoceno no sentido de desnaturalizar a ideia de uma humanidade genérica atuando no mundo de forma homogênea e gerando as rápidas modificações em escala geológica. Esse humano específico, agente causador do Antropoceno, coexiste com uma diversidade de outros humanos cujas práticas e relações com a natureza não são insustentáveis.

Essa diversidade, contudo, se encontra atualmente ameaçada por práticas de governança global que impõem condições e transformações em sociedades não ocidentais sob o pretexto de preservação e atenuação da crise ambiental. Muitas das soluções propostas impõem mudanças espaciais, comportamentais e educacionais aos povos, em uma tentativa de criar a possibilidade do Desenvolvimento Sustentável, o que mantém as relações humano/natureza oriundas da Europa com poucas mudanças e impõem aos outros povos a sua inserção no sistema mundial globalizado.

A partir da disseminação de discursos de modernização tecnológica, por exemplo (KLEINE, 2017), respaldadas por conhecimentos científicos produzidos nesses locais hegemônicos, as soluções propostas podem se revestir de uma suposta neutralidade e universalidade, cuja autoridade justificaria a imposição de determinadas formas de relação humano/natureza a todo o planeta como condição de possibilitar a continuidade do desenvolvimento capitalista.

2.3 A educação em biologia e seu papel na construção de sujeitos frente à crise ambiental.

2.3.1. Perspectivas curriculares na educação em ciências

As disciplinas escolares e seus currículos são construção histórica que estabilizam, organizam e legitimam o ensino de determinados tipos de conhecimento em detrimento de outros. Nesses processos, materializam-se as disputas discursivas envolvidas na construção das disciplinas e estas expressam as relações de poder entre os diferentes grupos envolvidos em sua elaboração.

Com esse olhar, é possível compreender as disciplinas como processos discursivos, e não como entidades estáticas. Ou seja, ao invés de as disciplinas serem objetos dados, referentes a conhecimentos inquestionáveis e universal e objetivamente importantes, elas são produto de escolhas que refletem o que se compreende como importante a ser ensinado, num dado contexto social localizado no tempo e no espaço (JAHEN, 2012).

Afirmar que as disciplinas são influenciadas por contexto social, contribui para a compreensão de que as disciplinas escolares respondem a questões que vão além daquelas inerentes à sua disciplina acadêmica de referência. Influências políticas, econômicas e ideológicas são exemplos dessas questões. Lopes e Macedo (2011) apontam como as teorias curriculares do início do século XX nos EUA foram desenvolvidas como uma resposta às transformações sociais que começaram a surgir com o processo de industrialização. As tensões entre as duas principais teorias curriculares da época se desenvolviam a partir de uma visão eficientista do currículo - pautada nos princípios tayloristas de racionalização técnica do conhecimento – e de uma visão progressivista – pautada em princípios democráticos no qual os conteúdos deveriam estar associados aos interesses dos alunos e ao combate às desigualdades.

Segundo Moreira e Silva (1994), até a década de 1970, as diferentes correntes curriculares viam no campo uma possibilidade de desenvolver as qualidades necessárias para um cidadão contribuir para o desenvolvimento das sociedades industriais e capitalistas, sem questionar o modelo de desenvolvimento ou o conhecimento científico em si, seja através do tecnicismo de Tyler ou da perspectiva interacional de Dewey. No primeiro caso, desejava-se desenvolver um ser humano dotado das habilidades necessárias para se adequar à sociedade. No segundo, almejava-se formar um cidadão curioso, que soubesse lidar com as mudanças que a industrialização e as transformações técnico-científicas traziam para a sociedade, solucionando os problemas e contribuindo para o “progresso”. A ideia de formar cidadãos para fomentar o progresso de uma nação se intensificou ainda mais nos EUA durante a corrida espacial, que mobilizou, então, uma série de reformas curriculares para formar cidadãos cientificamente capacitados para que a nação pudesse competir na corrida espacial, produzindo efeitos em currículos de ciências em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil (KRASILCHIK, 2000).

Após a década de 1970 vertentes críticas e pós críticas do currículo começaram a emergir, problematizando a ideia de um currículo neutro, enfatizando o caráter político e ideológico das dimensões prescritas e ocultas do currículo. Cresceu o entendimento de que a escola, ao contrário do que a promessa da revolução francesa trazia – de que ela seria uma forma de acabar com as desigualdades sociais -, poderia funcionar como um aparelho ideológico do estado – segundo a definição de Althusser (1970) e servir aos interesses das classes dominantes de manter e reproduzir as desigualdades sociais já existentes. Para esses grupos, pensar o currículo pressupõe um compromisso com a formação de cidadãos críticos e emancipados capazes de promover a transformação social (LOPES e MACEDO, 2011), (APPLE, 1994).

Nesse sentido, Apple (1994) discute o papel do currículo como um aparato de controle social, atuando de forma a reproduzir as desigualdades inerentes do sistema. Popkewitz, por outro lado, aponta o caráter criativo dos currículos ao produzir as subjetividades dos estudantes (JAHEN, 2012). Em ambos os casos, o currículo pode atuar como um reproduzidor dos interesses hegemônicos ou como um meio de construir resistências e caminhos alternativos aos padrões hegemônicos da época. Dessa forma, os currículos são desenvolvidos em meio a interesses divergentes, que disputam o papel da educação na construção de um projeto de sociedade desejável.

É, portanto, a partir das perspectivas críticas que se entende que a educação e o currículo podem ser “um dos principais dispositivos através do qual a classe dominante transmitiria suas ideias sobre o mundo social, garantindo assim a reprodução da estrutura social existente.” (MOREIRA; SILVA, 1994, p. 21). Consequentemente, torna-se papel da pesquisa em currículo se perguntar de quem é o conhecimento que é posto como válido e quais outros são invalidados no processo (APPLE, 1994). A questão, contudo, continua girando em torno da disputa para decidir quais conhecimentos devem ser ensinados, mudando apenas o tipo de cidadão que se quer formar – um cidadão alinhado aos interesses dominantes, ou um cidadão capaz de questionar e promover as mudanças sociais necessárias para a solução das desigualdades e outros problemas sociais oriundos das contradições inerentes ao sistema capitalista.

Em busca de superar os limites dessas linhas de pensamento, as teorias pós-críticas do currículo emergiram na academia e ganharam força no Brasil na

década de 1990, alimentadas pelo pensamento pós-estruturalista. Nessas concepções, o currículo passa a ser visto como uma prática discursiva, constitutiva da realidade. Essa prática produz sujeitos, porém não de uma forma linear e causal. Os sujeitos produzidos são contingentes. Além disso, as relações de poder que atravessam o campo não são exclusivamente econômicas, mas também de gênero, raça e sexualidade (LOPES; MACEDO, 2002). Também segundo as autoras, não há uma visão de futuro embasada por uma metanarrativa fundada na existência de:

um currículo e/ou de uma pedagogia que estejam do lado de uma visão libertadora, justa, igualitária do homem e da sociedade. Tal possibilidade constituiria uma metanarrativa, negada pelo pós-modernismo em função de seu caráter opressor da complexidade e variedade do mundo (LOPES e MACEDO, 2002 p. 22).

Mais especificamente no Brasil, Krasilchik (1987) discute os objetivos de formação das disciplinas científicas da década de 1950 até metade da década de 1980. Dentre eles, aparece frequentemente o objetivo de desenvolver uma racionalidade científica nos estudantes. Se, na década de 1950 esse objetivo tinha como alvo a formação propedêutica de uma pequena parcela da população para a universidade, na década de 1960 há uma expansão do público alvo, entendendo como desejável que os cidadãos incorporassem comportamentos científicos em seu dia-a-dia, sendo capazes de formular hipóteses, analisar resultados, planejar experimentos. Nessa década o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) começou a trabalhar no projeto “Iniciação à Ciência” que:

(...)refletia uma nova fase do ensino, pois buscava apresentar a ciência como um processo contínuo de busca de conhecimentos. O que se enfatizavam não eram determinados conteúdos, mas, principalmente, uma postura de investigação, de observação direta dos fenômenos, e a elucidação de problemas (KRASILCHIK, 1987, p. 16).

Outro objetivo presente na educação em ciências, principalmente a partir da Ditadura Militar, é o de formar mão-de-obra qualificada, na tentativa de modernizar e desenvolver o país. Os comportamentos científicos deveriam ser aprendidos para serem utilizados no trabalho, que exigia cada vez mais conhecimentos científicos e tecnológicos por parte dos trabalhadores.

Um terceiro objetivo também pode ser observado, a partir da constituição de 1988, na articulação das disciplinas científicas com a formação para a cidadania (PINHÃO; MARTINS, 2016), o que implica dizer que o conhecimento científico também deve ser incorporado em mais uma dimensão da vida dos sujeitos, para torna-los aptos a participar da vida política do país, sendo cientificamente letrados e capazes de tomar decisões criticamente embasadas pelos conhecimentos científicos.

Considerando as diversas áreas de influências que o currículo e os conhecimentos científicos selecionados por ele têm na vida dos sujeitos – trabalho, cidadania, tomada de decisão, adoção da racionalidade científica na vida cotidiana -, entendemos que os conteúdos e as visões de mundo construídas pelo ensino de ciências e biologia podem atuar de forma a naturalizar comportamentos e relações entre humano/natureza que estejam no cerne da manutenção da atual crise ambiental global. Essa é, contudo, apenas uma possibilidade entre várias outras que podem ser exploradas devido à propriedade polifônica dos textos curriculares. Essa pesquisa busca compreender como essas diferentes possibilidades aparecem e se relacionam nesses textos, como uma forma de compreender o retrato presentes dos discursos sobre humanidade e natureza em ação no currículo de biologia.

2.3.2 Implicações do currículo de Biologia para a construção de relações humano/natureza.

O campo de disputa que constitui o currículo pode ser lido como uma prática social, segundo a definição de Fairclough (1995). O campo é um conjunto de práticas sociais relativamente estáveis que conectam a estrutura do sistema educacional aos eventos do dia a dia escolar. Nessa prática social, a estrutura linguística tem papel fundamental ao ser utilizada na produção de textos que se relacionam com as realidades escolares. Esses textos se inserem nas práticas escolares num contexto de relações de poder que os possibilita selecionar quais e como os conteúdos devem ser ensinados.

Não negamos a existência de espaço para agência do professor e da comunidade escolar como um todo, que têm potencial de criar interpretações dos currículos impossíveis de serem previstas na elaboração prévia desses

documentos (LOPES, 2012). Porém, neste trabalho, nos concentramos no poder que os currículos têm de estruturar e regular as práticas escolares. Entendemos que os currículos privilegiam determinadas formas de subjetivação em detrimento de outras, contendo a pluralidade de sujeitos que podem ser formados na escola. Em que isso nos importa?

A literatura do campo da educação em ciências e biologia tem apontado e feito críticas ao papel que as disciplinas de ciências, biologia e práticas de educação ambiental¹ (EA) têm em constituir uma visão fragmentada da realidade (MARIN, 2009; SILVEIRA, 2009; MARTINS e GUIMARÃES, 2002). A EA e a educação em ciências e biologia têm atuado de forma a reforçar aspectos da divisão ontológica entre humano e natureza, um dos fundamentos da modernidade (LATOURETTE 1993). Muitas dessas críticas vêm sendo tecidas no contexto de renovação curricular que tem sido realizado nessas disciplinas devido à inserção de novos conteúdos referentes à crise ambiental que começou a ser denunciada já no final da década de 1950.

As críticas apontam o papel das disciplinas de ciências e biologia de produzir sujeitos dentro da lógica de separação entre natureza e cultura. Por um lado, essa forma de se enxergar no mundo está vinculada a uma compreensão de ciência capaz de dominar a natureza e controlar todos os seus efeitos sobre ela - Interrompendo fluxos da natureza em prol da segurança, proteção e sobrevivência humana. Com base nessa necessidade, se justifica a exploração da natureza, representando-a como recurso material e a esvaziando de outros significados possíveis. Por outro lado, as tentativas de discussão sobre os problemas ambientais têm enfatizado soluções que mantêm essa divisão ontológica, compreendendo a natureza como algo a ser salvo e protegido da ação predatória de um ser humano genérico, reforçando uma visão de natureza original e intocada que, segundo Diegues (2000), é uma visão que ofusca e afeta negativamente outras formas de se relacionar com a natureza que foram desenvolvidas ao longo de séculos por outros tipos de sociedade.

Em ambos os casos, alguns discursos estabilizados sobre a relação humano/natureza acabam prevalecendo sobre outros. Essas discursos

¹ Usamos o termo práticas de educação ambiental por entender que estamos falando especificamente de uma parte da Educação Ambiental que atravessa as disciplinas de ciências e biologia, e não ao campo da EA como um todo.

influenciam as concepções de natureza e humanidade representadas nas disciplinas, assim como o papel da ciência e de outros conhecimentos na mediação da relação entre ambos. O movimento de renovação curricular e inserção da problemática ambiental como conteúdo disciplinar em Ciências e Biologia se insere em uma rede de múltiplos agentes com relações de poder desigual e, portanto, a forma como esse movimento modifica a disciplina também reflete o estado provisório dessas relações.

Entre os agentes envolvidos no processo de inserção da problemática ambiental nos currículos escolares, destacamos o papel desempenhado por órgãos internacionais, como a ONU e a UNESCO que desde o final da década de 1960 têm promovido encontros destinados à discussão da crise ambiental e realizado esforços para o seu combate. Um dos resultados, pertinente ao campo educacional, foi a determinação da importância da EA para a formação de sujeitos ecologicamente conscientes e ativos na construção de soluções para a crise (RAMOS, 2001). A EA tem, desde então, se inserido de várias maneiras nos currículos de países ao redor do mundo e, no caso brasileiro foi formalizada como eixo transversal pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e, mais recentemente, na Base Nacional Curricular Comum, apesar de seu papel e importância ter sido reduzido nesta última (OLIVEIRA e NEIMAN, 2020)

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, realizamos uma revisão de literatura buscando trabalhos sobre educação em ciências e relação humano e natureza. A revisão mostrou a EA como o campo onde essa relação é mais frequentemente abordada, o que justifica nossa escolha de considerar suas influências na constituição de relações humano/natureza na educação em Biologia, uma vez que essa é a disciplina na qual ocorrem mais iniciativas de Educação Ambiental (ARARUNA, 2009). Observamos uma diversidade de discursos sobre humano e natureza nesses trabalhos, desde os que abordaram a relação do ponto de vista de várias disciplinas científicas (humanas e naturais) até aqueles que buscaram extrapolar os limites das representações científicas para a construção de novas formas de relação, a partir da experiência estética.

No contexto da educação em biologia, seus conteúdos disciplinares, principalmente os que se referem ao campo da ecologia, também são atravessados por questões relacionadas à crise ambiental. Dada a centralidade da teoria dos ecossistemas nessa disciplina (FRANCALANZA, 1995), que se

debruça sobre o estudo das relações entre os seres vivos e o meio e as leis que regulam o equilíbrio dinâmico que mantém esses sistemas, é cada vez mais marcante a abordagem dos impactos que o modo de vida capitalista tem nessas relações.

Além disso, no intuito de radicalizar o presente e dialogar com as inúmeras relações entre povos humanos e natureza que existem e são deslegitimadas na construção de soluções da crise (SANTOS, 2007), optamos também por considerar as influências que outros atores sociais, muitas vezes excluídos dos lugares de decisão curricular, têm na representação das relações humano/natureza nos livros didáticos.

Para isso, optamos por um olhar influenciado pelos pressupostos da decolonialidade de que as relações coloniais – que atravessam o ensino de ciências – têm promovido o apagamento de outras culturas e saberes, homogeneizando a diversidade de formas de se relacionar com o meio que existiam e ainda existem no planeta, condicionando todos os povos a um silêncio que os impossibilita de falar sobre a realidade a partir de suas próprias ontologias. Portanto, buscamos entender, na conjuntura atual, em que medida as culturas não hegemônicas estão tendo sua voz (e suas relações) representadas e se seus conhecimentos estão sendo valorizados pelas ciências na representação das soluções para a crise.

A seguir, discutiremos mais detalhadamente as influências que esses campos têm no ensino de biologia.

2.3 Educações Ambientais e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: influências de práticas de governança global.

A EA foi citada oficialmente na conferência de Estocolmo, em 1972, quando a Organização das Nações Unidas promoveu um encontro internacional para debater a crise ambiental que movimentos sociais das décadas anteriores, aliados aos conhecimentos das ciências ecológicas, denunciavam. A EA foi apontada como uma estratégia para transformar a intervenção do humano no meio ambiente pelo viés educacional. Em 1977, na Conferência de Tbilisi, ela foi institucionalizada em um documento orientador com suas finalidades e objetivos. Em 1992 foi realizada outra conferência, dessa vez no Rio de Janeiro, na qual

foi reafirmada a importância da EA e seus princípios, adicionando-se, oficialmente, o conceito de desenvolvimento sustentável como um dos pontos centrais da EA (RAMOS, 2002).

Lima (2003) apontou um processo de renovação discursiva no campo da educação ambiental na qual o conceito de sustentabilidade passou a ganhar cada vez mais destaque. O termo Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) surgiu então em meio a práticas já existentes de EA, ganhando notoriedade a partir de 2002 quando foi proclamada pela ONU a década das nações unidas da educação para o desenvolvimento sustentável. A relação entre esses campos é discutida em Barbieri e Silva (2011). Segundo os autores há visões que compreendem a EDS como uma evolução da EA, outros que compreendem as duas como propostas com trajetórias distintas e parcialmente sobrepostas e, por fim, visões que consideram uma inserida na outra. O mais recente marco da EDS foi sua participação na Agenda 2030 que estabelece os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Lima (2003), ao analisar a renovação discursiva da EA para Educação para a sustentabilidade, nos fornece uma visão da construção desse conceito ao apontar o ecodesenvolvimento como um conceito que precede e origina o desenvolvimento sustentável. Apesar disso, os dois apresentam propostas bem diferentes quanto ao combate à crise ambiental.

O Ecodesenvolvimento, termo cunhado por Ignacy Sachs (OLIVEIRA e MONTEIRO, 2015) se posicionava alinhado a ideia de que a economia deveria avançar de forma integrada com o combate às desigualdades sociais e se comprometia com a “autonomia dos povos e países menos favorecidos na ordem internacional” (LIMA, 2003, p. 102). Essa perspectiva possuía um caráter transgressor, que visava a mudanças na ordem social da época, e buscava promover a participação social.

Já o desenvolvimento sustentável surgiu como uma tentativa de conciliar o discurso de crescimento econômico com uma gestão racional do meio-ambiente. Propunha uma solução à crise que não questionava as contradições do sistema capitalista e apostava nas mudanças comportamentais dos indivíduos e nas capacidades da tecno-ciência de manipular a natureza para suprir as necessidades de crescimento. Foi com o Relatório de Brundtland que o termo desenvolvimento sustentável, definido como “aquele que responde às

necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BRUNTLAND, 1991, Apud LIMA 2003) se tornou hegemônico na discussão sobre a crise ambiental e passou a orientar as práticas de educação ambiental.

Os encontros internacionais resultaram em diversos acordos que estabelecendo o comprometimento dos países signatários com metas em diversos âmbitos para a superação da crise. Nesse contexto, em 2015 foi elaborada a Agenda 2030 com os 17 ODS, da qual o Brasil é signatário. Shiroma e Zanardini (2020) discutem o papel que a educação tem nesse documento e afirmam que ela

não é o objeto central da Agenda 2030, mas apenas um meio para se alcançar finalidades planejadas pelos países centrais para serem implantadas na periferia, como indicam as expressões “Educação para a Cidadania global”, “Educação para o Desenvolvimento Sustentável”. (SHIROMA e ZANARDINI, p. 701, 2020)

Apesar de hegemônico, a centralidade do conceito de desenvolvimento sustentável e as práticas de educação ambiental embasadas em seus princípios têm recebido muitas críticas, que apontam como ineficiente o foco dado em promover mudanças comportamentais individuais. Layrargues (2012) define 3 macrotendências da EA – de um lado as tendências conservadora e pragmática, promovendo práticas focadas no conhecimento técnico da ecologia e que visam à manutenção do sistema de produção e de outro a tendência crítica, que aponta as contradições do capitalismo e articula dimensões políticas e econômicas às ecológicas no enfrentamento à crise. Marin (2009) discute as contribuições que a Educação Ambiental Estética tem para repensar as relações humano/natureza ao promover um contato com a natureza a partir de uma sensibilidade estética, buscando construir outros tipos de relação para além da científica-racional. Figueiredo (2012) aponta caminhos para uma educação ambiental decolonial, que considere, junto às representações científicas da natureza, aquelas que fazem parte de outras cosmovisões.

No contexto latino americano, muitas críticas foram tecidas em relação aos conceitos de desenvolvimento sustentável e educação para o desenvolvimento sustentável (GAUDIANO e QUINTANILLA, 2010; ESCOBAR, 2011), principalmente através do campo da ecologia política, que compreende

que a crise ambiental é também social e que, portanto, precisa ser combatida se combatendo as desigualdades sociais que resultam do sistema econômico vigente. Há aqui uma problematização do próprio conceito de desenvolvimento e dos significados contraditórios que ele tem, ao enriquecer grupos específicos enquanto dizima diversas culturas para continuar existindo.

A diversidade de práticas e discursos de educações ambientais indica que a EA é um campo heterogêneo, uma prática social composta por discursos que disputam constantemente a hegemonia. Ter a EA como um eixo transversal na educação significa, portanto, que existem vários discursos sobre as novas formas de relação humano/natureza que participarão da subjetivação dos estudantes para o enfrentamento da crise ambiental.

2.4 O ensino de ecologia: disputas internas no contexto da disciplina escolar de biologia

A ecologia tem sido um forte componente curricular das disciplinas de ciências e biologia desde a década de 1960. Escolhemos esse eixo disciplinar por ele se referir a uma ciência voltada para o estudo das relações que os seres vivos mantêm entre si e com o meio ambiente, incluindo o impacto dos seres humanos sobre os ecossistemas. Apesar de esses conteúdos envolverem temas pertinentes à EA, a ecologia possui particularidades em termos de objetivos e finalidades. São fortes os argumentos pedagógicos de que ensinar ecologia significa construir uma visão mais integrada da biologia e possibilita práticas de ensino mais experimentais sem necessitar de recursos muito sofisticados em laboratórios (FRACALANZA, 1992). Assim, a escolha pela inserção do ramo da ecologia na disciplina responde a questões pedagógicas do ensino de Biologia, além de questões acadêmicas e pragmáticas.

Gomes (2013) analisa em livros didáticos de ciências publicados entre as décadas de 1970 e 2000 como a ecologia se inseriu como uma mudança curricular em um padrão de estabilidades, vinculada de forma mesclada às tradições utilitárias, pedagógicas e acadêmicas desse material.

Fracalanza (1992) analisa livros didáticos de biologia, enfatizando as influências acadêmicas nos conteúdos de ecologia. Segundo a autora, a transição da ecologia de uma ciência voltada para a descrição de leis do mundo

natural não humano para uma ciência voltada à compreensão das relações de interdependência dos ecossistemas e seus componentes (incluindo os seres humanos) é percebida na forma como historicamente os conteúdos de ecologia têm sido inseridos nos livros didáticos de biologia.

Além disso, compreendemos que o ensino de ecologia pode desenvolver os conteúdos científicos da ecologia de diferentes formas, dependendo da concepção que embasa o projeto político pedagógico da escola, das visões de mundo particulares dos professores e dos discursos presentes no LD. Por um lado, o ensino de ecologia pode evidenciar a interdependência dos sistemas naturais e sociais e explorar a diversidade de relações que as sociedades mantêm com seu meio ambiente. De outro, pode eclipsar essa interdependência, reforçando a noção de poder dos humanos sobre a natureza e promovendo o mito de natureza intocada (DIEGUES, 1998), que vê na radicalização da separação humano/natureza a solução para a crise.

Em relação às práticas mais recentes da ecologia no âmbito acadêmico, vale ressaltar o crescente papel da ecologia política na interpretação e proposição de soluções para elementos da crise ambiental. A ecologia política pode ser definida como o estudo de conflitos de distribuição ecológica. Segundo Escobar (2011) ela “Se refiere a conflictos sobre el acceso y el control de los recursos naturales, particularmente como una fuente de subsistencia, incluyendo los costos por la destrucción del medio ambiente.” (p. 66). Temos, então, um campo da ecologia voltado para o estudo das relações humano/natureza sob a ótica dos conflitos resultantes do choque assimétrico de práticas neoliberais com ontologias diversas.

Devemos, contudo, considerar a influência que as novidades do campo acadêmico da ecologia têm nas disciplinas escolares com cautela. Sharma (2018) aponta que no currículo oficial da Georgia, nos EUA, os conteúdos de ecologia sofrem uma defasagem em relação às formas como a ecologia atualmente vem concebendo ecossistemas e suas relações com os humanos. Dessa forma, ao passo que a última tem cada vez mais incluído o humano em suas pesquisas e construindo uma visão integrada entre essas duas entidades, o currículo reproduz uma visão de ecologia ultrapassada pautada na separação entre as duas.

A EA como componente curricular transversal contribuiu para a estruturação dos conteúdos ecológicos em torno da problemática ambiental, porém não deve ser confundida com o ensino de ecologia. Ensinar ecologia e seus conceitos não é necessariamente equivalente a repensar as formas como o ser humano se relaciona com a natureza. Ensinar ecologia implica em escolher formas de representar o mundo natural e, por conseguinte, estabilizar/questionar formas de relacionamento entre esse mundo e os seres humanos. Compreender os discursos da ecologia mobilizados nos livros didáticos pode contribuir para a compreensão das vozes que estão sendo privilegiadas ou omitidas dentro desse campo científico.

2.5 O discurso Hegemônico da ciência e a colonialidade da natureza

A EA e o ensino de ecologia na educação básica têm suas formas particulares de abordar temas e conteúdos relacionados à crise. Em comum, há o papel do conhecimento científico em fornecer modelos da realidade e conferir legitimidade a determinados discursos. A literatura aponta que a ciência também é um campo de disputa, de modo que o termo ciências é mais ilustrativo dessa atividade do que o seu singular. Por essa razão, destacamos a importância de uma postura crítica quanto aos tipos de ciências que estão sendo privilegiados nas práticas de EA e no ensino de ecologia.

Dentre os vários discursos sobre ciências há a hegemonia dos que retratam essa atividade como uma atividade neutra – no sentido de que o pesquisador se afasta do objeto e tem acesso à sua “natureza” objetiva, sem a influência do sujeito que observa. Esse tipo de ciência tem um grande potencial de produzir conhecimentos técnicos de alta confiança e reprodutibilidade, o que possibilita interferir e modificar a realidade de forma controlada e previsível (LACEY, 2008).

Essas visões de ciência se pautam em uma distinção ontológica entre sujeito e objeto, na qual um existe independente do outro. Essa divisão influenciou o desenvolvimento das ciências que conhecemos hoje, assim como muitos outros aspectos das culturas ocidentais. O poder de controlar e interferir nos ciclos naturais possibilitou uma transformação na relação humano/natureza,

na qual a natureza foi inserida em uma rede de comércio global (PORTO-GONÇALVEZ 2006).

Como dito anteriormente, uma das consequências desse tipo de relação humano/natureza pautada no controle total da última para sua inserção em uma sociedade capitalista globalizada foi o desenvolvimento da crise ambiental que vivenciamos. Quando utilizamos as ciências hoje para tentar prever e controlar o meio-ambiente em crise, não estamos reforçando a separação ontológica entre sujeito e objeto? Não estamos trabalhando na mesma lógica que enxerga a natureza como um objeto passível de ser controlado e dominado pela racionalidade humana? Aumentar o controle e o conhecimento que temos sobre o funcionamento da natureza serve para manter um sistema-mundo que estará em constante crise ou para problematizar as raízes dessa crise?

Devido a esses questionamentos, compreendemos a importância de considerar a conjuntura que possibilita que esse tipo de ciência - e a consequente relação humano/natureza que deriva dela - se naturalize de tal forma que seus pressupostos continuem sendo exaltados como a melhor alternativa possível para lidar com a crise enquanto que seu papel na construção da mesma é eclipsado. Para isso, recorreremos ao referencial teórico do grupo Modernidade/Colonialidade (BALLESTRIN, 2013).

O grupo Modernidade/Colonialidade entende que esses dois termos não existem isoladamente. Para haver modernidade, no sentido da proposta civilizatória desenvolvida pelos países europeus, foi preciso haver a colonialidade. Para construir a ideia modernidade, foi necessária a construção dos atrasados, aqueles que ainda não chegaram no estágio naturalizado pelos países modernos. Para a consolidação do projeto de modernidade, foram necessários o apagamento e a desvalorização de outros projetos civilizatórios, tanto pela violência física quanto pela violência epistêmica. Nesse processo, várias outras formas de se relacionar com a natureza foram deslegitimadas e extintas, consideradas atrasadas, místicas e improdutivas. É partir dos eixos de poder colonial que o domínio dos países do Norte global continua sendo reproduzido, mesmo após o fim do colonialismo.

O conhecimento científico e o uso que foi dado a ele têm um papel importante nessa reprodução, quando impõe como única forma legítima de produção de conhecimento aquela pautada na separação ontológica do

iluminismo. Por causa disso, os conhecimentos de várias culturas que foram produzidos ao longo de centenas de gerações foram exterminados ou incorporados e ressignificados dentro da lógica científica. Apesar de nem todo tipo de ciência trilhar o caminho de desvalorização e apagamento de outras epistemologias e ontologias, o discurso hegemônico de ciências que estamos apontando nesse trabalho o faz, por ser um discurso que entende que produção de conhecimento só é válida dentro da lógica dicotômica entre sujeito e objeto.

Assim, afirmamos que o conhecimento científico hegemônico pode atuar alinhado à colonialidade, no sentido de promover formas de se relacionar com o mundo que reproduzem a ideia de superioridade dos conhecimentos produzidos pelos países do norte e pelos caminhos propostos por esses países. Isso pode acontecer tanto pela desvalorização direta de outras formas de conhecer, quanto pela omissão do papel que essas outras formas tiveram na construção dos conhecimentos científicos que temos hoje. De um modo ou de outro, é criada uma narrativa de que “a ciência” funciona isolada de seu contato com outras culturas e epistemologias e, dos povos não ocidentais.

Por outro lado, os povos que não vivem sob os pressupostos da modernidade enfrentam os problemas ambientais sem ter sua voz legitimada dentro de sua própria ontologia. Diegues (1998) discute sobre como os modelos científicos resultam na expulsão de povos de seus territórios ou na imposição de uma nova forma de se relacionar com o território, desvalorizando o efeito de conservação daqueles ambientes que resultaram das relações que eles estabeleciam com a natureza. Nesse caso, é pertinente citar Assis (2014) quando diz:

No receituário clássico da modernidade, bem como nos desdobramentos hodiernos do capitalismo, duas alternativas infernais (Stengers; Pignarre, 2005) têm sido infligidas aos povos subalternizados: uma decorre da completa aniquilação e a outra, da civilização imposta. (pp. 615)

A alternativa à aniquilação é, portanto, a incorporação assimétrica na lógica colonialista, na qual formas de se relacionar com a natureza que extrapolam o sentido utilitário, objetivista e de controle da natureza são desprovidas de sentido e validade. Esse eixo da colonialidade foi caracterizado

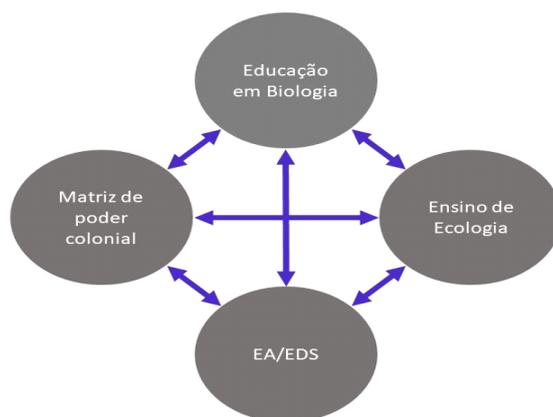
por Walsh (2010) como Colonialidade da Natureza. É essa matriz da colonialidade que

Es la que se fija en la distinción binaria cartesiana entre hombre/naturaleza, categorizando como nomodernas, “primitivas”, y “paganas” las relaciones espirituales y sagradas que conectan los mundos de arriba y abajo, con la tierra y con los ancestros como seres vivos. Así pretende socavar las cosmovisiones, filosofías, religiosidades, principios y sistemas de vida, es decir la continuidad civilizatoria de las comunidades indígenas y las de la diáspora africana. (WALSH, 2010 pp. 14)

Recorremos a essa perspectiva com o objetivo de compreender as dimensões macrossociais que o ensino de ciências pode ter ao abordar a crise ambiental. Não se nega aqui o potencial das ciências de mitigar ou de propor soluções para alguns aspectos da crise. Contudo, se entende que a crise ambiental é um fenômeno altamente complexo que envolve, além das questões biológicas, dimensões sociais, políticas, psicológicas e éticas. Por essa razão, é preciso analisar o papel do ensino de biologia de forma crítica para compreender em que medida ele pode atuar como uma força que realmente contribua para a superação da crise ou apenas como uma forma de mitigar alguns aspectos enquanto perpetua comportamentos e relações de poder que estão no cerne de sua produção.

2.6 A dinâmica de redes de práticas sociais

A educação em ciências, como já dito anteriormente, é uma prática social e, como toda prática social está sujeita a disputas de poder. Os atores que compõem sua arena participam de inúmeras outras práticas sociais e, portanto, podemos dizer que essas práticas inserem no campo suas influências. O quadro abaixo – Quadro 1. -, inspirado no formulado por Resende e Ramalho (2006, p. 42) ilustra a relação dialética entre essas diferentes práticas sociais.



Quadro 1. Rede de práticas sociais que compõem o problema social.

Compreende-se que as práticas que compõem a rede tornam-se momentos constituintes do problema social. Também mantém entre si uma relação de influência mútua, sendo importante, então, ter uma visão de fluidez entre essas práticas. Os três exemplos de práticas sociais que separamos anteriormente devem ser entendidos como campos que também se atravessam, ao invés de entidades discretas que influenciam separadamente as práticas de Educação em Biologia.

É impossível pensar em um ensino de ecologia que rejeite completamente a influência do ser-humano nos ecossistemas naturais, assim como é impossível pensar em uma educação ambiental que não utilize os conceitos trabalhados na disciplina de ecologia. Além disso, as contribuições do grupo Modernidade/Colonialidade não são feitas em um vácuo teórico. Ao invés disso, se relacionam com os diversos movimentos de resistência à colonialidade. Assim como seus discursos atravessam o campo do ensino de ciências, eles também atravessam os campos da EA, desenvolvendo novas formas de pensa-la, por exemplo:

...é importante pontuar que na América Latina coexistem regimes de natureza (Escobar, 2005a, p. 25 apud Alimonda, 2011, p. 53), alguns mais hegemônicos – o desenvolvimentista, com as monoculturas e o consumismo – outros sob o jugo do encobrimento colonial – como o bem-viver indígena, ou os regimes agroecológicos de pequenos produtores, a agricultura familiar etc. Propomos a leitura dessa coexistência como uma potencialidade para a Educação Ambiental, já que ao se territorializar, pode atuar na revelação de tais regimes, tomando partido frente a eles, desnaturalizando a cisão ser humano-

natureza e fortificando uma pedagogia da vida plena e em liberdade para todos, uma pedagogia da subversão, popular, de base comunitária, decolonial. (SALGADO, 2019, p. 616)

Ainda segundo a autora, a imposição de uma sociedade contra a natureza no sentido de dominá-la é parte da colonialidade da natureza. A colonialidade atravessa as práticas sociais, reforçando o imaginário de superioridade europeia. A partir do modelo apresentado no Quadro 1, isso significa dizer que as ciências também são atravessadas pelo padrão de poder colonial e podem ser utilizadas como ferramentas para a manutenção desse sistema. Apesar disso, mudanças ocorrem dentro das práticas científicas e a visão de humano contra a natureza vem sendo questionada pelos movimentos ecologistas motivados pelas críticas aos sistemas de produção e seus impactos no ambiente. O ensino de ecologia está inserido nessas tensões, e a emergência de propostas decoloniais de educação podem contribuir para uma reestruturação discursiva do campo, abrindo portas para um ensino de ecologia mais preocupado com a pluralidade de formas de se relacionar com a natureza que foram apagadas pela colonialidade, ao invés de tomar como ponto de partida as necessidades de consumo que a nossa sociedade tem.

Em resumo, não objetivamos colocar um muro entre essas práticas sociais, e sim entender que, apesar de se influenciarem, elas mantêm especificidades que podem aparecer articuladas no livro didático. Essa articulação é potente no sentido de produzir subjetividades híbridas, que incorporem discursos diferentes oriundos desses campos e que são, por vezes, antagônicos. É exatamente por essa razão que propomos a Análise Crítica do Discurso (ACD) como referencial teórico-metodológico para investigar as relações de poder entre esses discursos, entendendo que essa investigação pode fornecer pistas sobre a dinâmica estabelecida entre eles e pode promover uma utilização crítica do material, a partir de uma reorientação discursiva dos potenciais presentes no LD.

3. A Análise Crítica do Discurso

3.1 O que a Análise Crítica do Discurso tem a oferecer para esta pesquisa?

A análise crítica de discurso (ACD) é um referencial teórico metodológico pautado em pressupostos ontológicos do realismo crítico. Nessa visão filosófica de mundo, a realidade é enxergada de forma estratificada em três grandes domínios: o potencial, o realizado e o empírico. O domínio do potencial se refere às “estruturas, mecanismos e poderes causais dos objetos” (RAMALHO; RESENDE, 2011, p. 34). Essas estruturas demarcam aquilo que é possível de ser realizado, mas não necessariamente o que é realizado. Para exemplificarmos, basta compreender a língua que falamos como uma estrutura de produção de sentidos potencialmente ilimitada, mas que, ao passar pelo filtro da enunciação, ganha contornos mais concretos e limitados ao contexto local.

Esse momento mais concreto é o domínio do realizado, aquilo que as estruturas e o poder produziram de forma causal. Ou seja, o enunciado só faz sentido porque há uma estrutura prévia com o potencial para tal. Por fim, o domínio do empírico é aquele no qual nós apreendemos os sentidos das estruturas e do realizado a partir de nossa experiência subjetiva. Estabelece-se então uma via de mão dupla. As estruturas fornecem potenciais estáveis para a produção de sentidos, ao passo que a realização e a percepção subjetiva das enunciações possibilitam que novos significados surjam nas estruturas.

Uma pesquisa inserida no referencial da ACD tem como pressuposto de que não podemos ter acesso direto aos domínios do potencial e do realizado, uma vez que nos relacionamos com os fenômenos a partir da nossa experiência. A elaboração de um problema de pesquisa parte sempre do domínio empírico e é, portanto, uma questão particular daquela experienciada pelo autor. Ao mesmo tempo, a experiência não é capaz de conceber tudo o que foi ou poderia ser realizado. Por isso é importante considerar a relação dialética entre esses domínios para termos uma compreensão da relação entre as estruturas, as ações e os sentidos que produzimos a partir da experiência (RAMALHO; RESENDE, 2011). Devido a essa concepção de realidade é que entendemos

que, através da ACD, podemos atuar nos domínios mais concretos para promover modificações nas estruturas mais abstratas.

3.3 O que estamos chamando de Discurso?

O Discurso em ACD é visto em sua dimensão social, sendo a linguagem entendida como uma prática social, uma “parte irreduzível da vida social dialeticamente interconectada a outros elementos sociais” (Resende e Ramalho, p. 11, 2006)”. O objeto de análise da ACD são textos e seus contextos de produção, disseminação e consumo. Os textos são entendidos como o evento social (domínio do empírico) que materializa as relações de poder presentes nas estruturas sociais (domínio do potencial). Essas duas dimensões são mediadas pelas práticas sociais (domínio do realizado), que equivalem a regras relativamente estabilizadas de formas de agir, representar e identificar ou ser no mundo. A linguagem é entendida como um dos momentos dessas dimensões, entre outros, como os momentos biológico, psicológico e social, que interagem de forma dialética na produção de estruturas, práticas e eventos (RESENDE; RAMALHO, 2006), (FAIRCLOUGH, 1995).

As linguagens são estruturas que constroem e possibilitam a comunicação por meio das práticas discursivas. As ordens de discurso são as formas de organização dessas práticas, formas estabilizadas de utilizar a linguagem em determinados espaços e instituições. As ordens de discurso são divididas em três momentos (RESENDE; RAMALHO, 2006):

- O Acional, referente ao gênero textual, que compreende a organização textual e sua forma de (inter)agir com o mundo. Refere-se ao eixo do poder, no qual se definem a estruturação das formas de enunciar em contextos específicos;
- O representacional, referente aos discursos (em seu sentido contável), refere-se ao eixo do saber, no qual fenômenos ganham formas particulares de representação;
- O identificacional, referente ao eixo da ética, constitui-se pelas formas de identificação do autor do texto, dos sujeitos representados e dos leitores com valores e identidades.

Essas três maneiras de o Discurso agir nas práticas sociais não são excludentes e discretas. Elas mantêm uma relação dialética entre si, na qual uma sempre contém em si elementos das outras, sendo, portanto, apenas categorias que possibilitam a análise de aspectos específicos do discurso (FAIRCLOUGH, 2003),

Ao entender o discurso como uma prática social interconectada a outras dimensões da vida social, Fairclough (1995) evidencia que ele está sujeito às disputas por poder e pode ser um mecanismo de manutenção ou de enfrentamento a situações de dominação e opressão. A metodologia é crítica porque busca alertar sobre esses efeitos sociais, assim como desvelar condições ocultas de dominação e buscar a superação dessas relações (MANTUANO, 2018). Para tal, a ACD se utiliza dos conceitos de ideologia e hegemonia.

Ao qualificar um discurso como ideológico, a ACD não está afirmando sobre sua veracidade ou falsidade, e sim sobre seu papel na manutenção das relações de poder. Dessa forma, um discurso ideológico é aquele que carrega em si a naturalização das assimetrias de poder em diversos níveis (gênero, classe, raça, etc). Um discurso ideológico está sujeito a disputa por hegemonia no campo discursivo, uma vez que as relações de dominação não estão associadas a um grupo homogêneo e sim a um conjunto heterogêneo de forças que estão disputando por um equilíbrio dinâmico para manutenção de poder (FAIRCLOUGH, 1995). Se novos atores entram na disputa, esse equilíbrio é deslocado, havendo disputa por apropriação e resignificação de discursos. É nesse espaço que a Análise Crítica de Discurso tem seu potencial de transformação, ao contribuir para o deslocamento das relações de poder.

No presente trabalho, a Educação em Biologia é visto como uma prática social, cujo momento linguístico (suas ordens de discurso) implica na elaboração de textos com formas específicas de agir, representar e classificar o mundo. Esses textos produzidos têm potencial desestabilizar ou naturalizar relações coloniais em que as relações entre humano e natureza pautadas em ontologias europeias hegemônicas são sobrevalorizadas em relação às não-europeias. Os discursos coloniais hegemônicos coexistem com outros discursos desta prática particular e das outras práticas sociais que a atravessam.

3.4 Desenvolvimento metodológico

A metodologia pressupõe alguns passos para sua realização. Segundo MANTUANO (2018):

Chouliaraki e Fairclough (1999) apresentam cinco aspectos que devem ser identificados no processo de análise crítica do discurso, na ordem: um problema social com aspectos sociolinguísticos; os obstáculos para a superação deste problema; a função deste problema na prática social; as possibilidades de transposição dos obstáculos identificados; e a reflexão sobre a própria análise realizada. A identificação dos obstáculos por sua vez compreende três fontes de análise: a conjuntura, a prática particular investigada, e o discurso. A análise da prática e da conjuntura (rede de práticas) garante a contextualização da análise discursiva, isto é, possibilita a relação entre a “microanálise” textual ao contexto particular da prática e às características mais amplas que emergem da rede de práticas – a “macroanálise” (FAIRCLOUGH, 2003). (p. 52)

A análise da conjuntura foi discutida na primeira parte desta dissertação. A seguir, discutiremos sobre o problema social, função desse problema social e a quem ele interessa.

3.5 Construindo um problema social e investigando sua representação semiótica

A ACD como referencial teórico-metodológico pressupõe a impossibilidade de um contato objetivo que acessa diretamente a realidade investigada, pois entende que a realidade só pode ser acessada a partir do filtro da experiência. Por essa razão, cabe ao pesquisador que utiliza a ACD entender que seu problema de investigação foi construído a partir da experiência e do contexto em que está inserido (RESENDE; RAMALHO, 200).

Dito isso, a partir da análise do contexto da forma como a relação entre humano e natureza está presente na educação em Biologia, desenha-se o seguinte problema social:

A educação em biologia reproduz discursos acerca da relação humano/natureza que estão associados às causas da atual crise ambiental global.

Como representação semiótica desse problema temos as representações das relações humano/natureza que tendem a se expressar em termos econômicos e de domínio da natureza pelos humanos.

Representação das relações humano/natureza dos textos didáticos

3.6 A função do problema na prática social: a quem interessa o problema social

O pressuposto da ACD de uma conexão dialética entre linguagem e outros elementos e estruturas da vida social resulta na compreensão de que o problema social identificado é apenas o momento discursivo de uma prática social mais ampla que leva em consideração outros elementos para se manter, como o econômico e social. Dessa forma, é preciso enquadrar o problema em um contexto amplo de práticas.

Da literatura investigada para a elaboração do problema, percebe-se que a manutenção da divisão ontológica entre humano e natureza, que agrava a crise ambiental, está inserida dentro de um contexto mais amplo: o da colonialidade/modernidade. Entendemos, então, que essa divisão funciona a serviço da matriz colonial de poder que produz epistemicídio/genocídio e se impõe como a única forma de ver e de resolver os problemas do mundo, mesmo quando é ela mesma a causa do problema ambiental em questão. O resultado disso é a manutenção da hierarquia que privilegia os conhecimentos e formas de viver dos países coloniais do Norte em detrimento dos países subalternizados.

Dentro dessa matriz colonial de poder, diferentes grupos estão em constante disputa por hegemonia, como o discurso empresarial e o discurso político, e se beneficiando da exploração da terra, da natureza e dos seres-humanos. A crise ambiental é consequência de uma forma de relação entre natureza e sociedade que responde a interesses de grupos econômicos poderosos de uma forma não linear. Se por um lado seria ingênuo afirmar que o objetivo das grandes empresas é destruir o planeta, por outro fica claro

que seu modelo de produção pautado pela acumulação de capital resulta na destruição da natureza e dos povos que habitam nela.

Com a irrefutabilidade da condição de crise que essas relações produziram, os grupos poderosos tentam promover mudanças dentro da ordem capitalista, buscando superar alguns elementos da crise ambiental sem precisar modificar a lógica da maximização dos lucros (SHIROMA e SOUZA, 2020). A construção de uma agenda global de medidas para a superação da crise constrói uma narrativa de que a saída é única e que está sob a liderança dos grupos que a constituem. Dessa maneira, para terem suas vozes ouvidas, os povos de ontologia não modernas precisam se expressar partir da ótica moderna para terem espaço de luta, se submetendo à lógica imposta. Ao mesmo tempo, esse intercâmbio abre brechas nas divisões modernas entre os seres, pois, apesar de a hierarquia de poder privilegiar as representações modernas, o choque de visões gera modificações em ambos os lados. Valorizar as criações que vivem nesta brecha pode promover mudanças discursivas sobre humano e natureza férteis para o repensar da forma de existir da sociedade globalizada.

3.7 Obstáculos para a superação do problema

Apesar de movimentos de resistência negras, indígenas e camponeses na América Latina terem realizado avanços ao fazer frente à tentativa totalizante e epistemicida da modernidade/colonialidade (WALSH, 2009), as estruturas sociais modernas ainda estão fortemente inseridas dentro da lógica colonial. Como dito anteriormente, o ensino de ciências se impõe como uma necessidade na vida das pessoas para que elas estejam aptas ao trabalho, a cidadania e à tomada de decisões. Ao mesmo tempo, uma lógica de superioridade eurocêntrica impõe ao silêncio e à invisibilidade outras cosmologias com outras relações entre humano e natureza.

Transformar essa relação implica enfrentar a lógica colonial por trás da instituição escolar, desde os documentos normativos sobre sua função até as práticas cotidianas de sala de aula. Em especial na Educação em Biologia, significa enfrentar a colonialidade do saber e a colonialidade da natureza, buscando formas de pluralizar os diferentes discursos sobre humano e natureza e de posicionar o conhecimento científico como um saber socialmente localizado

no tempo e no espaço e que está sempre em relação com outras formas de saber, seja a partir do diálogo, seja a partir do apagamento.

Contudo, a escola não é o único lugar capaz de produzir sujeitos a partir de pedagogias. Outras práticas sociais também têm seu potencial pedagógico de formação de subjetividades, como o cinema, a igreja e os espaços de lazer (WORTMANN, 2015). Por essa razão, entende-se que mudanças discursivas nas práticas sociais escolares somente não são suficientes para a superação do problema, e sim uma contribuição para que outras vozes e concepções de humano e natureza possam florescer nas disputas por hegemonia em outras práticas sociais. Por isso, para superação do problema é preciso uma visão ampla das redes de práticas que são mobilizadas em sua manutenção.

3.8 Material Empírico

O material empírico da Análise crítica de discurso são textos – eventos sociais discursivos. Investigar esses textos possibilita:

Investigar mecanismos causais discursivos e seus efeitos potencialmente ideológicos. Segundo, refletir sobre possíveis maneiras de superar relações assimétricas de poder parcialmente sustentadas por (sentidos de) textos (RAMALHO; RESENDE, 2011, p. 105).

A análise deste material envolve duas partes: a compreensão e a explanação. Na primeira etapa, o texto é lido buscando possíveis compreensões derivadas dos diferentes posicionamentos sociais, crenças, valores e experiências dos leitores. A segunda etapa se refere na busca por marcas lexicais, fundamentadas em arcabouço teórico específico com raízes na Linguística Sistêmica Funcional (HERBELLE, 2018), que forneçam pistas sobre como esse texto (evento) contribui para o problema social definido, levando em conta seu papel nas lutas hegemônicas.

Além disso, devido à profundidade ontológica do referencial, entende-se que somente a análise do texto (discurso) não é capaz de esgotar todas as interpretações possíveis da realidade. Uma das formas de contribuir para a superação dessa limitação é ampliar a análise do texto para além de sua forma

e função escrita, incluindo nela uma análise da conjuntura na qual o texto foi produzido, circulado e lido. (RAMALHO; RESENDE, 2011).

Partindo das perguntas que o problema de pesquisa pode suscitar sobre a relação entre a crise ambiental e os tipos de relação entre ser humano e natureza que o ensino de ciências está construindo, optou-se por analisar livros didáticos aprovados pelos Planos Nacionais do Livro Didático (PNLD) de 2018. Os livros foram selecionados a partir do Guia do Livro Didático do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD, 2018). Dentre estes, foram escolhidos aqueles em que o parecer do Guia ressaltou como relevante a presença de discussões sobre as relações entre humano e natureza. Esse material é um evento discursivo resultante do embate de múltiplos atores e que impacta nas práticas sociais da educação. Assim, compreender as vozes representadas, através da análise dos discursos presentes em seus textos, e como os diferentes sujeitos são identificados e representados, a partir da análise dos estilos pode ser bastante elucidativo sobre as relações humano/natureza em disputa no campo da educação.

3.9 O Livro Didático de Biologia

O LD é um material composto por uma cadeia de gêneros textuais e com forte influência nas práticas sociais escolares. Seu caráter polifônico o caracteriza pelo diálogo entre as diferentes vozes articuladas em sua produção, que estão abertas às múltiplas interpretações possíveis por parte dos leitores. Segundo o referencial teórico-metodológico da ACD (FAIRCLOUGH, 1995), devido a essa propriedade dos textos é possível extrair deles informações sobre as relações de poder entre diferentes representações de mundo a partir de marcas lexicais, em uma análise fundamentada pela Linguística Sistêmica Funcional. Assim, é possível compreender alguns dos sentidos que os textos podem ter nas práticas sociais em que estão inseridos, seja omitindo/naturalizando situações de desigualdades ou contribuindo para a sua superação.

O LD de Biologia é um texto influenciado pela interação de diversas práticas sociais, que envolvem, entre outras, a elaboração de documentos curriculares, discursos provenientes da disciplina de referência acadêmica e,

mais recentemente, discursos curriculares oriundos de debates internacionais sobre a chamada crise ambiental. Estes últimos têm se inserido com significativa proeminência na educação, principalmente a partir do encontro de Tbilisi (1977) que atribui à EA um papel fundamental para a superação da crise (RAMOS, 2002). Dentro das disciplinas tradicionais, a Biologia se constitui como uma das disciplinas mais abertas para as temáticas trabalhadas na EA, sendo, uma delas, a relação dos humanos com o meio-ambiente (ARARUNA, 2009). No contexto de estabilidades e mudanças que constituem os currículos das disciplinas de ciências e biologia e seus LD, o campo da ecologia, da EA e dos movimentos sociais trouxeram mudanças para a disciplina.

Além das mudanças inseridas por essas áreas, os campos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Decolonialidade/Modernidade também introduzem novas dimensões para a percepção da crise ecológica na disciplina ao problematizarem aspectos epistemológicos e ontológicos das ciências, apontando a possibilidade de determinados modelos de ciência estarem envolvidos na construção da crise ambiental e pondo em cheque uma visão ingênua de que o conhecimento técnico-científico é necessariamente o melhor caminho para se pensar a solução da crise.

Nessa perspectiva, outros conhecimentos – populares e tradicionais – poderiam contribuir para a problematização da própria condição civilizatória do ocidente, a partir do diálogo intercultural crítico (CANDAUI 2010) entre diferentes cosmovisões. A partir da troca intercultural, outras formas de produzir ciência podem emergir, orientadas por bases e objetivos diferentes do que os pressupostos da modernidade de ordem e progresso, como é o caso da ciência pós-normal, segundo a qual “O diálogo sobre a qualidade e a formulação de políticas devem ser estendidos a todos os afetados pela questão, que formam o que chamamos de 'comunidade ampliada dos pares'” (FUNTOWICZ e RAVETZ, p. 219, 1997)

Assim sendo, entende-se que o LD de Biologia pode abordar a crise ambiental sob diferentes pontos de vistas, contribuindo para a manutenção de uma relação humano/natureza fundamentada por um discurso hegemônico técnico-científico supostamente capaz de solucionar a crise (encobrendo o papel desta na construção da crise), ou problematizando as causas da crise em níveis mais profundos, promovendo uma diversidade de representações de relações

humano/natureza e apontando para uma tentativa de superação da crise ambiental que envolva as demandas e contribuições de outros povos. Dado o caráter polifônico dos textos, é possível que discursos contraditórios estejam presentes no corpo do LD e que ele esteja produzindo ambos (e mesmo outros) sentidos em diferentes momentos e com diferentes ênfases (o que indica relações de poder e hierarquia entre os discursos).

3.10 Delimitação do corpus

Para investigar essa questão, selecionamos como material de análise um LD de Biologia indicado no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018. Essa escolha se deve ao fato de esse programa ter sido pensado após a entrada do Brasil na agenda 2030 estabelecida pela Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável e que compõe uma nova força discursiva no campo da educação. Segundo o PNLD 2018, um dos objetivos da disciplina de biologia é “contribuir para a formação humana integral que possibilite, de forma crescente, a participação dos cidadãos na construção de uma sociedade justa sócio e ambientalmente” (PNLD, 2018, p. 8)

Em seu corpo, o documento ressalta o papel que a disciplina Biologia tem em “auxiliar a tomada de consciência dos problemas ambientais que são produzidos pelo modo de vida contemporâneo...” e que “O ensino de temáticas relacionadas aos diversos ramos da Biologia (...) tem sido um aliado imprescindível na construção de alternativas possíveis para uma vida em sociedade que interaja de outras formas com o meio ambiente”. O destaque nessa questão responde às demandas de inserção da questão da crise ambiental na educação, e conta como um dos fatores relevantes na avaliação dos livros.

Ao falar sobre a relação entre a biologia e a diversidade sociocultural, o documento ressalta que “... a disciplina escolar Biologia pode ultrapassar um ensino pautado somente na tolerância, assumindo um compromisso efetivo com a superação de visões preconceituosas, normatizantes, racistas, machistas e elitistas – que geram violências físicas e simbólicas cotidianas –, valorizando a diversidade sociocultural que marca a nossa sociedade”. Por essa razão, entende-se haver um compromisso da educação em biologia em contribuir para

a superação das desigualdades sociais em conjunto com a preocupação em promover uma mudança na forma como a sociedade interage com o meio-ambiente.

Como critério de seleção, foram lidos os pareceres de cada livro, procurando pistas sobre a forma como as relações humano/natureza são tratadas. Nessa seleção se destacou o livro “Biologia – Unidade e Diversidade” que, segundo o PNLD:

Em diversos momentos, a coleção apresenta o fenômeno da vida, em sua diversidade de manifestações, evidenciando as inter-relações entre as diferentes formas de vida e o quanto as ações humanas têm interferido na biodiversidade do planeta. (2018, p. 61)

A seguir, determinaremos os objetivos norteadores da análise deste material.

Quantos textos foram analisados? Quantas linhas? Páginas? Em que seção do livro foram encontrados? Qual o volume?

3.11 Objetivo Geral

Analisar representações das relações humano/natureza no livro didático de biologia, identificando que diálogos elas estabelecem com diferentes discursos sobre a crise ambiental.

3.12 Objetivos Específicos

- Analisar as visões de ciência representadas no LD.
- Analisar as representações de atores e suas relações com os humanos e a natureza.
- Investigar os sentidos de humano e natureza presentes no Livro Didático.

4 Resultados

Os resultados estão organizados em seções referentes aos principais discursos identificados na análise, assim como os atores sociais representados.

Ao longo do texto, citações diretas a trechos curtos e palavras dos textos do Livro Didático analisados estarão grifadas em negrito e entre aspas.

As duas principais categorias discursivas identificadas foram discursos econômicos e discursos sobre sustentabilidade, sendo as lentes predominantes de representação das relações humanidade/natureza.

Os atores sociais representados foram diversos, assim como as relações que mantém com o ambiente ao seu redor, havendo, contudo, uma homogeneização de representações das naturezas com as quais cada ator se relaciona, privilegiando-se as formas ocidentais de concebê-la e omitindo outras representações.

4.1 Hegemonia de discursos econômicos como mediadores entre as relações humano/natureza

Os discursos econômicos puderam ser identificados a partir de marcadores lexicogramaticais comuns. Eles são: a transformação da natureza em números; A discussão sobre elementos naturais do ponto de vista da demanda de consumo de seus produtos; A (re)organização do espaço e dos seres tendo em vista o aumento da produtividade; A necessidade e a dificuldade de conciliar crescimento econômico com sustentabilidade.

Foram representadas diferentes formas de se relacionar com a natureza através de discursos econômicos, estando essa diversidade relacionada a características e interesses específicos dos atores sociais. Além disso, foi identificada uma tensão entre interesses de preservação ambiental e interesses de desenvolvimento econômico. A ciência, nesse conflito, é utilizada como forma de legitimar determinadas práticas, sendo representada em seu aspecto positivo de promover práticas econômicas diversas e diminuir os riscos ambientes associados a elas. Os itens abaixo discutirão mais detalhadamente esses aspectos.

4.1.1 Diferentes discursos de exploração da natureza como recurso

O primeiro ponto destacado nas análises textuais realizadas foi a centralidade que questões econômicas nas relações humano/natureza. Em

diferentes seções dos livros (Introdução, A notícia, Conexões) representações dessas relações sob o ponto de vista econômico predominaram. Povos indígenas e tradicionais são representados como tendo relações com a natureza de baixo impacto e baixa produtividade. As sociedades modernas – representada por atores como cientistas, empresas, indústrias e outros – aparecem na outra ponta como altamente produtivos, ao ponto de causarem impactos ambientais com potencial destrutivo e produtivo. A categoria “Impacto ambiental” também é atravessada pela economia, uma vez que sua intensidade está relacionada com as atividades econômicas dos diferentes povos descritos.

Atores não humanos – por conveniência aqui descritos como natureza – também são representados do ponto de vista econômico. Suas propriedades são contextualizadas dentro de um panorama de produção econômica. Por exemplo, a Laranja-da-Baía se torna um ator cujas propriedades biológicas – como mutações no DNA e qualidade da semente – a possibilitaram ingressar no mercado internacional de *commodities*.

As plantações de eucalipto são outro exemplo no qual a dimensão econômica ganha um grande destaque. A seção conexões do capítulo quatro articula à voz do autor do LD dois textos representantes de pontos de vista distintos sobre as áreas destinadas para sua plantação: um que dá ênfase à dimensão socioambiental e outro que dá ênfase à dimensão econômica. O ponto de vista econômico traz as seguintes argumentações:

“Se o plantio de florestas preserva os solos, por que não plantar espécies nativas, preservando também a biodiversidade dos ecossistemas? Do ponto de vista estritamente ambiental a proposta é correta: todavia, a humanidade vai continuar requerendo produtos florestais, como madeira, celulose e carvão” (FAVRETTO, J. 2016, p. 67)

Concluindo, a manutenção da qualidade de vida envolve atender demandas com o menor custo ambiental possível, e os grandes plantios são capazes de responder às necessidades dos tempos atuais. Não sejamos ingênuos ou hipócritas: comparada aos ecossistemas naturais (por exemplo, a um remanescente da mata atlântica), uma floresta plantada de eucalipto tem menor biodiversidade. Porém, no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, como interromper o consumo de papel e aço? Ou então como obtê-los de outras maneiras? Destruindo florestas nativas? (Favretto, J. 2016, p. 67)

Esses dois excertos exemplificam algumas das categorias de análise que se mostraram pertinentes para entender o papel dado à economia. Em ambos os exemplos, o autor realiza demandas epistêmicas cujas respostas ele mesmo oferece. Na primeira, a relação entre a demanda epistêmica feita e a resposta oferecida tem o efeito de rebater uma crítica ao modelo de monocultura de eucalipto. O autor reconhece que não é a melhor opção em termos “**estritamente ambientais**”, porém é a melhor opção para atender às demandas por matérias primas. A demanda por produtos é naturalizada pela suposição de que os comportamentos econômicos de hoje serão mantidos no futuro.

O segundo excerto reforça os argumentos do primeiro. Mais uma vez, o autor assume que as plantações de eucalipto não são a melhor opção ecológica, mas a melhor opção para atender às demandas do “**atual estágio de desenvolvimento tecnológico**”. O autor realiza três demandas epistêmicas que direcionam as respostas para a suposição feita no primeiro excerto.

- A primeira (Porém, no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, como interromper o consumo de papel e aço) atribui uma força tão grande ao estágio de desenvolvimento tecnológico que torna no mínimo difícil a sua interrupção.
- Através da segunda (Ou então como obtê-los de outras maneiras?) demanda epistêmica o autor sugere adoção de uma alternativa.
- A terceira (Destruindo florestas nativas?) sugere que a alternativa seria a destruição de florestas nativas.

Assim, essas três demandas constroem uma linha na qual se invisibilizam caminhos como: a adoção de outros materiais: a redução ou estagnação – ao invés da interrupção total – do consumo de papel e aço: a existência de outros caminhos para além da destruição de florestas nativas e grandes plantações de eucalipto. Ao reduzir o debate exclusivamente às duas opções: Plantações de eucalipto para suprir a demanda ou o desmatamento de florestas para suprir a demanda, a opção sugerida pelo autor se torna mais desejável, pois é ambientalmente menos perigosa.

Outra suposição que o autor realiza ocorre em um trecho no qual defende que não sejam desmatadas novas áreas para o cultivo de eucalipto, mas sim que se usem as áreas já desmatadas para tal. Segundo ele

trata-se de discutir a destinação presente e futura de áreas já desmatadas e hoje ocupadas pela agricultura e pela pecuária, principalmente as de baixa produtividade. (FAVRETTO, J. 2016, P. 67)

A suposição é de que devem-se continuar utilizando essas áreas para a exploração econômica de monoculturas, ao invés de discutir outras possibilidades como o reflorestamento dessas áreas, a redistribuição social das terras ou o desenvolvimento de sistemas agroflorestais. Além disso, os conflitos pela terra antes dos desmatamentos dessas terras são ignorados. Há também um argumento de que as plantações de eucalipto são economicamente mais desejáveis do que as atividades que já estão sendo realizadas nessas áreas desmatadas, pois elas são de baixa produtividade. Isso demonstra que, dentro dos discursos de exploração econômica sobre a relação humano/natureza, as diferentes atividades produtivas também estão em disputa.

O texto cria uma cadeia argumentativa na qual a economia se sobrepõe à ecologia. Apesar de não ser a melhor opção ambiental, grandes plantações de eucalipto são necessárias para manter o funcionamento da economia que temos, sendo elas inclusive melhores do que outras atividades realizadas nas áreas desmatadas. Para mitigar os impactos ambientais, o autor defende um aumento na racionalidade da exploração, possibilitada pelos conhecimentos da complexa ciência da ecologia: “Com a ajuda da ciência, podemos alcançar um desenvolvimento mais sustentável” (FAVRETTO, J. 2016. p. 167). Ou seja, as ciências, como a ecologia, estão subordinadas aos interesses econômicos e devem contribuir para o desenvolvimento de formas que possibilitem a manutenção dessa forma de produção no futuro, diminuindo seus impactos ambientais quando possível.

Na introdução do capítulo 4, chamado “Biodiversidade – uma tapeçaria de formas de vida”, o livro apresenta um texto intitulado “quando a economia e a ecologia se encontram”, composto por um texto escrito e uma imagem com plantas e frutos em cestas e potes de vidro com a seguinte legenda:

A crescente atenção da indústria farmacêutica e do mercado mundial do agronegócio para com os produtos provenientes de fontes naturais está desencadeando um complexo jogo de interesses envolvendo os países de alta biodiversidade (como o Brasil e outros países latino-americanos, africanos e asiáticos), onde a maioria desses recursos é encontrada.

A representação econômica da natureza, realizada por palavras como “produtos” e “recursos”, encontra similaridades com o a discussão apresentada sobre as plantações de eucalipto. Os interesses econômicos também dialogam com questões ecológicas e com interesses de diferentes grupos industriais;

“... Todavia, há outro componente que orienta as atenções: o econômico. Florestas tropicais são depósitos de imensa riqueza biológica que, processada pela indústria farmacêutica na era da engenharia genética, promete novas drogas e lucros fabulosos. Comparada com seu potencial químico, a agropecuária e a exploração madeireira representam perdas de riquezas naturais. (FAVRETTO, J. 2016, p. 55)

No caso dos eucaliptos, a associação entre economia e ecologia se dá pela defesa de um modelo já estabelecido de obtenção de matérias primas. Defende-se que esse modelo oferece benefícios ao meio-ambiente, apesar de não ser o melhor em termos ecológicos, por, assumidamente, terem uma biodiversidade menor que a de florestas. No caso da indústria farmacêutica, a relação se dá através da necessidade de proteção da biodiversidade existente nas florestas para que se possam obter lucros a partir de sua manipulação por tecnologias novas que permitem a exploração dos seres vivos em formas anteriormente impossíveis.

Em ambos os casos, conhecimentos ecológicos são apropriados por interesses econômicos. Além disso, a palavra tecnologia é utilizada de forma a legitimar as ações econômicas, estabelecendo uma relação entre discursos de tecnociência, desenvolvimento econômico e solução dos problemas ambientais. No capítulo 4, a indústria farmacêutica aparece alinhada aos interesses de preservar a biodiversidade, entendendo que o desmatamento promovido por atividades agropecuárias pode gerar “**perda de riquezas naturais**”. Tanto as plantações de eucalipto quanto a exploração farmacêutica da biodiversidade são apontadas como mais desejáveis do que outras por serem mais produtivas e

gerarem mais riquezas. Assim, não é qualquer atividade econômica que é válida, mas sim aquelas que alta produtividade e que causem menos impactos.

4.1.2 O discurso da sustentabilidade: onde a economia encontra a política

Os discursos oriundos das discussões sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável também atravessam as relações humano/natureza mediadas pela economia. O conceito é discutido diversas vezes e aparece associado a questões éticas e políticas. A seção Conexões do capítulo 6 intitulada “Como atender às necessidades energéticas do país de forma sustentável?” constrói uma relação entre economia e política na qual a ação política é fundamental para se desenhar um plano de desenvolvimento energético sustentável.

A seção, composta por dois textos, explora a divergência política entre empresários – representados pelo ministério de Minas e Energias – e dos movimentos sociais – representados pela direção do Movimento dos Atingidos por Barragens. Essa dualidade é atravessada por outras relações humano/natureza que serão discutidas nos tópicos seguintes. Importa-nos, aqui, a forma pela qual os seres naturais são representados em termos daquilo que têm a oferecer em termos energéticos.

A fala referente aos “empresários” preza pelo econômico e coloca questões sociais, como o reassentamento de populações para a construção de hidrelétricas, em segundo plano. Inclusive, articula outros discursos aos benefícios da construção de hidrelétricas que, segundo o autor **“gera mais desenvolvimento do que problemas socioeconômicos”**. Por desenvolvimento ele afirma que

(...) O reassentamento populacional – feito com critério e supervisão – melhora as condições de vida das populações realocadas, traz ao conhecimento sítios arqueológicos e propicia a preservação deste conhecimento, permite para a detecção de nichos ecológicos e sua preservação, contribui para o enriquecimento de bancos genéticos, proporciona um melhor conhecimento da fauna e flora em seus ecossistemas, para não falar nas possibilidades criadas pelo uso múltiplo da água. Portanto, deve continuar sendo o sustentáculo das necessidades de consumo de energia elétrica e, mediante o pagamento pelo uso da água, tornar-se importante instrumento econômico, inclusive para se atingir a competitividade de outras fontes renováveis de energia. (FAVRETTO, J. 2016, p 106)

Tem-se, então, que a construção de hidrelétricas traz benefícios sociais, científicos – ecológicos, genéticos e antropológicos – e econômicos. Através do marcador de modalidade deontológica “deve”, o autor estabelece um compromisso com formas de agir e se relacionar com a natureza baseado em aspectos “**racionais**” e não “**emocionais**” no qual a competitividade no mercado energético é extremamente desejável. Assim como a laranja-da-baia, mais uma vez a natureza é representada em seu potencial de formar redes internacionais de comércio.

Do ponto de vista dos movimentos sociais, a natureza também é tratada em termos econômicos. O vento e a cana-de-açúcar são ressignificados em termos da quantidade de energia que podem gerar. Contudo, o texto apresenta uma ressalva em relação à forma como utilizamos a energia.

Cabe aqui reforçar que não estamos preocupados somente em como produziremos energia, mas também discutirmos de que forma a utilizaremos nesta sociedade extremamente mercantilista e consumista, em que optamos, por exemplo, por produzir energia para indústrias eletrointensivas ou ainda para alimentar os *shopping centers*, onde a energia serve para substituir o ar e a luz natural, criando assim um lugar protegido dos “pobres” em contrapartida aos comércios populares da rua. (FAVRETTO, J. 2016, p.106)

Nesse sentido, podemos perceber outro discurso econômico na relação humano/natureza na qual as motivações de exploração da natureza são problematizadas e são apontadas outras relações, como por exemplo, o uso da luz solar como forma de iluminação em contrapartida ao uso de luz artificial que demanda o consumo de energia elétrica. Esse exemplo se articula de forma especial com a discussão sobre os eucaliptos em que, de forma similar aos

empresários nesse exemplo, defendem a manutenção de uma forma de utilizar energia através da naturalização dos comportamentos e demandas energéticas atuais e ampliando essas necessidades para o futuro. Já os representantes dos movimentos sociais problematizam essas questões, apesar de afirmarem que “... **a curto prazo precisamos achar saídas deste modelo**” (FAVRETTO, J. 2016, p. 106).

Vemos então um texto com discursos híbridos sobre a relação humano/natureza mediada pela economia. Por um lado, ele trata a natureza em termos similares aos dos empresários, ao transformá-la em números e equações energéticas e associá-la às demandas que exigem uma relação indireta com a natureza – como é o caso da energia elétrica que é transportada de uma usina até um *shopping center*. Por outro, propõe a existência de relações mais diretas com elementos naturais como a luz solar e os ventos. Essa proposta é abordada como um comprometimento necessário para um futuro distante.

No capítulo 8, a seção conexões traz outro exemplo do discurso de sustentabilidade com o título “**como tornar a agricultura brasileira mais sustentável?**”. A discussão se estrutura de forma similar à anterior, com dois textos, um do ponto de vista de movimentos sociais e outro sob o ponto de vista de empresários.

A tecnologia é mais uma vez apontada como um fator importante para o sucesso da sustentabilidade. Contudo, ela é abordada de forma não neutra, uma vez que são apontados os atores por trás de determinados tipos de tecnologias tanto pelos movimentos sociais:

...Também está em curso a transição para um novo modelo tecnológico, baseado agora não no uso intensivo de insumos industriais, mas na biotecnologia. Com o detalhe de que a biotecnologia agora é controlada também por empresas transacionais. A empresa pública de pesquisa, a Embrapa, foi marginalizada ou obrigada a servir de suporte às multinacionais. (FAVRETTO, J. 2016, p.149)

Quanto pelos representantes de empresas

Sob o aspecto técnico ambiental, é preciso alinhar as técnicas agrícolas em uso no Brasil às necessidades do solo e clima tropicais. Os imigrantes europeus que para cá vieram no fim do século XIX trouxeram técnicas agrícolas em uso, na época, nos países temperados. Essas técnicas não se adaptam às condições no Brasil e podem levar à degradação dos solos. (FAVRETTO, J. 2016, p.151)

Em ambos os pontos de vista, as técnicas utilizadas não são adequadas às necessidades e aos interesses locais. Para tal, os movimentos sociais pedem o desenvolvimento de um novo modelo tecnológico baseado em agricultura orgânica, ao passo que os empresários defendem não é preciso ser orgânico para ser sustentável, bastando apenas uma reestruturação da cadeia de produção e o manejo racional e ecologicamente embasado para aumentar a participação da natureza na produção de alimentos:

A natureza, outrora quase totalmente banida da atividade agrícola, foi convidada a novamente participar, e o resultado foi ótimo. Hoje temos convicção de que os investimentos em processos naturais de produção são os que apresentam as melhores relações custo-benefício. (FAVRETTO, J. 2016, p. 152)

Essa reestruturação conta com o manejo de pragas, seleção humana de frutos de qualidade, reutilização de partes não comercializáveis no sistema agrícola. Há um comprometimento grande com essa técnica que, segundo o autor do texto “O manejo integrado do ambiente de produção agrícola será a grande evolução que a agricultura vai experimentar nas próximas décadas.” (FAVRETTO, J. 2016, p. 152).

O texto empresarial é carregado de numeralizações que traduzem a natureza em termos de produtividade:

- **“Somos detentores de 40% do mercado mundial de açúcar...”**;
- **“...atualmente não usamos qualquer defensivo agrícola... Há dez anos usávamos mais de 50 mil kg de agrotóxicos.”**
- **“A produtividade aumentou em 11%, passando de 100 toneladas por hectare, mesmo sendo abolido o uso de 4 mil toneladas de adubos químicos por ano.**

A adoção de um modelo sustentável é então valorizada em função do aumento da produtividade e não pela sustentabilidade em si, refletindo outros discursos em que as questões ambientais estão subordinadas à economia.

No caso dos movimentos sociais, a sustentabilidade é tomada *a priori* e é problematizada a sua subordinação à economia:

“Do ponto de vista produtivo, [agricultura baseada em biotecnologia de transnacionais] está voltada apenas para o lucro imediato, sem nenhuma responsabilidade com o equilíbrio do meio ambiente e a concentração da renda e terra. Do ponto de vista social, o modelo leva à inviabilização da agricultura familiar, ao aumento do êxodo rural e à queda de renda dos pequenos agricultores.

Podemos ver nesse excerto que diferentes formas de se relacionar com a natureza através da agricultura (o modelo norte-americano de agricultura e a agricultura familiar citados no texto, por exemplo) têm implicações econômicas e sociais diferentes. Assim, o autor aponta a possibilidade de um novo modelo tecnológico baseado em técnicas da agricultura familiar. Além disso, propõe uma reorganização do mercado interno para fomentar o consumo nacional dos produtos da agricultura brasileira.

Um discurso recorrente nas representações das relações humano/natureza mediadas pela economia é a de soberania nacional.

Está em curso um novo modelo agrícola, que muitos técnicos e acadêmicos estão chamando de modelo norte-americano de agricultura aplicado no Brasil, resultado da subordinação da nossa economia ao capital internacional. (FAVRETTO, J. 2016, p. 149)

De forma similar, o texto “Quando a economia e a ecologia se encontram” retrata essa questão da seguinte forma:

... O labirinto desse tratado [da Convenção de Biodiversidade] evolui em torno dos interesses de Estados com diferentes graus de poder econômico e tecnológico e incide sobre o exercício da soberania nacional dos Estados que abrigam tais florestas remanescentes. (FAVRETTO, J. 2016, p. 55)

Ao falar sobre as necessidades energéticas do país, também há a questão da dependência nacional de recursos provenientes de outras nações:

... Este atual ambiente de globalização e novo liberalismo da economia mundial coloca três grandes questões: a autossuficiência é possível e desejável? Em caso negativo, a que grau de dependência externa deve o país expor-se em um futuro próximo e em um futuro distante? E como fortalecer as diversas esferas de poder nacional para assegurar o suprimento externo sem solução de continuidade? (FAVRETTO, J. 2016, p. 105)

Observamos também que esses discursos estão associados a afirmações sobre como o futuro deveria ser. Assim, a questão da soberania nacional pode estar ligada à continuidade do modelo econômico neoliberal, garantindo a competitividade do país no mercado internacional, ou à ruptura deste modelo, a partir de reorganizações econômicas, políticas. Cada um se compromete com um tipo de relação com a natureza, estando a tecnologia presente em ambos, mas diferindo quanto ao protagonismo das questões econômicas, ambientais e sociais.

A sustentabilidade como uma questão comportamental. Na seção “A notícia” intitulada “**Sustentabilidade começa em casa**” há uma discussão sobre as atitudes necessárias para a construção da sustentabilidade, que são atitudes individuais que:

...começam em casa, pelo que você faz para que sua existência não se torne um problema para as demais pessoas neste mundo. Isso tem a ver com como você aproveita a água, a energia, os insumos, os alimentos... (FAVRETTO, J. 2016, p. 95)

Nesse excerto podemos observar uma ênfase na gestão individual dos recursos naturais utilizados no dia-a-dia. Através da organização textual, indivíduos anônimos, famosos e empresas têm um papel similar na adoção de atitudes permanentes para promover a sustentabilidade. Segundo o autor da notícia as atitudes atuais são insuficientes para se atingir a sustentabilidade por não serem constantes e sim esporádicas:

... É como se aquele que plantou uma árvore já tivesse prestado contas com a natureza, voltando a sua rotina de desperdícios e de poluição com menor peso na consciência. (FAVRETTO, J. 2016, p. 95)

Esse discurso se aproxima da lógica aplicada aos créditos de carbono, na qual as empresas devem medir seus impactos em termos da emissão de carbono de suas atividades e tentar fazer uma compensação ao plantar vegetais capazes de absorver essa quantia. É o mesmo discurso que defende a produção de biocombustível através da cana-de-açúcar, por exemplo. A ideia de “**prestar contas**” à natureza remete a uma equação que pode ser atingida ou não (como é apontado pela notícia).

Esse exemplo, ao representar de forma horizontal o papel de diferentes atores sociais e entidades cujas ações variam do nível local ao global, responsabiliza os indivíduos por problemas ambientais que são causados pela lógica de produção dominante, ofuscando o papel desproporcionalmente maior que o agronegócio, por exemplo, tem no desperdício de água. É nele que encontramos as relações humano/natureza no nível mais individual associado a discursos econômicos que representam a natureza como recursos quantificáveis e gerenciáveis.

4.1.3 A tensão entre custo-benefício da exploração da natureza

Atravessamos esse tema nas subseções anteriores, mas agora nos aprofundaremos com foco na seção “A notícia” do capítulo 7 intitulada “Transposição do Rio São Francisco é tema de debate na assembleia do RN”. A seção é dividida em duas partes, uma contendo um fragmento transcrito da notícia em questão e a outra com um texto complementar, oferecendo o contexto em que a transposição ocorre.

Assim como nos outros exemplos, o rio (natureza) é representado como um recurso sujeito ao gerenciamento humano e tem suas propriedades traduzidas em números, como a porcentagem desviada pelo projeto e o custo do projeto de transposição.

Uma polêmica política se dá em torno dos benefícios para os estados afetados positiva e negativamente pelo projeto:

... É na Bahia que se concentra a oposição ao projeto, geralmente amparada em argumentos ambientais. Há os que afirmam que o projeto é tecnicamente inviável, em virtude da elevada evaporação e infiltração; outros criticam seus altos custos, diante de benefícios incertos, e reivindicam a aplicação de parte dos recursos em projetos estaduais de irrigação. Há também aqueles que reclamam a perda de parte da água que atualmente banha o estado da Bahia.

Já políticos do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba se posicionam a favor do projeto por verem nele uma solução para problemas com secas. A discussão em torno da manipulação do curso do rio através das tecnologias atuais é atravessada por argumentos econômicos e políticos na qual a relação custo-benefício varia de acordo com o ator em questão. Nessa tensão, desacordos sobre as tecnologias envolvidas no processo, o investimento feito e o peso dos impactos ambientais causados reverberam com o que foi dito anteriormente sobre a existência de diferentes discursos de exploração econômica que podem ser atravessados, em maior ou menor grau, por outros discursos para se legitimar.

Na seção “A notícia” do capítulo 5 podemos observar outro exemplo dessa tensão na transposição de uma reportagem intitulada “Desmatamento já atinge metade do Cerrado, diz governo”. Nessa notícia constata-se, a partir de imagens obtidas via satélite, que o desmatamento atinge grande parte do cerrado.

“A primeira boa notícia é que as pessoas achavam que tínhamos menos Cerrado, mas na verdade temos mais. O que antes era apenas um ‘chute’ agora tem validade técnico-científica”, disse a Ministra do Meio Ambiente. (FAVRETTO, J. 2016, p. 84)

A matéria, produzida pela revista IstoÉ Dinheiro, articula essa aliança entre tecnologia e desmatamento a interesses econômicos:

Para especialistas envolvidos no projeto, o desafio é ampliar a produção agropecuária no bioma que é considerado um importante fronteira agrícola, conservando a biodiversidade e reduzindo a pressão pela ocupação de novas áreas. (FAVRETO, J. 2016, p. 84)

Assim, o cerrado passa a ser representado com uma região na qual se chocam diferentes interesses e a tecnologia se torna um agente capaz auxiliar na mediação entre esses interesses. O uso do adjetivo “**desafio**” deixa explícito

que esses interesses propõem usos divergentes para a utilização das terras em questão, fortalecendo os sentidos de tensão entre os interesses de exploração agrícola e os interesses de conservação e preservação

Assim como o Rio São Francisco, o Cerrado é representado como uma fonte de recursos hídricos considerados “**estratégicos**” devido às nascentes e afluentes de rios importantes que ele “**abriga**”. Nesse caso, diferentemente do Rio São Francisco, representado como uma entidade a ser gerenciada em seu comportamento, o Cerrado é representado como um local que abriga diversas entidades – inclusive partes do Rio São Francisco. Isso implica nas diferentes escalas com a qual a economia pode atuar sobre a natureza, desde uma dimensão microscópica, como na busca por biomoléculas presentes em espécies tropicais, até uma dimensão mais ampliada, na qual se gerenciam macrorregiões formadas por entidades com potencial para serem exploradas.

4.2 Discursos de preservação da natureza para além da dimensão econômica.

4.2.1 O discurso da preservação entre diferentes culturas.

Os discursos de preservação da natureza são majoritariamente associados a questões de exploração econômica, como discutido anteriormente. Nesta seção iremos nos aprofundar em outros tipos de relação humano/natureza possíveis dentro desses discursos.

Na introdução do capítulo 5, um texto chamado “A flor do pequizeiro” aborda a tensão entre diferentes práticas de queimadas e a preservação ambiental. O texto enfatiza as relações que comunidades tradicionais estabelecem com o fogo e as queimadas através da lógica da preservação:

De fato, ele [o fogo] é uma ameaça, se usado indiscriminadamente; entretanto, populações tradicionais brasileiras (indígenas ou não) reconhecem a relação íntima entre o fogo e o Cerrado e utilizam queimadas controladas como estratégia de preservação desse ambiente. (FAVRETTO, P. 2016, p. 77)

Ao mesmo tempo, as queimadas também podem ser destrutivas, dependendo da forma como são utilizadas:

Entre os pesquisadores, há controvérsia quanto ao uso controlado das queimadas no manejo e preservação do Cerrado, um bioma ameaçado pelo rápido processo de ocupação. Utilizadas para abrir as fronteiras agrícolas, as queimadas em larga escala, sem controle e em épocas inapropriadas, causam perda de nutrientes, erosão e compactação do solo. (FAVRETTO, P. 2016, p. 77)

Temos, portanto, que o fenômeno das queimadas pode estar associado a diferentes interesses humanos e que, devido a essa associação, pode ter impactos diversos sobre a preservação do ambiente. Nesse ponto, a tensão entre preservação e economia se delinea novamente, porém de outra forma. O autor representa a relação das comunidades tradicionais com as queimadas como “**estratégias de preservação**” do ambiente e realiza afirmações sobre as finalidades dessas atividades:

Eliminação do excedente de capim seco e preservação de incêndios de grandes proporções; atração de animais para caça pelo estímulo à rebrota da vegetação herbácea e ao aparecimento de folhas verdes; estímulo à floração e à frutificação de certas plantas; facilitação de acesso aos recursos naturais pela redução do estrato arbustivo. (FAVRETTO, P. 2016, p. 77)

As afirmações quanto às finalidades das atividades se reduzem à dimensão econômica e ambiental, com as queimadas sendo algo positivo em ambos os aspectos. Já no caso da “**expansão da fronteira agrícola**”, expressão utilizada para descrever a ocupação de novas terras pelo agronegócio, o interesse econômico nessas terras, fontes de lucro, entra em conflito com interesses de preservação.

Nesse sentido, a preservação ambiental se consolida como um problema que assombra as práticas econômicas ocidentais, mas que é realizado de forma intuitiva por comunidades tradicionais. O conceito de preservação, cuja origem vêm de uma história de tomada de consciência e de luta contra problemas ambientais causados pela super exploração, é algo ocidental. Seu uso pode ter o efeito de incutir na compreensão que os leitores do LD têm das identidades dos povos tradicionais um conceito que talvez exija um esforço de tradução. Comunidades tradicionais queimam o cerrado em um período determinado por suas próprias razões e não necessariamente para preservar aquele ambiente,

apesar de esse ser um dos resultados dessa prática. A ênfase nas categorias econômicas e preservacionistas podem, na verdade, contribuir para ocultar outros elementos importantes na relação humano/natureza que possibilitam que essas sociedades tenham mais sucesso em ser sustentáveis do que o ocidente.

4.2.2 O papel educador da ciência para a preservação.

As relações humano/natureza mediadas pela preservação contam também com um fator educativo que é provido pelos cientistas. Na introdução “A flor do pequiheiro” o cientista Mia Couto é citado por ter falhado em “...convencer os moçambicanos a abandonar o hábito de colocar fogo nas savanas por onde passam, ao caminhar por longas distâncias” (FAVRETTO, J. 2016. P. 77).

Na seção conexões do capítulo 5 o texto “Mascotes da preservação ambiental” discute a importância dos zoológicos como estratégia de preservação ambiental. Nele, a preservação se sobrepõe a interesses econômicos e a emerge como o objetivo da exploração econômica dos seres naturais. O discurso de preservação se expande para o discurso da regeneração dos ecossistemas já destruídos, colocando em foco o manejo da natureza pela natureza e não pela economia. Essa formulação de um projeto futuro para as áreas desmatadas se opõem às outras formulações que planejam utilizar essas áreas como locais de exploração.

Os seres mantidos em ambientes artificiais se tornam híbridos discursivos entre uma natureza que precisa ser protegida e uma natureza a ser explorada. A exploração desses seres ocorre em sua dimensão estética, uma vez que possuem um apelo que atrai visitantes por sua beleza. Contudo, a ida a esses locais deve ser mediada por cientistas e veterinários para que os objetivos **“conscientização ambiental e de educação continuada”** sejam atingidos. Segundo o autor:

... Além disso, zoológicos e instituições assemelhadas são muitas vezes acabam sendo vistos pela população apenas como locais de lazer e entretenimento, gerando confusões conceituais ou – o que é pior! – transmitindo informações equivocadas. (FAVRETTO, J. 2016, p. 88)

Nessa forma de representar os animais – ou plantas – criados em instituições como zoológicos e jardins botânicos, a relação de entretenimento pura é desencorajada através do advérbio “**apenas**” e da relação de causa estabelecida com a oração seguinte “**gerando confusões conceituais...**”. Assim, é dever dos agentes dessas instituições se aproveitar da atração que o público sente pelos seres vivos expostos “**para se dedicar cada vez mais à educação ambiental**”.

É interessante notar o contraste que se forma entre os discursos de preservação associados às populações que visitam zoológicos e aqueles associados às comunidades tradicionais. Nas últimas, a preservação da natureza emerge como um resultado de comportamentos milenares e aparentemente intuitivos. Já para as populações que visitam zoológicos, o discurso de preservação da natureza precisa ser ensinado por pesquisadores, devendo se sobrepor ao uso que se faz do zoológico como área de lazer. Percebemos então tipos de humanidades diferentes. Aquelas que já preservam e aquelas que precisam ser ensinadas a preservar.

4.3 Atores sociais e suas relações com a natureza e a crise ambiental

Ao longo do LD, temos representações de diferentes atores sociais e suas relações com problemas ambientais que compõem a crise ambiental global. Separamos algumas categorias de atores para discutir mais aprofundadamente essas relações. Elas estão sintetizadas nas tabelas 1, 2 e 3 abaixo.

Tabela 1. Ação Antrópica

	Ação Antrópica
Nomeações	-
Classificações	Primeira pessoa do plural, ser-humano, homem, ação humana, atividade humana, garimpos, pesca, caçadores de jacaré, pecuária, pastoreio intenso, queimadas
Pessoalizado/Impessoalizado	Pessoalizados e impessoalizados
Relações com a Natureza	Negativa
Marca temporal do passado	A atividade humana fez desaparecer a maior parte da cobertura florestada original...
Marca temporal do presente	O ser-humano interfere acentuadamente no equilíbrio ambiental.
Marca temporal do futuro	Todavia, a humanidade vai continuar requerendo produtos florestais, como a madeira, celulose e carvão.

Tabela 2. Atores sociais não modernos

	Não Modernos	
Atores sociais	Indígenas	Povos Tradicionais
Nomeações	Não são nomeados	Manoel da Silva Cunha
Classificações	Indígenas/Yanomami	Comunidades/povos/ Extrativistas/Ribeirinhos/
Pessoalizado/Impessoalizado	Pessoalizados	Pessoalizados
Relações com a natureza	Positivo	Positivo
Marca temporal do passado	Coivara: agricultura à moda indígena Uma das mais antigas técnicas agrícolas...	Passado: cada qual com seu conjunto de conhecimentos adquiridos em séculos de convivência com o meio natural
Marca temporal do presente	A sabedoria tradicional dos povos indígenas dessa região diz que quando a flor de pequi aparece não é mais época de colocar fogo nos Cerrados	...Detêm amplo conhecimento sobre espécies vegetais com ação terapêutica
Marca temporal do futuro	Povos tradicionais poderão negar acesso a plantas e animais	Povos tradicionais poderão negar acesso a plantas e animais

Tabela 3. Atores sociais Modernos com relações negativas com a natureza

	Modernos	
Atores sociais	Empresas	Indústria
Nomeações	Usina São Francisco S.A, EMBRAPA, Eletrobrás	
Classificações	Empresas do agronegócio	Industria farmacêutica, indústria madeireira, A maior produtora brasileira de eucaliptos, agroindústria, Indústria química
Pessoalizado/Impessoalizado	Impessoalizados	Impessoalizados
Relações com a natureza	Positivo>Negativo	Negativo>Positivo
Marca temporal do passado	A empresa pública de pesquisa, EMBRAPA, foi marginalizada	... a aceleração do tempo promovida pela indústria desflorestou bosques temperados na Europa e na América do Norte
Marca temporal do presente	A biotecnologia agora é controlada também por empresas transacionais	...Os países centrais passaram a transferir para os países periféricos (...) uma série de indústrias que consomem
Marca temporal do futuro	----	...riquezas biológicas que, processadas pela indústria farmacêutica na era da biotecnologia, promete novas drogas e lucros fabulosos.

	Modernos
--	----------

Atores sociais	Acadêmicos	Entidades Políticas
Nomeações	Mia Couto, Celso Lima, Vergil Ozeca, Mohan Doss	Agência Internacional de Energia Atômica, Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Florestas, Departamento de patrimônio genético, Reserva Extrativista do Médio Juruá, Conselho Nacional das populações extrativistas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Assembleia legislativa do Rio Grande do Norte, Convenção Internacional sobre Biodiversidade, Movimento dos atingidos por barragens
Classificações	Cientista, engenheiro, veterinários, biólogos, oncologista	
Pessoalizado/Impessoalizado	Pessoalizados	Impessoalizados
Relações com a Natureza	Positiva	Positiva
Marca temporal do passado		Segundo os dados do IBGE (...) publicados nesta sexta-feira...
Marca temporal do presente	Especialistas passam a se questionar : será que era mesmo o caso?	... e a transposição das águas do Rio São Francisco são temas de uma audiência pública que acontece na manhã desta segunda-feira na Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro.
Marca temporal do futuro	Com a ajuda da ciência, podemos alcançar um desenvolvimento sustentável.	Ao longo prazo , precisamos construir um novo modelo de sociedade com um novo modelo tecnológico.

4.3.1 A Ação Antrópica

Uma representação muito frequente em todas as seções do livro se refere a um ser humano genérico, ganancioso e despreocupado com a natureza que promove a destruição por onde passa. Seja intencionalmente ou como consequência das tentativas de mitigar os danos causados, essa entidade carrega consigo a destruição dos ecossistemas por motivos diversos. A generalidade se dá a partir da escolha de palavras como “ação antrópica”, “humanidade”, “o homem”.

No início da introdução do capítulo 4, o texto “Onde a ecologia e a economia se encontram” se inicia com uma citação de um médico e escritor russo que diz:

O homem foi dotado de razão e de força criadora para multiplicar o que lhe foi dado, mas até hoje não tem criado, só destruído. Há cada vez menos florestas, os rios secam, a caça desaparece, o clima está todo estragado, a Terra torna-se mais pobre e mais feia a cada dia que passa. (TCHECOV, A. P. **Tio Vânia**. Lisboa: Relógio D'água, 2005 Apud. FAVRETTO, J. 2016, p. 55)

Essa citação é emblemática da categoria em questão, pois retrata uma série de generalidades humanas em adjetivos e verbos como “**razão**” e “**tem destruído**”. Nesse sentido, apesar de possuírem dons como a razão e a força criadora, esse homem destrói a natureza em diversas escalas, exemplificados pelo desmatamento e as mudanças climáticas.

Ainda nessa introdução, mas agora com as palavras de Favretto:

Desde os primórdios da história humana, essas paisagens naturais foram submetidas a ocupação produtiva destinadas à extração madeireira, à agricultura, à pecuária e à urbanização. (FAVRETTO, J. 2016, p. 55)

Nesse caso, temos uma correlação entre a história da humanidade e a natureza “**submetida**” às suas ocupações produtivas, o que, aliado à “**aceleração do tempo**” promovida pela revolução industrial resultou no desflorestamento de bosques. Se repete a representação de relações humano/natureza mediadas pelo critério de exploração econômica, porém, dessa vez, ele é generalizado a humanidade de forma geral.

Essa generalização pode ser percebida de forma mais aguda no capítulo 5 – “Biosfera e ação humana: Grandes paisagens naturais”, que aborda características dos biomas brasileiros. A sua organização consiste em uma seção para cada bioma seguida de uma seção que fala sobre a ação humana no bioma em questão.

Ao apontar o impacto da ação humana, o LD aborda problemas ambientais causados por atividades econômicas próprias do sistema mundo Moderno/Colonial capitalista. Assim, produzem-se simultaneamente dois efeitos principais: se omitem os impactos positivos que séculos de ação humana promovidas por comunidades tradicionais tiveram sobre esses biomas ao mesmo tempo que se naturalizam visões de que a ação humana é sempre destrutiva para ambientes naturais. No Cerrado, por exemplo

Calcula-se que 50% da Caatinga já esteja comprometida pela ação humana. As principais ações antrópicas são representadas por culturas de algodão, pecuária extensiva, má conservação do solo, erosão e derrubada de árvores para obtenção de lenha. (FAVRETTO, J. 2016, p. 84)

Além dessas atividades, também são representadas: Mineração; Caça e pesca predatórias; Construção de hidrelétricas; Monoculturas; Pecuária; Garimpo, entre outros. Apesar de essas serem atividades econômicas associadas ao estilo de vida urbano industrial, através das escolhas léxicas como **“ação humana”**, **“a humanidade”**, **“atividade humana”**, **“o ser humano interfere acentuatadamente no equilíbrio ambiental”**, se constrói um sentido de que todas as sociedades são responsáveis por essas atividades e pela degradação dos biomas brasileiros.

O mesmo sentido pode ser percebido na seção “A notícia” intitulada “Sustentabilidade começa em casa”, na qual o autor questiona a efetividade das ações humanas para a sustentabilidade. Contudo, nesse caso, a generalidade se dá pela invisibilização de estilos de vida já sustentáveis, porém com interesses muito distintos daqueles promovidos por representantes de indústrias e defensores da ideia de desenvolvimento e modernidade.

O capítulo 3 “Populações: A dinâmica da espécie” é introduzido por um texto chamado “Viajando pelo espaço com 7,3 bilhões à bordo”. Em um caminho

similar aos já apontados, ele retrata uma humanidade homogênea cujo impacto sobre a Terra pode se tornar insustentável em no futuro

...No mesmo período, analisando os hábitos e o estilo de vida que a população de muitos países vem adotando, vemos que a demanda por energia e recursos não para de crescer e que as reservas naturais são consumidas em um ritmo muito superior à capacidade de reposição. (FAVRETTO, J. 2016, p. 40)

Nesse caso, porém, os hábitos e estilos de vida predatórios são apontados como um processo pelo qual as populações dos diferentes países estão passando, ao invés de uma realidade já pronta na qual a humanidade como um todo se comporta dessa forma. A continuação, segue no mesmo caminho de homogeneização dos comportamentos:

... Somos eficientes ao explorar recursos, mas ineficientes ao lidar com os resíduos que geramos. Desmatamos, pescamos e utilizamos minérios em combustíveis fósseis em excesso. Poluímos a atmosfera, as águas e o solo, provocamos aquecimento global, chuvas ácidas, redução da biodiversidade, perda de fertilidade das terras e degradação estética das paisagens.

Percebemos uma alternância entre representações do comportamento destrutivo humano como um processo em curso e representações da humanidade destrutiva para a natureza como uma realidade dada. Essa diferença é importante porque, no primeiro, caso há a possibilidade de interferência no processo e, também, de considerar outras realidades humanas que interagem com a natureza de outra forma.

Contudo, pela utilização da primeira pessoa no plural no decorrer do texto, consideramos que há uma ênfase na identificação comum entre o autor, os leitores do texto e a humanidade representada nele como participantes dessa rede de ações predatórias.

Finalizamos essa seção apontando a similaridade dos comportamentos desse homem genérico com os seres humanos que compõem o mundo ocidental. Na análise de conjuntura apontamos como a crise ambiental é um efeito de relações com a natureza oriundas dos países do Norte global. Essa universalização das relações humano/natureza ocidentais é problemática por identificarem os estudantes como pertencentes a esse bloco, sem problematizar

os diferentes impactos que países como o Brasil têm na natureza em relação aos países do norte. Isso se relaciona com a crítica feita por Santos (2007) à razão metonímica, na qual o todo é concebido como a soma de pequenas partes homogêneas, sendo reduzido e generalizado a partir das concepções de mundo ocidentais que passam a ser tomadas como universais. Essa generalização silencia as diversas realidades ocorrendo simultaneamente no presente, impedindo as ciências de se relacionarem com outras formas de ser e estar no mundo justamente pela negação da existência dessas formas. Ao generalizar a humanidade como destrutiva para a natureza e omitir a existência de humanidades com relações positivas no presente (para além das relações de controle do mundo natural pela racionalidade científica), constrói-se uma compreensão limitada do mundo, da crise ambiental e das possibilidades de solucioná-la.

4.3.2 Comunidades tradicionais e indígenas.

Outro grupo representado de forma frequente é formado por comunidades tradicionais e povos indígenas entre outros. Em geral, eles são representados como povos cujas atividades econômicas são de baixa intensidade e que, de alguma forma, possuem conflitos de interesse com empresas, cientistas ou outras entidades ocidentais.

Povos tradicionais e comunidades indígenas são representados majoritariamente nas seções do livro destinadas a discussões mais aprofundadas sobre os conteúdos de biologia trabalhados nos capítulos. Criam-se, assim, caminhos distintos nos quais é possível estudar os conteúdos da disciplina sem interagir com essas questões.

A maioria das representações das relações dos povos tradicionais e indígenas com a natureza se remetem a sentidos de harmonia, nos quais suas práticas e conhecimentos possibilitam relações não-predatórias com o meio-ambiente. Na introdução “A flor do pequizeiro”, sete dos dez parágrafos se referem aos povos indígenas que habitam o cerrado e suas relações com elementos naturais, como a flor em questão:

... A respeito dessa planta [o pequizeiro], a sabedoria tradicional dos povos indígenas da região diz que quando a flor de pequi aparece não é mais época de colocar fogo nos cerrados. (FAVRETTO, J. 2016, p. 77)

Ou com o Cerrado propriamente dito:

Ao longo de milhares de anos, essas populações desenvolveram estratégias aparentemente mais adequadas e menos agressivas, como as queimadas de áreas em regime de rodízio, a cada três ou quatro anos, e somente nas épocas mais úmidas (em geral, de janeiro a junho). (FAVRETTO, J. 2016, p. 77)

Esses dois excertos exemplificam discursos que representam os povos tradicionais e comunidades indígenas como possuidores de relações diferente da predatória, atribuídas aos ser humano genérico descrito na seção anterior. Ao mesmo tempo, representam a dimensão do conhecimento que atravessa essas relações, utilizando termos como “**sabedoria tradicional**” ou “**conhecimentos tradicionais**”. Esses conjuntos de saberes são apontados como produções com histórias distintas da produção de conhecimentos científicos.

A representação desses atores sociais é realizada, majoritariamente, através das palavras “**comunidades tradicionais**” e “**Indígenas**”, com raras nominalizações dos sujeitos ou dos grupos. Assim, um dos sentidos construídos é o de homogeneidade das suas relações com o meio ambiente, apagando as diferenças dos grupos pertencentes a essa categoria. Por exemplo, o capítulo 8 “Biosfera e ação humana: Solos e resíduos sólidos” apresenta um texto no corpo principal do capítulo intitulado “**Coivara: agricultura à moda indígena**” composto por três parágrafos. Nele, a técnica da coivara é descrita como “**uma das mais antigas técnicas agrícolas**” que “**permitiu a aplicação de uma agricultura sustentável nas florestas tropicais**”. Apesar de o título se referir à coivara como uma prática indígena, o texto aponta que essa forma de agricultura “**ainda é usada por numerosas sociedades humana**”, deixando em aberto a possibilidade de outras sociedades não indígenas também a utilizarem.

Marcas léxicas como o adjetivo “**antigas**” e o advérbio “**ainda**”, enfatizam a ancestralidade atribuída aos conhecimentos desenvolvidos por esse grupo.

Essa temporalidade é diferente da conferida aos conhecimentos científicos, que são temporalizados de forma mais específica e recente:

- “Uma tecnologia que já havia sido aplicada a Amazônia em 2008 foi “exportada” para o Cerrado em 2013...” (FAVRETTO, J. 2016, p. 84)
- “Esse conjunto de reformas precisa estar casado com um *novo modelo tecnológico*” (FAVRETTO, J. 2016, p. 150)
- Florestas tropicais são depósitos de imensa riqueza biológica que, processada pela indústria farmacêutica na *era da engenharia genética*, promete novas drogas e lucros fabulosos. (FAVRETTO, J. 2016, p. 55)

Esse posicionamento temporal dialoga com a ideia de atraso conferida aos povos considerados não modernos, ressaltando seu caráter ancestral, invisibilizando o surgimento de novos conhecimentos ao mesmo tempo em que confere ênfase ao caráter recente dos conhecimentos científicos. Essa configuração pode reforçar uma dicotomia que separa conhecimentos científicos dos conhecimentos não científicos, colocando estes últimos como ultrapassados.

Por outro lado, a associação dessas comunidades com outros marcadores como “**sustentável**” e “**menos agressivas**”, contribuem para a valorização dessas relações humano/natureza. Também, há a persistência desses conhecimentos que, mesmo atribuídos e engessados à ideia de passado, continuam existindo no presente e possibilitam relações humano/natureza diferentes das movidas pela exploração econômica.

Apesar dessa representação positiva, o LD não explora em profundidade as histórias e as lutas por sobrevivência desses povos frente às pressões impostas pelo mundo ocidental. Essa ausência contribui para uma representação desenraizada, na qual eles não participam temporal e espacialmente do presente, sendo relegados a espaços e tempos que não participam do aqui e do agora dos estudantes.

4.3.3 Disputas entre conhecimento moderno/ocidental/científico e conhecimentos tradicionais.

Além das diferenças apontadas em relação à temporalidade conferida aos conhecimentos tradicionais e científicos, há também a representação de tensões entre essas duas categorias. O primeiro capítulo do Volume 1 da coleção insere a temática em sua introdução no texto intitulado: “Quem lucra com os saberes tradicionais?”, apontando uma possível relação de apropriação, por parte da ciência, dos conhecimentos tradicionais sem a devida retribuição em termos de dinheiro e reconhecimento aos povos que produziram esses conhecimentos (MARTINS e MARTINS, 2020). O volume 3 retrata este conflito em dois momentos distintos: na representação do conflito de Mia Couto com camponeses de Moçambique quanto a prática de queimadas e citação de uma matéria sobre uma lei brasileira de proteção aos conhecimentos tradicionais.

O primeiro exemplo está inserido em um parágrafo da introdução “a flor do pequizeiro” que cita o texto “O incendiador de caminhos” do livro “E se Obama fosse Africano” de Mia Couto. Nele, o LD aponta alguns dos significados atribuídos ao fogo em Moçambique: “**...uma forma de aumentar a segurança durante as longas jornadas a pé, afugentando animais, evitando emboscadas e mapeando caminhos**”. Pouco se sabe sobre o conflito em si a partir dessa citação indireta a Couto, apenas se sabe que sua tentativa de convencer as pessoas a abandonar essa prática fracassou. No texto original, Mia Couto afirma quase se orgulhar de seu “total falhanço” em ser ouvido pelos camponeses moçambicanos que tentou convencer.

Podemos perceber duas omissões na citação indireta desse texto que são importantes na construção de sentidos em relação a esse conflito. Primeiro, a omissão dos agentes incendiadores, que Mia Couto chama de visitantes. Esses homens cumprem uma função social nas comunidades de famílias rurais em Moçambique. A escolha por atribuir aos “**moçambicanos**” o hábito de realizar queimadas reitera o processo de homogeneização das relações com a natureza não modernas e em oposição as relações modernas mediadas pelas ciências

Aliado a isso, temos a segunda omissão que é o fato de Mia Couto, cientista, ter dúvidas sobre a necessidade de modificar esses hábitos. Para ele, os cientistas não entendem a complexa ecologia do fogo na savana africana, desestabilizando a ideia de superioridade dos conhecimentos científicos sobre outras formas de saber. Esse sentido, contudo, não fica explícito no LD. A utilização da palavra insucesso, sem os elementos presentes no texto original,

produz efeitos de sentidos de que o não convencimento dessas populações por um cientista é indesejável. Desse modo, as relações humano/natureza atribuídas aos moçambicanos são tidas como indesejadas e resistentes à força de convencimento dos argumentos científicos.

O segundo exemplo está presente no quadro “A notícia” do capítulo 5. Nele, há a transposição de fragmentos de uma notícia, fragmentos da Lei da Biodiversidade (LEI 13.123/2015), uma fotografia de um yanomami coletando açaí e algumas questões para avaliar a compreensão dos estudantes sobre as ideias apresentadas no texto. A notícia veiculada chama-se “Biodiversidade: povos tradicionais poderão negar acesso a plantas e animais” publicada no portal de notícias da UOL. A lei fala sobre o reconhecimento do Estado sobre **“o direito de populações indígenas, de comunidades tradicionais e de agricultores tradicionais de participar da tomada de decisões, no âmbito nacional, sobre assuntos relacionados à conservação e ao uso sustentável de seus conhecimentos tradicionais [...]”**. Ambos os textos retratam um conflito entre os interesses das comunidades tradicionais e os interesses de pesquisadores, da indústria e de empresas quanto a forma de utilização dos conhecimentos produzidos por essas comunidades em interação com o meio ambiente. Nesse exemplo há, também, a dimensão legal do conflito, uma vez que se representa parte da legislação criada para mediar esse conflito.

A notícia cita nominalmente um morador da Reserva Extrativista do Médio Juruá e presidente do Conselho Nacional de Populações extrativistas trazendo citações diretas de suas falas defendendo o direito de as comunidades tradicionais **“à autonomia e soberania sobre esse conhecimento”**. A referência ao seu vínculo institucional com o conselho, a citação de sua voz e a articulação com o texto da Lei compõe uma representação mais concreta dos eventos sociais envolvidos na resistência dos diversos povos considerados não modernos a apropriações indevidas de seus conhecimentos. Nesse caminho, temos uma representação da dimensão legal das relações humano/natureza, tanto dos povos tradicionais quanto dos não tradicionais.

Contudo, as causas, interesses e motivações por trás das disputas envolvendo a utilização de elementos naturais e de conhecimentos sobre eles permanece oculta. Essa ocultação, aliada a citação da legislação criada no contexto desse conflito, pode gerar sentidos sobre essas disputas como uma

questão resolvida, funcionando como um mecanismo de encobrimento ideológico da situação real dos conflitos entre povos tradicionais e os agentes que buscam se apropriar de seus conhecimentos.

Outro elemento ocultado são fragmentos da fala do extrativista entrevistado nos quais ele explica sobre algumas das razões pelas quais a comunidade teria o interesse de negar acesso aos conhecimentos:

Temos alguns tipos de uso de plantas, que têm rituais que o poder não é só nosso, foi o espírito que ensinou e não temos interesse de repassar. Mas têm muitos conhecimentos e muito patrimônio genético que estão aí para ter uma função social e ambiental e não estão tendo. A pesquisa e as empresas precisam chegar e a comunidade precisa abrir esse conhecimento. Eu não tenho dúvida de que a cura do câncer está aí, que a cura da Aids está aí, só precisa pesquisar.

(<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2015/08/31/biodiversidade-povos-tradicionais-poderao-negar-acesso-a-plantas-e-animais.htm?cmpid=copiaecola>)

Esse fragmento na entrevista ocultado na transposição contém uma representação de um tipo de relação humano/natureza diferente do hegemonicamente trabalhado no livro. Ele também contém um discurso que rompe com o sentido de antagonismo entre conhecimentos tradicionais e científicos, uma vez que há abertura para o diálogo entre eles. Também promove o sentido de que os conhecimentos tradicionais podem produzir novos conhecimentos no presente.

Um dos efeitos dessa omissão, portanto, é o de reforçar sentidos de incomensurabilidade entre os interesses desses dois grupos, nos quais a disputa entre os dois é enfatizada sem contextualização e com a omissão das colaborações produtivas entre esses campos de conhecimento. Por fim, o título da matéria, ao enfatizar a decisão de “**negar**” acesso aos conhecimentos sem as ressalvas apresentadas na fala do entrevistado pode contribuir para uma visão negativa do grupo por estarem se opondo ao progresso das ciências, um fenômeno representado como algo sempre desejável e positivo nos textos analisados.

4.4 Representações da natureza e seus impactos na construção do conceito de humano.

Nos fragmentos analisados do livro pudemos observar uma grande ênfase na representação da natureza como recurso a ser explorado, seguida pela ênfase na natureza como um objeto de manejo e de proteção por parte dos seres humanos. Em ambos os casos, a natureza corresponde à passividade atribuída a ela pela divisão ontológica cartesiana.

Essa passividade é construída, também, na representação do papel do ser-humano em destruir, observar a destruição ou agir pela conservação, imputando a eles a possibilidade de ação ou inércia frente as relações hegemônicas com a natureza. A ausência de representações de outras sociedades sobre o ambiente natural contribui para a unificação de um conceito de natureza.

Ou seja, ao passo que podemos encontrar alguns tipos de relação entre humano e natureza, como as motivadas pelos interesses de empresários, de cientistas, de povos extrativistas e povos indígenas, a natureza é construída como um objeto externo e comum nessas relações. Ao apontar o poder de negar acesso aos conhecimentos tradicionais, por exemplo, ocultando a o papel que os espíritos têm nessas decisões, reforça-se a matriz da Colonialidade da natureza, que esvazia a dimensão espiritual das relações que diversos povos mantêm com ela.

Mesmo nas relações entre os povos indígenas e o meio natural, o uso de palavras como manejo, conservação e sustentáveis para descrever suas relações com a natureza possibilitam a construção de um sentido universal de natureza. A reificação desses conceitos – que emergem em meio às estratégias de enfrentamento da crise ambiental por parte dos países do Norte Global - nas relações de diferentes povos com ela também expressam uma dimensão da Colonialidade, pois reforça e estabiliza discursos eurocêntricos sobre a natureza enquanto silencia outras possibilidades de sentidos.

Já com relação aos sentidos hegemônicos apresentados, a natureza é apresentada como um objeto sujeito à intervenção humana, o que posiciona as identidades humanas em dois polos: o daqueles que destroem e o daqueles que a preservam. No extremo da destruição, temos a representação genérica da humanidade. No outro extremo, há a representação de povos indígenas e tradicionais, marcados pelas suas ações não-predatórias e sustentáveis. Essa divisão constrói uma separação entre esses grupos, atribuindo a humanidade

àqueles que destroem a natureza através da exploração irracional e intensiva dos recursos naturais.

Essa atribuição dialoga com a história do conceito de humanidade e, particularmente, com a divisão ocidental que toma como atributos humanos universais aqueles dos homens brancos de países de Norte Global. Quando o LD cria seções específicas para falar sobre o impacto humano nos ecossistemas e apenas enfatiza aqueles de destruição alinhados aos interesses coloniais de exploração da terra e geração de riquezas do mundo capitalista, ele em o efeito de anular a humanidade dos grupos sociais que não se relacionam com a natureza nessa lógica.

Contudo, é interessante notar uma inversão quanto à avaliação atribuída aos grupos, uma vez que a humanidade é apontada como **“comprometendo”** ecossistemas e causando danos ambientais como o desmatamento, a poluição e uma série de desequilíbrios ambientais. Já os povos indígenas e comunidades tradicionais são ligados a palavras de conotação positiva, como sustentabilidade, conservação e preservação. Assim, a “humanidade” – movida pelos interesses coloniais - é representada com características indesejáveis que precisam ser modificadas.

A tensão acerca da humanidade também se estende a outros grupos, como é o caso dos cientistas. Esse grupo é representado sempre com uma relação positiva com a natureza, buscando novas formas de utilização dos elementos naturais para a melhoria da qualidade de vida e do ambiente. Eles podem atuar de duas formas: (i) autônoma - **“à primeira vista, o fato demonstra um trabalho louvável de pesquisa realizado por biólogos e veterinários, no sentido de preservar animais em risco de extinção.”**. (ii) ligados a empresas e instituições – **“com a ajuda da ciência, podemos alcançar um desenvolvimento mais sustentável.”**. A ciência e os cientistas são posicionados ao lado da preservação em todos os pontos de vista. A relação dela com a natureza, mediada pela pura produção de conhecimento possibilita um sentido de uma natureza que justifica o controle sobre a natureza. Ao falar sobre os zoológicos, por exemplo, o texto da seção “conexões” do capítulo 5 afirma que

“Desde que mantidos em condições apropriadas de bem-estar e sob rigoroso controle zootécnico e sanitário, os animais podem continuar expostos, principalmente por um motivo: eles atraem o público[...]. Como têm capacidade de atrair visitantes, essas instituições podem ser agentes de conscientização ambiental e de educação continuada, além de promover a sustentabilidade ambiental.” (FAVRETTO, J. 2016, P. 88)

Nesse sentido, o controle sobre a natureza é justificável devido à necessidade de proteção desta, através da proteção de espécies animais e vegetais possibilitadas pelos conhecimentos científicos. Nos textos analisados, estão ausentes problematizações do papel que a ciência tem na construção de relações predatórias com a natureza e enfatizado seu caráter preservacionista, através das tecnologias e conhecimentos que desenvolve. Assim, a natureza que precisa ser salva justifica o controle exercido sobre ela através da ciência, cujos resultados serão positivos para a mesma.

Essas formulações em um livro de ciências contribuem para a visão de uma ciência salvacionista e para a percepção de que é através dela que os problemas serão resolvidos. Assim, o cientista passa a ser aquele que controla positivamente a natureza e educa as populações diversas sobre como se relacionar com elas. Nessa relação, a ênfase na natureza como objeto a ser salvo ofusca as relações humanas presentes nos diversos territórios e o papel que a ciência e os cientistas têm na preservação ou destruição dessas relações.

O caráter social das ciências biológicas é apontado somente nos benefícios que ela pode ter para a humanidade genérica – aquela movida por interesses eurocêntricos, como o aumento da produção e dos lucros, a racionalização da produção de energia, o desenvolvimento de novas drogas de interesse comercial. Já a dimensão das relações interculturais, nas quais concepções muito diferentes de natureza se chocam, esse papel é pouco retratado. A representação da disputa de interesses entre conhecimentos científicos e tradicionais é um dos poucos exemplos em que isso acontece. Porém, a forma como o conflito é representada apaga as contribuições que os conhecimentos científicos podem ter para a preservação dos conhecimentos tradicionais e enfatiza seu potencial de destruição desses conhecimentos.

Por último, a representação da natureza como fonte produtos é ligada, majoritariamente, à representação dos interesses das indústrias. Nesse caso,

cada exemplo representa elementos naturais – energia, rios, florestas, madeira, alimentos – como um recurso a ser explorado. Esses recursos estão sujeitos às disputas de interesse de indústrias, que podem propor formas mais ou menos predatórias. Assim, algumas atividades industriais respaldadas em conhecimentos científicos de conservação se tornam mais desejáveis do que outras movidas exclusivamente pela produção. Por exemplo, a indústria farmacêutica, associada aos avanços da engenharia genética, é representada como agente de preservação das florestas, movida por seu interesse na diversidade genética que pode ser destruída pela atividade de uma indústria mais antiga, a madeireira.

Portanto, as indústrias podem estar alinhadas tanto a interesses puramente econômicos quanto por uma mistura de interesses econômicos e preservacionistas. Os conhecimentos científicos são articulados aos grupos com interesses preservacionistas para justificar suas formas de exploração da natureza. A dimensão intercultural continua apagada, sendo a diversidade de interesses limitada àqueles que concebem a natureza de forma passiva.

5. Discussão

Os textos analisados compõem um mosaico de gêneros e autores diferentes que são articulados para a construção de sentidos sobre a biologia. Esses gêneros incluem notícias de jornais, textos autorais e textos produzidos por autoridades em assuntos que dialogam com os conteúdos do capítulo. Essa pluralidade de textos possibilita uma riqueza de representações de relações humano/natureza no material, que conta com um diversificado leque de posicionamentos.

Essa riqueza, contudo, está contida nas possibilidades de relações inseridas na lógica moderno/colonial. A escolha predominante da dimensão econômica como forma de contextualizar os conteúdos com a realidade é um dos sintomas dessa restrição. Através dela, constrói-se um sentido hegemônico de natureza de um ponto de vista utilitário, no qual ela é sujeitada à intervenção humana para obtenção de lucro e para a manutenção das necessidades de produção e consumo atuais.

Contudo, este não é o único sintoma. As representações discursivas de problemas ambientais e de preservação ambiental também enfatizam a realidade moderno/colonial, ao privilegiar os efeitos que a crise ambiental tem para as atividades econômicas e estilos de vida modernos, assim como estratégias de preservação movidas pelos interesses dessas atividades econômicas. O conceito de preservação também é utilizado para descrever as formas que atores sociais não-modernos se relacionam com a natureza, sem considerar a problemática da necessidade de preservação ambiental (e de sua conceituação) como uma questão historicamente localizada e oriunda das relações humano/natureza desenvolvidas pela modernidade europeia.

Um terceiro sintoma é a proporção extremamente desigual entre as representações das vozes de atores sociais, que privilegia representantes de práticas e atividades modernas, como empresários e políticos, em detrimento de atores sociais não modernos, cujas vozes foram citadas indiretamente ou houve a omissão de fragmentos que os identificassem com formas não modernas de existir.

Ao longo dos textos, os diferentes atores sociais utilizam de argumentos científicos para defender a validade de suas relações com a natureza, tecendo alianças entre ciências, preservação do meio ambiente e produção econômica. Ainda que os discursos desses atores modernos possam apresentar elementos contraditórios, há um sentido de unidade entre eles quando se pensa na possibilidade de sua articulação com a ciência. Essa possibilidade de articulação positiva com a ciência é exclusividade desses atores, uma vez que as relações de atores não modernos com as ciências são sempre representadas à luz do conflito entre diferentes sistemas de saberes.

Essas representações promovem um sentido de incompatibilidade entre conhecimentos científicos e conhecimentos tradicionais, radicalizando a diferença entre modernos e não modernos. Essa diferença se dá, como já discutido, em um cenário colonial, onde os conhecimentos e alternativas baseadas em epistemologias e ontologias europeias são mais valorizadas do que aquelas que fogem da lógica moderno/colonial. Dentro do contexto de educação em ciências, essa incompatibilidade pode enviesar as identidades em formação para se posicionarem ao lado de uma representação de ciência que não dialoga com outras formas de conhecimento.

Assim, um dos efeitos que esse conjunto de textos tem é o encobrimento de possibilidades relações humano/natureza diferentes das modernas e a estabilização discursos de tecnociência, nos quais as ciências são aquelas que fornecem dados técnicos que possibilitam a intervenção humana sobre a natureza em direções desejáveis dentro do horizonte das possibilidades modernas. Esse horizonte aponta para o futuro, do qual os povos não modernos também são excluídos, uma vez que suas representações os associam ao passado.

Os problemas ambientais são representados principalmente como processos causados pela ação humana. A representação genérica dos atores sociais envolvidos nesse processo pouco contribui para discussões sobre o enfretamento de suas causas. Ao invés disso, as soluções apresentadas se baseiam na adoção da racionalidade científica, através do emprego de novas tecnologias e metodologias de produção. De forma secundária, são representadas também o papel da educação individual e coletiva promovida pela figura do cientista e de questões políticas. Nessa questão de preservação, há valorização implícita das relações não modernas com a natureza, uma vez que estes são representados majoritariamente como grupos cujas práticas não produzem (ou produzem poucos) danos ambientais.

6. Considerações finais

Apontamos então que, apesar da diversidade de relações humano/natureza espalhadas pelos diferentes textos analisados, aquelas ligadas às noções modernas de desenvolvimento econômico prevalecem e direcionam a contextualização dos conteúdos nesse sentido. Os capítulos de ecologia, ao enfatizarem representações de relações destrutivas entre humano e natureza, pouco contribuem para o desenvolvimento de um olhar plural sobre as diferentes relações que os seres humanos podem estabelecer com a natureza e para a compreensão da importância da troca entre conhecimentos científicos e não científicos para a superação dos problemas ambientais.

Apesar de termos dado foco aos capítulos de ecologia, entendemos que os outros capítulos e volumes, assim como outros livros didáticos, podem produzir sentidos de relação humano/natureza muito diferentes dos analisados

aqui. Além disso, os textos analisados estavam majoritariamente inseridos em caixas temáticas que os destacavam do corpo principal de conteúdos do livro. Assim, é importante também se perguntar sobre a forma como essas caixas são lidas e que relações os estudantes estabelecem entre os conteúdos estudados e os temas discutidos nessas caixas, pois, a forma como se apropriam do material abre caminhos para outros universos de sentidos. Esperamos, com essa pesquisa, contribuir para a compreensão dos efeitos que os discursos contemporâneos sobre ambiente podem ter para a educação em biologia e para o papel conferido à educação como formadora de sujeitos capazes de enfrentar os efeitos da crise ambiental que se agrava cada vez mais.

6. Anexos

Anexo 1. Introdução do capítulo 1 do Volume 1

UNIDADE I 1 → A discussão sobre saberes tradicionais pode ser enriquecida com entrevistas feitas pelos alunos com pessoas da comunidade, em especial aquelas envolvidas com práticas ligadas à saúde (por exemplo, benzedeiros, erveiros e razeiros, curandeiros, parteiras, pessoas que exercem práticas terapêuticas em terrenos de matiz africana e de comunidades indígenas). Pode-se, ainda, sugerir aos alunos que façam um levantamento de fármacos e outros insumos que podem ter origem dentro de comunidades tradicionais. Se possível, peça auxílio aos colegas professores de Geografia e História, para localizar comunidades e traçar seu perfil histórico.

CAPÍTULO 1

Vida
Múltiplas dimensões de um fenômeno complexo

Isabela Ribeiro



Menino no barco a caminho de comunidade ribeirinha do rio Morcego, no estado do Pará, 2015.

10

2 – Um projeto da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) busca resgatar e ressignificar conhecimentos tradicionais associados à saúde. Veja mais em <<http://tub.im/6xauit>> (acesso em: out. 2015). O contato dos alunos com essa e outras práticas pode resultar em um painel de discussão, com grupos levantando argumentos favoráveis e grupos levantando argumentos contrários ao projeto da UFMT.

Quem lucra com os saberes tradicionais? Veja observação 1.

Do lugar em que temos razão
jamais crescerão
flores na primavera.
O lugar em que temos razão
está pisoteado e duro
como um pátio.
Mas dúvidas e amores
escavam o mundo
como uma toupeira, como a lavradora.

AMICHAL, Y. O lugar em que temos razão.
Poesia Sempre. Tradução de Nancy Rozenchan.
Rio de Janeiro: Fundação Biblioteca Nacional, n. 8, 1997.

No livro **E se Obama fosse africano?**¹, o biólogo e escritor moçambicano Mia Couto identifica momentos em que a ciência tida como moderna pode se mostrar inútil. Ao atravessar as savanas africanas, por exemplo, ele reconhece que seus conhecimentos não o auxiliam a desvendar os segredos das nuvens, da terra, das árvores e dos animais. Percebe, ainda, que é preciso se afastar das certezas e resgatar uma sensibilidade ancestral perdida, que permite ler a realidade.

Analogamente, o poeta Yehuda Amichai² questiona a necessidade de ter razão, afirmando que são as dúvidas que tornam o solo fértil. Todavia, todos nós sabemos que abrir mão das certezas e não desejar sempre ter razão exigem um custoso exercício de humildade.

Em geral, quando falamos de ciência, estamos nos referindo à chamada ciência moderna, que, apesar de nascer em universidades e centros de pesquisa, coexiste com outros processos de obtenção e acumulação de conhecimentos, como os saberes tradicionais. No Brasil há numerosas populações tradicionais, e para elas adotamos a definição proposta por Antônio Carlos S. Diegues:

Comunidades tradicionais estão relacionadas com um tipo de organização econômica e social com reduzida acumulação de capital, não usando força de trabalho assalariado. Nela produtores independentes estão envolvidos em atividades econômicas de pequena escala, como agricultura e pesca, coleta e artesanato. [...]

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada.** São Paulo: Hucitec, 2008.
Veja observação 2.

Comunidades tradicionais caracterizam-se pelo trabalho familiar, ligado ao próprio sustento, e pela tradição oral. São ribeirinhos, quilombolas, caiçaras e outros grupos, cada qual com seu conjunto de conhecimentos adquiridos em séculos de convivência com um meio natural que a visão urbana convencional entende como hostil. Outra marca dessas populações são as chamadas tecnologias de baixo impacto, associadas à agricultura, ao extrativismo ou à pesca em pequena escala, com baixo comprometimento da diversidade biológica.

Um exemplo da acumulação de saberes por essas populações é a utilização de plantas com propriedades curativas. Ribeirinhos e quilombolas, entre outros, detêm amplo conhecimento sobre espécies vegetais com ação terapêutica. Porém, parte significativa desse patrimônio cultural está desaparecendo por duas razões principais: a degradação do ambiente físico (por desmatamento e ocupação urbana) e o desenraizamento desses saberes na própria população, pois os membros mais jovens estão passando por um rápido processo de incorporação à vida social e profissional urbana. Se hoje preocupa a perda da biodiversidade decorrente da ocupação dos ambientes naturais pela agricultura, pecuária, indústria madeireira ou urbanização, também é alarmante a erosão cultural sofrida por esses povos, sistematicamente ignorados e ameaçados pela perda da terra, de seu espaço físico e social. A erosão cultural tem reflexos econômicos, pois envolve a apropriação indevida dos saberes dessas populações. Veja observação 3.

A sociedade aceita que o desenvolvimento de produtos rotulados como “modernos” seja creditado à indústria e às universidades; consequentemente, os recursos financeiros resultantes da comercialização de produtos e tecnologias baseadas em conhecimentos das populações tradicionais não são compartilhados com elas. Todavia, foi a acumulação histórica de conhecimentos que permitiu chegar a esses produtos.

Devemos indagar se os saberes tradicionais são apenas disparadores de saberes científicos mais elaborados ou se são parte integrante desses conhecimentos. Indo além, precisamos questionar se é ético a ciência moderna apropriar-se dos saberes tradicionais, testá-los, validá-los, ampliá-los e usufruir deles, desconsiderando o contexto social, histórico e geográfico de sua autoria.

3 – Atualmente, há uma preocupação crescente em proteger e sistematizar conhecimentos de comunidades tradicionais. Um exemplo é a criação de protocolos comunitários no arquipélago do Bailique (AM), desenvolvido pelo Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), que pode ser conhecido em <<http://tub.im/bjhd9hm>> (acesso em: nov. 2015).

¹ COUTO, M. **E se Obama fosse africano?: e outras intervenções.** São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

² Poeta israelense nascido na Alemanha, 1924-2000.

Anexo 1.1. Introdução do capítulo 1 do volume 1. Duas folhas

Anexo 2. Fragmentos do corpo do capítulo 1 do volume 1

Do que trata a Biologia?

Neste momento, é interessante instigar os alunos para que elenquem situações rotineiras em que a Biologia pode ser decisiva na tomada de decisão ou em um posicionamento diante de um determinado assunto. Essa discussão pode ser enriquecida com exemplos de assuntos abordados na mídia. Para isso, peça aos alunos que, durante uma semana, recortem artigos de jornais ou revistas que tratem de assuntos ligados à Biologia. Os artigos podem ser organizados em painéis, expostos e colocados em discussão em classe. Um tema para essa discussão poderia ser: Que relações esses assuntos têm com sua vida diária? Como podem afetar a vida das pessoas? O conhecimento biológico sobre o assunto influenciou no seu posicionamento?

Percebendo ou não, estamos constantemente lidando com Biologia. Afinal, os alimentos que comemos, as atividades físicas que executamos, as manifestações do afeto e da sexualidade, as doenças que nos afligem, as roupas que vestimos, os combustíveis que utilizamos e as mudanças ambientais estão, direta ou indiretamente, relacionados aos seres vivos. A Biologia (do grego *bíos*, vida, e *lógos*, que trata) é a ciência que estuda a vida, os seres vivos e as relações que eles estabelecem entre si e com o ambiente.

Já há algum tempo, temas relacionados à Biologia, como clonagem, terapia gênica, células-tronco, características do DNA e alimentos geneticamente modificados, aparecem com frequência em jornais, na TV e na internet. Assuntos como aquecimento global, redução da camada de ozônio e perda da biodiversidade não estão mais restritos às universidades e aos centros de pesquisa, tornando-se rotineiros na mídia por afetar diretamente nosso dia a dia e bem-estar.

Nós, cidadãos, devemos nos posicionar em relação a esses e tantos outros assuntos. Para isso, não bastam os conhecimentos sobre princípios biológicos, físicos e químicos dos assuntos em discussão. Devem ser considerados outros fatores, como a ética e os aspectos econômicos, políticos e culturais.

Veja um exemplo: o cultivo de plantas geneticamente modificadas, como a soja transgênica, ainda é assunto bastante polêmico e gera, há décadas, debates entre ambientalistas e agricultores. De um lado, ambientalistas destacam os potenciais riscos à saúde humana e ao ambiente decorrentes do plantio

e do consumo dessas variedades; de outro, agricultores e empresas de biotecnologia e produção de sementes afirmam que as variedades transgênicas são inofensivas às pessoas e ao ambiente, além de economicamente vantajosas.

Motivações políticas e econômicas podem comprometer a isenção das pessoas no momento de analisar problemas. A melhor opção para evitar esse tipo de influência é o conhecimento. Mantendo-se bem informados, os cidadãos podem decidir melhor!

► Evolução, o sentido da vida

Em quase todo o Brasil, podemos encontrar aves da espécie *Vanellus chilensis*, conhecidas popularmente por quero-quero, em referência ao som que emitem. Em algumas regiões essa espécie é conhecida por outros nomes populares, tais como te-téu e espanta-boiada.

A observação dessas aves pode motivar algumas perguntas: Como é a estrutura de suas penas? Por que seus ovos são manchados? Por que os quero-queros gritam quando percebem alguma ameaça?

Se observarmos cuidadosamente uma pena do quero-quero (de preferência, com uma lente de aumento), veremos que ela apresenta um eixo principal de onde partem ramificações que, por sua vez, também se ramificam. A estrutura da pena garante resistência e flexibilidade, além de um eficiente efeito aerodinâmico, auxiliando o voo das aves. Tudo com muita leveza, fundamental para animais que voam.



Figura 1. Manifestantes na Marcha pelo Clima em frente ao MASP, em São Paulo, SP (em novembro de 2015). Na década de 2010, houve no Brasil uma acalorada discussão entre ambientalistas e agricultores, referente à aprovação, pelo Congresso Nacional, do novo Código Florestal. De um lado, os ambientalistas destacavam os potenciais riscos ao ambiente; de outro, os agricultores afirmavam que um Código muito restritivo retiraria a competitividade do Brasil no mercado mundial de produtos agrícolas.

12

Anexo 2.1 excerto sobre ambientalistas e agricultores e parte do excerto sobre o quero-quero.

Os ovos dessa espécie são manchados, o que facilita a camuflagem em meio às gramíneas ressecadas onde, em geral, os adultos fazem os ninhos.

Outra característica interessante do quero-quero é o comportamento ao ser ameaçado. Quando seu território é invadido, em vez de se esconder, o adulto inicia um verdadeiro alvoroço, gritando e andando para longe do ninho, expondo-se ao intruso e assumindo postura agressiva. Surpreende o fato de uma pequena ave colocar-se em atitude tão arriscada diante de pessoas ou de outros animais bem maiores que ela (figura 2).

A arquitetura das penas, o aspecto dos ovos e o comportamento dessas aves instigam a curiosidade e trazem indagações.

Durante o desenvolvimento dos embriões das aves, como se formam as penas, tão complexas e adequadas ao voo? Que grupos de animais as apresentam? Qual é sua composição química? Já foram encontradas penas em fósseis? E os ovos? Por que algumas aves (como o quero-quero) originam ovos manchados, enquanto outras produzem ovos brancos?

Com relação à estratégia do quero-quero diante de ameaças, por que a ave se expõe, em vez de se proteger? Que benefício traz esse comportamento, que coloca em risco a própria vida para desviar a atenção do invasor? Comportamentos desse tipo são comuns no reino animal? Existem na espécie humana?

As respostas a essas e muitas outras questões podem ser dadas pelo estudo da evolução das aves e, no nosso exemplo, dessa espécie em particular. O estudo da evolução é um dos ramos da Biologia, ciência tratada neste livro. Outras ciências também estarão presentes nestas páginas; afinal, a compreensão dos fatos só é possível em sua complexidade; para isso precisamos romper fronteiras. Não é possível estudar Biologia sem o auxílio da Geografia, da História, da Matemática, da Química e de outras áreas do conhecimento.

As ciências devem apresentar visão integrada da realidade, do cotidiano e dos fenômenos. Cada ciência tem instrumentos e linguagem próprios e formas peculiares de trabalho; porém, o objetivo de todas é ampliar e aprofundar o conhecimento sobre diversos aspectos do mundo, e o mundo é um só!

Vida, ambiente e adaptação

Em 1973, o biólogo ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) publicou um ensaio cujo título tornou-se célebre:

Nada em Biologia faz sentido, exceto à luz da evolução.

Ao afirmar que a evolução dá sentido à Biologia, Dobzhansky apoiou essa ciência em dois eixos: **ambiente** e **adaptação**. A Biologia trata de bilhões de anos de ocupação da Terra pelos seres vivos. A narrativa dessa história descreve como a vida adapta-se aos diversos ambientes, os quais também se alteram profundamente durante esse tempo. Dessa maneira, a Biologia procura explicar o surgimento de inovações adaptativas (por exemplo, como surgiram os vasos condutores de seiva das plantas ou como evoluiu a circulação nos vertebrados), os possíveis caminhos do processo evolutivo, bem como o ritmo e os mecanismos que proporcionam a evolução.

A evolução biológica envolve **processos únicos e irreversíveis**, como o desenvolvimento das plantas com flores, o aparecimento dos primeiros vertebrados terrestres, o desaparecimento dos dinossauros e a origem da espécie humana.

Quando um biólogo pergunta "por que tal fenômeno acontece" ou "como tal fenômeno acontece", ele pode recorrer a uma **reconstrução histórica**. É evidente que, diante da tentativa de explicar a extinção dos dinossauros há 65 milhões de anos, não se imagina a realização de um experimento laboratorial. A resposta deverá ser buscada na reconstituição do evento por meio da análise de registros fósseis, da composição química das rochas e do clima da época, entre outras pistas.

Tentar compreender a Biologia de modo dissociado do processo evolutivo é como tentar entender um romance conhecendo apenas a descrição dos personagens, sem se preocupar com a história da vida de cada um e como esses personagens se relacionam entre si e com o ambiente. Sendo assim, se o estudo da Biologia não estiver estruturado pelos eixos **ambiente** e **adaptação**, essa ciência converte-se em uma lista interminável de nomes e processos desconexos e incompreensíveis.



Distribuição do quero-quero (*Vanellus chilensis*) na América do Sul



Fonte: SANTOS, E. S. A. Southern Lapwing (*Vanellus chilensis*), Neotropical Birds online. Cornell Lab of Ornithology, 2010. Disponível em: <http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?d_p_spp=144596>. Acesso em: nov. 2015.

Figura 2. (a) Um quero-quero "ameaça" um jogador. Essa ave frequentemente é vista em gramados de campos de futebol, às vezes protagonizando cenas curiosas com os jogadores. (b) No mapa, a área laranja representa a distribuição dessa espécie na América do Sul (quero-quero, 35 cm de comprimento).

13

Anexo 2.2. Continuação do excerto sobre o quer-quero.

▶ Pantanal: análise de um caso

O **Pantanal Mato-Grossense** é um ecossistema brasileiro bastante conhecido, cuja área cobre aproximadamente 150 mil km², distribuídos pelos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estendendo-se ao Paraguai e à Bolívia. Seu relevo tem baixa declividade e é cortado por rios da bacia do Paraguai, dos quais recebe influência marcante. Durante o ano, no Pantanal, há duas estações bem definidas: a seca e a chuvosa. Entre os meses de outubro e março, o Pantanal vive a estação chuvosa. Nesse período, a água das chuvas enche lagoas e banhados e, ao transbordar dos leitos, deixa enorme área alagada (**figura 4**).

No Pantanal, podemos observar numerosos seres vivos: algas, cogumelos, orelhas-de-pau, angicos, palmeiras, aroeiras, ipês, gramíneas, formigas, mosquitos, caranguejos, caramujos, peixes, jacarés, serpentes, cágados, jaburus, garças, colhereiros, capivaras, cervos, ariranhas, onças-pintadas, entre outros.

O conjunto de todos os seres vivos que ocupam um mesmo ecossistema, como o Pantanal Mato-Grossense, constitui uma

comunidade (também chamada **biocenose** ou **biota**), a qual inclui todos os organismos, ou seja, os **fatores bióticos** do ambiente.

Jaburus, garças e colhereiros apresentam características distintas, que possibilitam, mesmo a quem não é ornitólogo (especialista em aves), perceber diferenças entre eles. Além disso, cada uma dessas aves só pode se reproduzir acasalando-se com indivíduos do mesmo tipo, pois pertencem a **espécies diferentes**. De acordo com a definição clássica, **espécie** é um conjunto de seres vivos semelhantes que podem se cruzar na natureza e originar descendentes férteis. Água e jumento, por exemplo, não pertencem à mesma espécie, pois, mesmo que se cruzem, seus descendentes (burro ou mula) são estéreis. À medida que o conhecimento biológico se amplia, essa definição vem sendo modificada.

Todos os jaburus do Pantanal Mato-Grossense constituem uma **população**, conjunto de indivíduos da mesma espécie que ocupam determinado ecossistema, no mesmo intervalo de tempo. Os colhereiros do Pantanal Mato-Grossense, portanto, constituem outra população.

Os diversos seres vivos de um mesmo ecossistema não vivem isolados, mas **interagem** constantemente entre si e com o meio abiótico.

Aborde razões históricas e epistemológicas das modificações do conceito de espécie: cruzamentos em laboratório, troca de plasmídios entre bactérias de espécies diferentes, novas descobertas na área de genética etc.

Localização do Pantanal Mato-Grossense



Figura 4. Aspecto de um banhado (Aquidauana, MS, 2013). (a) Localização geográfica do Pantanal Mato-Grossense (em lilás, no mapa), uma das mais exuberantes paisagens naturais do Brasil. Em destaque, algumas aves presentes no Pantanal: (b) jaburu (espécie *Jabiru mycteria*), (c) garça (*Casmerodius albus*, 90 cm de comprimento) e (d) colhereiro (*Platalea ajaja*, entre 65 e 85 cm de comprimento). A fauna do Pantanal Mato-Grossense é diversificada, e o jaburu (ou tuiuiú) é um dos seus representantes mais conhecidos. Considerado a ave-símbolo do Pantanal, o jaburu tem por volta de 1,5 metro de altura, longos membros inferiores, que permitem entrar na água para pescar, e um bico comprido, que facilita a captura de alimento (geralmente peixes, moluscos e insetos). Apesar do jeito desengonçado em terra, o jaburu pode voar com elegância. Os adultos constroem ninhos no alto das árvores, onde as fêmeas põem de 2 a 6 ovos e os filhotes recebem os cuidados dos pais.



Anexo 2.3. Excerto sobre o Pantanal Mato-Grossense.



Anexo 2.4. Excerto sobre o Pantanal Mato-Grossense.

A manutenção da vida



Figura 7. Comparando-se (a) uma capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, 1,2 m de comprimento) com (b) uma jaguatirica (*Leopardus pardalis*, entre 70 cm e 1,2 m de comprimento), notam-se características distintas, entre as quais: tamanho e forma do corpo, dieta e dentição, tipo e coloração da pelagem. No entanto, esses animais também têm muito em comum: respiram, digerem alimentos, absorvem nutrientes, degradam e sintetizam diversas substâncias e alimentam-se de leite quando filhotes.

A jaguatirica (*Leopardus pardalis*) é um pequeno felino carnívoro cujo território estendia-se, originalmente, por quase toda a América do Sul, pela América Central e pelo sul da América do Norte. Embora não seja considerada uma espécie criticamente ameaçada de extinção, atualmente sua ocorrência é mais restrita. No Brasil, é encontrada na Mata Atlântica, no Pantanal Mato-Grossense e em algumas regiões da Floresta Amazônica.

Caçar, encontrar água, procurar parceiros sexuais e escapar de predadores (inclusive seres humanos) são algumas atividades realizadas pela jaguatirica, animal de hábitos predominantemente noturnos. Durante o dia, permanece a maior parte do tempo oculta nos galhos das árvores; à noite, sai em busca de alimento, como marsupiais (por exemplo, o gambá), roedores, lagartos e aves.

Os processos vitais que acontecem no corpo de uma jaguatirica, de uma capivara, de uma planta ou de outros organismos dependem de **fenômenos físicos e químicos**. Todas as funções básicas de um ser vivo (como alimentação, respiração, eliminação de resíduos e crescimento) resultam de uma intensa atividade que ocorre no nível celular e molecular. Essa atividade biológica, chamada **metabolismo**, resulta da capacidade que os seres vivos têm de (a) obter e transformar energia, (b) usar energia para se manter e crescer, (c) transformar um tipo de composto químico em outro, por meio de reações químicas, e (d) eliminar os resíduos dessas reações químicas.

Metabolismo (do grego *metabolé*, mudança) é o conjunto de atividades físicas e químicas de um sistema vivo, altamente integradas e que permitem a manutenção da vida. O metabolismo envolve obtenção e liberação da energia, formação, desenvolvimento, manutenção e renovação dos componentes celulares. Dele fazem parte o **anabolismo** (processo em que, a partir de moléculas mais simples, são produzidas moléculas complexas) e o **catabolismo** (processo que possibilita a degradação de moléculas complexas, geralmente com liberação de energia e formação de moléculas menores).

Os fenômenos físicos não alteram a composição química da matéria. A mastigação é um exemplo de fenômeno físico: ela apenas fraciona porções de alimento em partículas menores, sem alterar sua composição química.

Os fenômenos químicos (ou **reações químicas**) envolvem interações entre moléculas e resultam em moléculas diferentes das iniciais. Retomando o exemplo da jaguatirica, os tecidos das presas que lhe servem de alimento contêm proteínas.

No tubo digestório, as proteínas são fracionadas em moléculas menores, os aminoácidos. Esse fato é um fenômeno químico, pois transforma um tipo de molécula em outro.

No corpo da jaguatirica, o sangue distribui compostos, como aminoácidos, glicose ($C_6H_{12}O_6$) e gás oxigênio (O_2), para os diversos tecidos que o constituem, onde são empregados em processos metabólicos.

A jaguatirica responde a estímulos ambientais, como cheiros, sons e sabores. A energia de que ela necessita para realizar todas essas funções é conseguida por meio da **respiração celular aeróbia**, uma sequência de reações químicas que, com consumo de gás oxigênio, liberam a energia dos alimentos (principalmente a energia contida na glicose), que é usada também na execução de atividades, como correr e produzir compostos essenciais à sua sobrevivência. Parte da energia liberada na respiração celular aeróbia perde-se para o ambiente, na forma de calor.

Não devemos confundir a respiração celular aeróbia com a **respiração pulmonar**, que engloba as trocas gasosas — absorção de gás oxigênio (O_2) e eliminação de dióxido de carbono (CO_2) — entre o ar do interior dos pulmões e o sangue que passa por eles.

As reações químicas que ocorrem na respiração celular aeróbia podem ser simplificadas nesta equação geral:



Além de constituírem fonte de energia, os alimentos também são estruturas de construção. Compostos obtidos nos tecidos que a jaguatirica ingere podem ser utilizados na produção de células musculares e de outros tecidos, ou para produzir compostos metabolicamente importantes.

Nos seres vivos, a composição química do interior das células e a do líquido intercelular que as envolve mantêm certa estabilidade, em um estado de **equilíbrio dinâmico**. Trata-se de uma propriedade importante, pois permite que os seres vivos se mantenham ajustados, mesmo diante de mudanças do ambiente. Essa constância do ambiente interno do corpo é denominada **homeostase**.

Como sinônimo de estabilidade em equilíbrio dinâmico, a palavra homeostase pode se referir a uma célula, a um organismo ou mesmo a um ecossistema.

20

Anexo 2.5. Excerto sobre a jaguatirica.

Os seres vivos são sempre os mesmos?

Agora, o senhor já viu uma estranhez? A mandioca-doce pode de repente virar azangada — motivos não sei; às vezes se diz que é por replantada no terreno sempre, com mudas seguidas, de manaibas — vai em amargando, de tanto em tanto, de si mesma toma peçonhas. E, ora veja: a outra, a mandioca-brava, também é que às vezes pode ficar mansa, a esmo, de se comer sem nenhum mal. E que isso é? [...]

ROSA, G. **Grande Sertão: Veredas**. São Paulo: Nova Fronteira, 2005.

Os seres vivos vêm mudando nos 4 bilhões de anos de sua história na Terra. A reprodução normalmente gera descendentes semelhantes aos ancestrais, o que dá a impressão de que a vida se repete sem alterações. Ocasionalmente, porém, os seres vivos podem apresentar características que antes não existiam nos organismos de sua espécie.



Figura 11. Fósséis são vestígios de seres vivos, preservados em ambientes naturais, por exemplo, em rochas, sedimentos, gelo e âmbar. A análise dos fósséis permite esclarecer aspectos sobre seres vivos do passado. O fóssil da imagem é de um trilobita (do grego *trilobos*, que tem três lobos ou partes), animal que contava com alguns centímetros de comprimento e habitava os oceanos, há cerca de 500 milhões de anos.

A laranja-da-baía (também conhecida por laranja-de-umbigo), por exemplo, corresponde a uma variedade sem sementes que surgiu por volta de 1800, de uma única laranjeira, em um pomar da Bahia. Dessa planta foram obtidas mudas que hoje são cultivadas em vários países do mundo. Essa variedade decorreu de uma **alteração no material genético** de um indivíduo, que se incorporou ao material genético da população de laranjeiras deste pomar. Assim, atualmente, todas as laranjas-da-baía têm umbigo e não produzem sementes.

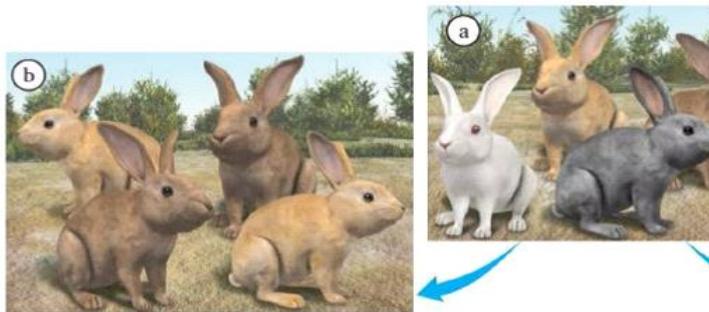


Figura 12. (a) Cada espécie desenvolve-se em determinado ambiente, onde apresenta um modo de vida, características adaptativas facilitam a sobrevivência e a reprodução e tendem a predominar por seleção natural. Uma característica favorável em um ambiente pode se mostrar desfavorável em outro ambiente e características são selecionadas e passam a predominar. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Alterações genéticas, chamadas de **mutações**, podem ocorrer naturalmente, por exemplo, durante a reprodução sexuada, ou serem induzidas por agentes físicos ou químicos.

▶ **Evo**

A evolução é o processo de mudança das características de uma população de organismos ao longo do tempo.

Os seres vivos evoluem ao longo do tempo devido a processos de seleção natural e deriva genética, que atuam sobre as variações genéticas presentes em uma população.

Embora Darwin tenha sido o primeiro a explicar a evolução (em 1859, com a obra *A Origem das Espécies*), outros cientistas, como Alfred Russel Wallace (1823-1913), também contribuíram para o desenvolvimento da teoria da evolução.

As evidências da evolução são:

- As semelhanças morfológicas e anatômicas entre espécies diferentes.
- As semelhanças genéticas entre espécies diferentes.
- O registro fóssil.
- A distribuição geográfica das espécies.
- A presença de espécies fósseis que apresentam características intermediárias entre espécies modernas.
- A presença de estruturas vestigiais em organismos modernos.
- A presença de moléculas vestigiais em organismos modernos.

Anexo 2.6 Excerto sobre a Laranja-da-Baía.

Anexo 3. “A notícia” dos Capítulos 3 ao 8

A notícia

Brasil tem mais de 204 milhões de habitantes, diz IBGE

O Brasil tem uma população de 204 450 649 habitantes, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), publicados nesta sexta-feira (28) [de agosto de 2015] no Diário Oficial da União. Os dados são estimativas de população feitas com base no dia 1º de julho de 2015.

Do ano passado para cá, a população cresceu cerca de 0,87% – em 2014, segundo o IBGE, o Brasil havia chegado a 202 768 562 de habitantes.

O Estado mais populoso, São Paulo, tem 44,4 milhões de habitantes – 21,7% da população total do país. Já no Estado menos populoso, Roraima, vivem 505,6 mil pessoas – 0,2% da população total.

Além de São Paulo, cinco Estados têm mais de 10 milhões de habitantes: Minas Gerais (20,86 milhões), Rio de Janeiro (16,55 milhões), Bahia (15,2 milhões), Rio Grande do Sul (11,24 milhões) e Paraná (11,16 milhões).

A lista das unidades da federação com mais de 5 milhões de pessoas traz outros seis Estados: Pernambuco (9,34 milhões), Ceará (8,9 milhões), Pará (8,17 milhões), Maranhão (6,9 milhões), Santa Catarina (6,81 milhões) e Goiás (6,61 milhões).

As demais unidades federativas têm as seguintes populações: Paraíba (3,97 milhões), Espírito Santo (3,92 milhões), Amazonas (3,93 milhões), Rio Grande do Norte (3,44 milhões), Alagoas (3,34 milhões), Mato Grosso (3,26 milhões), Piauí (3,2 milhões), Distrito Federal (2,91 milhões), Mato Grosso do Sul (2,65 milhões), Sergipe (2,24 milhões), Rondônia (1,76 milhão) e Tocantins (1,51 milhão).

Além de Roraima, outros dois Estados têm menos de 1 milhão de habitantes: Amapá (766,6 mil) e Acre (803,5 mil). [...]

Brasil tem mais de 204 milhões de habitantes, diz IBGE. UOL Notícias, 28 ago. 2015. Fornecido pela Folhapress. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/08/28/brasil-tem-mais-de-204-milhoes-de-habitantes-diz-ibge.htm>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia e pesquisar mais sobre o tema, responda:

1. Qual é a participação (em porcentagem) dos cinco estados mais populosos na população do país? E das quinze maiores regiões metropolitanas?
2. Comente alguns impactos sociais e ambientais da concentração populacional nas maiores regiões metropolitanas do país.

Anexo 3.1 “A notícia” do capítulo 3

Biodiversidade: povos tradicionais poderão negar acesso a plantas e animais

A Lei da Biodiversidade, sancionada em maio [de 2015], prevê que comunidades tradicionais, povos indígenas e agricultores familiares possam negar o acesso de pesquisadores e representantes de indústrias ao conhecimento e a elementos da biodiversidade brasileira. De acordo com o gerente de projetos do Departamento de Patrimônio Genético do Ministério do Meio Ambiente, Henry Novion, o consentimento prévio informado será o instrumento usado para

condicionar os acessos, e no documento constarão todas as regras a serem seguidas pelos setores acadêmicos e produtivos.

[...]
Manoel da Silva Cunha é extrativista na Reserva Extrativista do Médio Juruá e diretor do Conselho Nacional das Populações Extrativistas e, de acordo com ele, a comunidade já discute alguns conhecimentos que não tem interesse em compartilhar com a indústria e a academia. [...]

Para ele, entretanto, as comunidades tradicionais e povos indígenas precisam ter autonomia e soberania sobre esse conhecimento. "Se ela [a comunidade] não quer abrir, que não sofra nenhum tipo de represália ou pressão nenhuma, que sejamos soberanos nessa decisão. Que não seja o governo que diga o que a gente abre ou não, que a lei não dê esse privilégio às empresas."

[...]

VERDELIO, A. Biodiversidade: povos tradicionais poderão negar acesso a plantas e animais. UOL, 31 ago. 2015. Ciência e Saúde. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2015/08/31/biodiversidade-povos-tradicionais-poderao-negar-acesso-a-plantas-e-animais.htm>>. Acesso em: fev. 2016.

No Artigo 8º, a Lei da Biodiversidade (Lei 13.123/2015) define:

[...] O Estado reconhece o direito de populações indígenas, de comunidades tradicionais e de agricultores tradicionais de participar da tomada de decisões, no âmbito nacional, sobre assuntos relacionados à conservação e ao uso sustentável de seus conhecimentos tradicionais associados ao patrimônio genético do

Pais, nos termos desta Lei e do seu regulamento. [...].

Já o Artigo 10º diz:
As populações indígenas, às comunidades tradicionais e aos agricultores tradicionais que criam, desenvolvem, detêm ou conservam conhecimento tradicional associado são garantidos os direitos de: (I) ter reconhecida sua contribuição para o desenvolvimento e conservação de

patrimônio genético, em qualquer forma de publicação, utilização, exploração e divulgação; (II) ter indicada a origem do acesso ao conhecimento tradicional associado em todas as publicações, utilizações, explorações e divulgações; (III) perceber benefícios pela exploração econômica por terceiros, direta ou indiretamente, de conhecimento tradicional associado, nos termos desta Lei; [...].

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. DOU, Brasília, DF, 20 maio 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm>. Acesso em: maio 2016.



Yanomami coletando açai na Aldeia do Ixima (Santa Isabel do Rio Negro, AM, 2011).

Atividade

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia e os artigos da Lei 13.123/2015, julgue (V ou F) as seguintes afirmativas:

- V I. A indústria química ou farmacêutica que desenvolver insumos ou medicamentos a partir de informações detidas por populações tradicionais deverá compartilhar os resultados econômicos da comercialização dos produtos com essas populações.
- F II. Comunidades ribeirinhas e quilombolas estão desobrigadas da obediência à Lei 13.123/2015.
- F III. Mediante remuneração, as comunidades obrigam-se a fornecer às universidades públicas e aos institutos de pesquisa informações referentes aos saberes tradicionais.
- F IV. Reservas indígenas convertem-se automaticamente em reservas de diversidade biológica.
- V V. O pesquisador que publicar um trabalho científico baseado em saberes tradicionais deverá informar a fonte desses saberes.

Anexo 3.2. A notícia do capítulo 4.

A notícia

Desmatamento já atinge metade do Cerrado, diz governo

Uma tecnologia que já havia sido aplicada à Amazônia em 2008 foi “exportada” para o Cerrado em 2013, revelando que quase metade do bioma já foi desmatada. Dados do TerraClass, projeto que mapeia o uso da terra e da cobertura vegetal no Cerrado, foram divulgados [...] pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O mapa foi elaborado com base em interpretação visual de 121 imagens de satélite, processadas pela técnica de segmentação por crescimento de regiões.

Constatou-se que 54,62% do bioma — o segundo maior da América do Sul, ocupando cerca de 22% do território brasileiro — está preservado. O restante se enquadra na classe “áreas antrópicas”, que inclui terras urbanizadas ou usadas para silvicultura, mineração e, principalmente, agricultura e pastagem.

Goias, o terceiro Estado sobre o qual mais incide a área contínua de Cerrado (329 600 km²), tem menos da metade do bioma preservado — 42%. Mato Grosso do Sul já desmatou 68% do bioma, que totaliza 216 mil km².

O alto índice de urbanização de São Paulo leva a um índice de 81% de desmatamento, embora a área de cobertura seja menor, de 81 100 km². “A primeira boa notícia é que as pessoas achavam que tínhamos menos Cerrado, mas na verdade temos mais. O que antes era apenas um ‘chute’ agora tem validade técnico-científica”, disse a ministra do Meio Ambiente [...].

Foram consideradas áreas preservadas aquelas com padrões de cobertura da terra compatíveis com as diferentes

fisionomias vegetais que compõem o Cerrado. “Uma área natural não necessariamente significa que não tenha uso humano. Pode estar sendo usada para atividades produtivas pouco intensivas”, disse o diretor do Departamento de Florestas do ministério [...].

Para os especialistas envolvidos no projeto, o desafio é ampliar a produção agropecuária no bioma que é considerado uma importante fronteira agrícola, conservando a biodiversidade e reduzindo a pressão pela ocupação de novas áreas. O Cerrado abriga nascentes das Bacias do Araguaia-Tocantins e São Francisco, além dos principais afluentes das Bacias Amazônica e do Prata, e por isso é considerado estratégico na área de recursos hídricos.

[...]

Desmatamento já atinge metade do Cerrado, diz governo. **IstoÉ Dinheiro**, 26 nov. 2015. Disponível em: <www.istoedinheiro.com.br/noticias/economia/20151126/desmatamento-atinge-metade-cerrado-diz-governo/320617>. Acesso em: mar. 2016.

Atividade

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia, julgue (V ou F) as afirmativas a seguir:

- F I. A grande extensão dos Cerrados reduz o impacto das pressões antrópicas.
- V II. A principal ameaça aos Cerrados está na expansão das fronteiras agrícolas.
- V III. Outras regiões podem ser indiretamente afetadas

pela degradação desse bioma, pois os Cerrados são a origem de importantes recursos hídricos.

- V IV. No estado de São Paulo, a degradação dos remanescentes de Cerrados é agravada pelo processo de urbanização.
- V V. Existem formas menos lesivas de exploração de recursos dos Cerrados, que permitiriam diminuir os impactos ambientais e evitar a abertura de novas áreas.

Anexo 3.3. A notícia do Capítulo 5.

A notícia

Tenho visto a sociedade debater sustentabilidade com foco apenas na escassez futura de água, de verde e de ar limpo.

Porém poucas práticas são tão insustentáveis quanto as tentativas de pessoas e de empresas de serem sustentáveis. Afinal, plantar ou abraçar uma árvore é um bom começo, mas raramente esse começo se repete por semanas ou meses

Sustentabilidade começa em casa

seguidos. É como se aquele que plantou uma árvore já tivesse prestado contas com a natureza, voltando à sua rotina de desperdícios e de poluição com menor peso na consciência.

Não vejo sentido em uma atividade iniciada e não encerrada, seja você um simples trabalhador, uma grande empresa ou o ministro Cezar Peluso. De sustentáveis, práticas cidadãos feitas

uma ou duas vezes na vida têm apenas a inspiração.

Ser sustentável é mais do que fazer um gesto eventual pelo futuro. Sustentabilidade começa em casa, pelo que você faz para que sua existência não se torne um problema para as demais pessoas neste mundo. Isso tem a ver com como você aproveita a água, a energia, os insumos e os alimentos [...].

CERBASÍ, G. Sustentabilidade começa em casa. **Folha de S. Paulo**, 27 ago. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/isp/mercado/63023-sustentabilidade-comeca-em-casa.shtml>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividades

Escreva
no caderno

Depois de ler o texto, responda:

1. Cite práticas sustentáveis que já fazem parte do seu dia a dia.
2. Discuta o paradoxo contido nesta afirmativa: “[...] poucas práticas são tão insustentáveis quanto as tentativas de pessoas e de empresas de serem sustentáveis”.

Anexo 3.4. A notícia do capítulo 6

A notícia

Transposição do rio São Francisco é tema de debate na Assembleia do RN

[...]

A pior seca dos últimos 100 anos no estado e a transposição das águas do rio São Francisco são temas de uma audiência pública que acontece na manhã desta segunda-feira (28) na Assembleia Legislativa do Rio Grande do Norte.

Participam do debate, além dos deputados estaduais, toda a bancada federal, vereadores, prefeitos e lideranças partidárias. Ministro da Integração Nacional [...] também deve participar do evento, intitulado RN pela Transposição. A audiência está marcada para ter início às 9h.

As obras de transposição do São Francisco, que estão com 78,6% das obras concluídas segundo dados de agosto deste ano, possuem mais de 700 quilômetros de canais de concreto em dois grandes eixos (Norte e Leste) ao longo do território de quatro estados nordestinos (Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte). [...]

Portal G1, 27 ago. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2015/09/transposicao-do-rio-sao-francisco-e-tema-de-debate-na-assembleia-do-rn.html>>. Acesso em: mar. 2016.

O rio São Francisco tem suas nascentes em Minas Gerais, fora do semiárido nordestino. O regime tropical de chuvas em seu alto curso garante-lhe vazão necessária para não secar durante a extensa travessia do sertão. Até recentemente, era o único rio perene do semiárido. Hoje, outros rios foram perenizados por meio da construção de represas e açudes, mas nenhum deles se compara, em vazão, ao São Francisco.

O projeto de transposição, cujo investimento total é estimado em aproximadamente US\$ 700 milhões, envolve o desvio de 150 m³ de água por segundo (cerca de 5% da vazão total do rio) para bacias hidrográficas do Ceará, do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Através de 120 quilômetros de canais, uma das duas principais ligações verteria águas para o rio Jaguaribe (no Ceará), do qual seriam desviadas para o rio Piranhas (que passa a se chamar Açú no Rio Grande do Norte), para o rio Apodi e para o reservatório de Orós. Outra ligação verteria águas do rio São Francisco para o

rio Paraíba, através do açude pernambucano de Poço da Cruz.

Como seria de esperar, a ideia é entusiasticamente apoiada por autoridades e políticos do Ceará, do Rio Grande do Norte e da Paraíba, nos quais a transposição é apresentada como solução para o problema das secas e fundamento de inúmeros projetos de irrigação. Em Pernambuco, as opiniões estão divididas: no cômputo total, o estado perde alguma água; em compensação, seria atravessado por todos os canais. Entretanto, é na Bahia que se concentra a oposição ao projeto, geralmente amparada em argumentos ambientais. Há os que afirmam que o projeto é tecnicamente inviável, em virtude da elevada evaporação e infiltração; outros criticam seus altos custos, diante de benefícios incertos, e reivindicam a aplicação de parte dos recursos em projetos estaduais de irrigação. Há, também, aqueles que reclamam a perda de parte da água que atualmente banha o estado da Bahia.

Atividades

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia e o texto, responda:

1. (Unicamp-SP) O mapa abaixo representa a área abrangida pelo projeto de transposição do rio São Francisco.



(Elaborado com base em http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/integracao/info_ampliado.asp.)

- a) Qual o principal bioma a ser atingido pela transposição do São Francisco? Dê duas características desse bioma.
 - b) Indique um impacto positivo e outro negativo esperados no projeto de transposição do São Francisco.
2. (Enem/MEC)

Segundo a análise do Prof. Paulo Canedo de Magalhães, do Laboratório de Hidrologia da COPPE, UFRJ, o projeto de

transposição das águas do rio São Francisco envolve uma vazão de água modesta e não representa nenhum perigo para o Velho Chico, mas pode beneficiar milhões de pessoas. No entanto, o sucesso do empreendimento dependerá do aprimoramento da capacidade de gestão das águas nas regiões doadora e receptora, bem como no exercício cotidiano de operar e manter o sistema transportador. Embora não seja contestado que o reforço hídrico poderá beneficiar o interior do Nordeste, um grupo de cientistas e técnicos, a convite da SBPC, numa análise isenta, aponta algumas incertezas no projeto de transposição das águas do rio São Francisco. Afirma também que a água por si só não gera desenvolvimento e será preciso implantar sistemas de escoamento de produção, capacitar e educar pessoas, entre outras ações.

Ciência Hoje, volume 37, número 217, julho de 2005. (Adaptado.)

Os diferentes pontos de vista sobre o megaprojeto de transposição das águas do Rio São Francisco quando confrontados indicam que

- a) as perspectivas de sucesso dependem integralmente do desenvolvimento tecnológico prévio da região do semiárido nordestino.
- b) o desenvolvimento sustentado da região receptora com a implantação do megaprojeto independe de ações sociais já existentes.
- c) o projeto deve limitar-se às infraestruturas de transporte de água e evitar induzir ou incentivar a gestão participativa dos recursos hídricos.
- d) o projeto deve ir além do aumento de recursos hídricos e remeter a um conjunto de ações para o desenvolvimento das regiões afetadas.
- e) as perspectivas claras de insucesso do megaprojeto inviabilizam a sua aplicação, apesar da necessidade hídrica do semiárido.

125

Anexo 3.5. A notícia do capítulo 7.

A notícia

Podemos expandir a discussão sobre essa notícia solicitando aos alunos que pesquisem sobre o acidente nuclear de Chernobyl (Ucrânia, 1986) e comparem-no com o de Fukushima quanto às causas e aos efeitos.

Lições de Fukushima: especialistas questionam se reação foi exagerada

[...] o acidente nuclear em Fukushima, no Japão, levou a uma grande evacuação, inclusive de pacientes internados em hospitais.

Agora, os especialistas passam a se questionar: será que era mesmo o caso?

No último mês, a Agência Internacional de Energia Atômica apontou que, até agora, ninguém morreu ou mesmo ficou doente por causa da radiação emitida no episódio.

Mesmo entre os trabalhadores da usina, os dados têm indicado que não haverá casos de câncer além do normal, embora seja preciso aguardar mais anos para ter certeza.

O esforço de evacuação, porém, deixou 1 600 mortos.

Um pequeno encontro científico em Tóquio discutiu o assunto recentemente.

“O governo basicamente entrou em pânico”, disse o oncologista Mohan Doss, que participou do evento.

“Quando você evacua uma unidade de tratamento intensivo, você não pode simplesmente levar os pacientes a uma escola e esperar que eles sobrevivam.”

O nível de radiação, dizem os cientistas, não era tão elevado a ponto de justificar tais medidas. Houve várias vítimas fatais também entre pacientes

de asilos, cuja fragilidade dificultou sua evacuação.

O problema é que era difícil saber a priori que a radiação seria em boa medida levada pelo vento em direção ao mar. Os habitantes com maior exposição teriam encarado 70 milisieverts de radiação, valor não muito maior do que o de uma tomografia de alta resolução de corpo inteiro ao ano desde o acidente.

A maior parte dos moradores, porém, não deve ter recebido mais do que 4 milisieverts — a exposição natural de radiação ao livre, na terra, é de 2,4 milisieverts por ano.

[...]

Um sievert equivale a um joule (unidade de energia) de radiação absorvida por quilograma de matéria.

Lições de Fukushima: especialistas questionam se reação foi exagerada. **Folha de S. Paulo**, 23 set. 2015. Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2015/09/1685204-licoes-de-fukushima-especialistas-questionam-se-reacao-foi-exagerada.shtml>>. Acesso em: mar. 2016.

Atividade

Escreva
no caderno

Depois de ler a notícia, julgue verdadeiras (V) ou falsas (F) as afirmativas:

- V I. Aparentemente, as medidas tomadas pelo governo japonês no caso de Fukushima foram excessivas.
- F II. Houve aumento significativo do número de casos de câncer depois do acidente nuclear de Fukushima.
- V III. Ainda é cedo para afirmar, com certeza, que os casos de doenças associadas à exposição radioativa permanecem dentro de limites aceitáveis.
- V IV. As medidas de evacuação afetaram, principalmente, pacientes hospitalizados e idosos abrigados em asilos.

147

Anexo 3.6. A notícia do capítulo 8

Anexo 4. Introdução dos capítulos 4,5 e 6

UNIDADE I

CAPÍTULO 4

Biodiversidade
Uma tapeçaria de formas de vida

Agriphoto/Shutterstock.com



A crescente atenção da indústria farmacêutica e do mercado mundial do agronegócio para com os produtos provenientes de fontes naturais está desencadeando um complexo jogo de interesses envolvendo os países de alta biodiversidade (como o Brasil e outros países latino-americanos, africanos e asiáticos), onde a maioria desses recursos é encontrada.

54



Quando ecologia e economia se encontram

O homem foi dotado de razão e de força criadora para multiplicar o que lhe foi dado, mas até hoje não tem criado, só destruído. Há cada vez menos florestas, os rios secam, a caça desaparece, o clima está todo estragado, a Terra torna-se mais pobre e mais feia a cada dia que passa.

TCHECOV, A. P. **Tio Vânia**. Lisboa: Relógio D'Água, 2005.

Na peça **Tio Vânia**, escrita pelo médico e escritor russo Anton Pavlovitch Tchecov (1860-1904) e encenada pela primeira vez em 1897, o dramaturgo narra a industrialização da Rússia dos czares, quando as florestas foram maciçamente derrubadas, fornecendo madeira (usada na construção de galpões e fábricas) e lenha (que movimentava as máquinas a vapor) a um parque industrial que rapidamente se expandia.

A ideia de preservação do patrimônio natural existe há muito tempo, mas somente a partir da Convenção Internacional sobre Biodiversidade (1992) estabeleceu-se um consenso mundial de que conhecer a diversidade da vida é meta prioritária para a conservação e para o desenvolvimento sustentável.

Iniciativas para inventariar e obter informações sobre a biodiversidade são colocadas em prática em vários países, incluindo o Brasil. A Amazônia, por exemplo, tornou-se tema popular no mundo todo. Nos países desenvolvidos, a mídia aborda incessantemente a marcha da devastação das florestas tropicais e as ameaças que pairam sobre grupos indígenas e reservas extrativistas. Nesse interesse, há um componente emocional, pois assistimos à destruição das últimas florestas ancestrais do planeta.

Desde os primórdios da história humana, essas paisagens naturais foram submetidas aos golpes da ocupação produtiva destinada à extração madeireira, à agricultura, à pecuária e à urbanização. Nos séculos XVIII e XIX, a aceleração do tempo promovida pela indústria desflorestou bosques temperados na Europa e na América do Norte; no século XX, as florestas tropicais pluviais, encurraladas pela indústria madeireira e pelas frentes de povoamento, experimentaram rápida retração. Todavia, há outro componente que orienta as atenções: o econômico. Florestas tropicais são depósitos de imensa riqueza biológica que, processada pela indústria farmacêutica na era da engenharia genética, promete novas drogas e lucros fabulosos. Comparada com seu potencial químico, a agropecuária e a exploração madeireira representam perda de riquezas naturais.

Não é apenas a mídia que se volta para os temas da devastação e da preservação das florestas tropicais. Esse temário tornou-se um dos focos da diplomacia ecológica e gerou a Convenção da Biodiversidade. O labirinto desse tratado evoluiu em torno dos interesses de Estados com diferentes graus de poder econômico e tecnológico e incide sobre o exercício da soberania territorial dos Estados que abrigam tais florestas remanescentes. Todavia, como afirma Colin MacLwain¹:

Por uma série de fatores, os recursos biológicos mundiais estão distribuídos em uma proporção inversa à distribuição de recursos materiais.

Exemplificando, o Reino Unido possui aproximadamente 1 800 espécies de plantas, enquanto o Brasil tem cerca de 34 mil.

¹ MACILWAIN, C. When rhetoric hits reality in debate on bioprospecting. *Nature*, 392, 9 abr. 1998, p. 535-540. (Tradução nossa.)

Anexo 4.1 Introdução do capítulo 4. 2 folhas

UNIDADE II

CAPÍTULO 5

Biosfera e ação humana

Grandes paisagens naturais

Fabio Colombini

As flores do pequi abrem-se entre agosto e novembro, época de seca no Centro-Oeste do Brasil. "Pele com espinhos", significado do nome "pequi" em tupi-guarani, é uma referência a uma conhecida característica desse fruto, que exige cuidado ao ser consumido.



A flor do pequi

Os Cerrados formam o segundo maior bioma brasileiro em extensão, cobrindo mais de 22% do território do país, e neles estão as principais nascentes de três grandes bacias hidrográficas: Amazônica, do São Francisco e do Prata. Com rica biodiversidade e alta taxa de endemismo, estão à mercê de numerosas ações antrópicas, associadas principalmente à expansão das fronteiras agrícolas em estados do Centro-Oeste e nos estados da Bahia e do Tocantins.

Entre as espécies que marcam a fisionomia dos Cerrados, destacam-se o pequi (*Caryocar brasiliense*) e seus apreciados frutos, consumidos *in natura*, em conserva ou em pratos típicos da culinária local (como o arroz de pequi). A respeito dessa planta, a sabedoria tradicional de povos indígenas da região diz que quando a flor de pequi aparece não é mais época de colocar fogo nos Cerrados.

Essa afirmação soa estranha, pois estamos acostumados a ver o fogo sempre como um risco à vegetação nativa, independentemente da época do ano. De fato, ele é uma ameaça, se usado indiscriminadamente; entretanto, populações tradicionais brasileiras (indígenas ou não) reconhecem a relação íntima entre o fogo e o Cerrado e utilizam queimadas controladas como estratégia de preservação desse ambiente.

No texto "O incendiador de caminhos", o escritor Mia Couto fala de seu insucesso ao tentar convencer os moçambicanos a abandonar o hábito de colocar fogo nas savanas por onde passam, ao caminhar por longas distâncias. Para eles, trata-se de uma forma de aumentar a segurança durante as longas jornadas a pé, afugentando animais, evitando emboscadas e mapeando os caminhos. Poeticamente, Couto dá a essa tradição o nome de "cartografia do fogo".

O fogo sempre foi visto como um fenômeno destrutivo de alto impacto, mas em certos ambientes ele é parte do ciclo natural. Nas Savanas (na África ou no Cerrado brasileiro), as queimadas estão incorporadas à dinâmica dos ambientes, de tal maneira que sua falta pode ser danosa. As queimadas podem manter a quantidade de gramíneas em nível controlado, evitando que aumentem a ponto de competir com a

vegetação arbustiva ou arbórea. Por sua vez, muitas sementes só germinam depois de submetidas ao fogo.

Entre os pesquisadores, há controvérsia quanto ao uso controlado das queimadas no manejo e preservação do Cerrado, um bioma ameaçado pelo rápido processo de ocupação. Utilizadas para abrir fronteiras agrícolas, as queimadas em larga escala, sem controle e em épocas inapropriadas, causam perda de nutrientes, erosão e compactação do solo. No entanto, a eliminação total das queimadas também representa risco, pois o acúmulo de biomassa, associado à baixa umidade nos períodos de seca, facilita a ocorrência de incêndios de grandes proporções, que aumentam muito a temperatura e prejudicam a comunidade (particularmente os microrganismos do solo).

Populações tradicionais que habitam áreas de Cerrado provocam queimadas de manejo com diversas finalidades: eliminação do excedente de capim seco e prevenção de incêndios de grandes proporções; atração de animais para a caça pelo estímulo à rebrota da vegetação herbácea e ao aparecimento de folhas verdes; estímulo à floração e à frutificação de certas plantas; facilitação do acesso aos recursos naturais pela redução do estrato arbustivo.

Ao longo de milhares de anos, essas populações desenvolveram estratégias aparentemente mais adequadas e menos agressivas, como as queimadas de áreas em regime de rodízio, a cada três ou quatro anos, e somente nas épocas mais úmidas (em geral, de janeiro a junho).

É importante destacar, no entanto, que a utilização do fogo por essas populações sempre teve a finalidade de melhorar as condições da própria sobrevivência, sepultando o mito de ambientes naturais como paisagens intocadas.

Mesmo as áreas preservadas de Cerrado, Floresta Amazônica, Mata Atlântica e outros biomas são fruto da interação milenar e indissociável entre ecossistemas e populações humanas. Há cerca de 200 mil anos, o *Homo sapiens* é um componente dos ecossistemas; a paisagem típica do Cerrado resulta dessa interação.

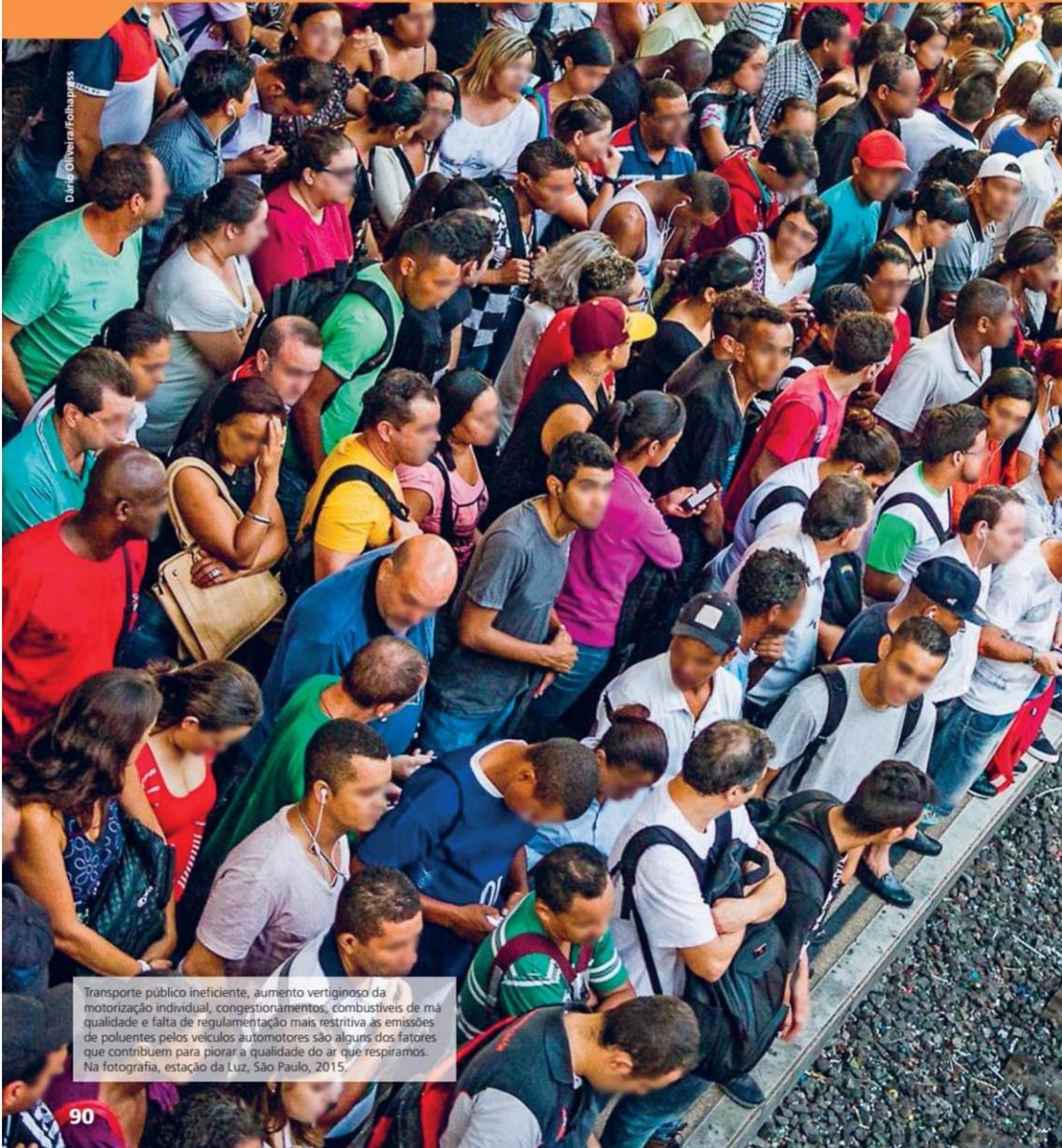
Anexo 4.2 Introdução do capítulo 5. 2 folhas.

UNIDADE II

CAPÍTULO 6

Biosfera e ação humana

Atmosfera



Daniel Oliveira/Folhapress

Transporte público ineficiente, aumento vertiginoso da motorização individual, congestionamentos, combustíveis de má qualidade e falta de regulamentação mais restritiva as emissões de poluentes pelos veículos automotores são alguns dos fatores que contribuem para piorar a qualidade do ar que respiramos. Na fotografia, estação da Luz, São Paulo, 2015.

90



E o mundo nunca mais foi o mesmo

Os combustíveis fósseis constituem nossa principal fonte de energia, e entre as consequências de sua combustão estão as chuvas ácidas e o aquecimento global. A análise desses efeitos para os ecossistemas e a saúde humana aponta a necessidade urgente de desenvolvimento e uso de fontes alternativas de energia, que liberem menos gás carbônico para a atmosfera.

A atmosfera terrestre é um produto da vida, tecida no tempo lento das eras geológicas, e isso a distingue das atmosferas dos outros planetas do Sistema Solar. Contudo, a mais forte evidência do poder que a civilização urbano-industrial demonstra de transformar a natureza são as mudanças químicas e físicas que, no tempo curto de sua história, manifestam-se no ar das regiões industriais e das aglomerações urbanas. A alta concentração de poluentes atmosféricos e as precipitações ácidas acompanham o contorno geográfico das cidades contemporâneas.

A interferência humana sobre a atmosfera, a esfera gasosa da Terra, ocorre também em escala mais vasta. As evidências da degradação recente da camada de ozônio, derivada de substâncias utilizadas pela sociedade de consumo, acenderam os sinais de alerta. Os governos firmaram tratados destinados a substituir os produtos que rompem o filtro solar crucial para a vida no planeta.

A atmosfera é a ponte complexa que relaciona a radiação solar à biosfera. Sua dinâmica entrelaça-se com os ciclos de atividade solar e com a tectônica das placas continentais, que muda a disposição das terras emersas e dos oceanos. Ela continua a iludir a ciência e a tecnologia mais avançadas, revelando-se cheia de mistérios.

O fenômeno da poluição atmosférica está diretamente ligado a processos históricos recentes, sendo um subproduto da urbanização e da industrialização. A concentração da população em cidades grandes e médias gerou focos críticos, caracterizados por níveis elevados de poluição do ar. O mundo urbano, porém, é uma realidade histórica recente. Há dois séculos, em 1800, apenas 3% da humanidade residia no meio urbano: dedicadas ao comércio e à administração, as cidades constituíam ilhas cercadas pelo oceano do mundo rural.

Atualmente, as cidades da Europa e da América anglo-saxônica abrigam perto de 85% da população total dessas regiões, e o êxodo rural está praticamente encerrado. Nos países em desenvolvimento, o processo de urbanização acelerou-se mais tarde e continua a se processar em ritmo vertiginoso. Sua taxa média de urbanização está perto de 50%, mas, em poucas décadas, a população urbana será majoritária.

A história climática da Terra exhibe um cenário de elevações térmicas interrompidas por vales de resfriamento que anunciam a chegada de glaciações. Os registros térmicos de mais de um século de observações indicam a aproximação de um cume térmico. Sua interpretação escancarou uma animada polêmica científica e política. Uma corrente enxerga nos gases de efeito estufa de origem antropogênica a locomotiva que acelera a marcha rumo ao aquecimento global; de outro lado, estão os céticos, que enxergam nesses gases um pingô insignificante no oceano de mudanças naturais inevitáveis.

O debate prossegue. No futuro próximo, suas repercussões afetarão nossas opções energéticas e industriais, nossas prioridades tributárias e, quem sabe, o modo de vida das próximas gerações.

Anexo 4.4. Introdução do capítulo 6. 2 folhas.

Anexo 5. “Conexões” do capítulo 4 e 5.

Cultivo do eucalipto no Brasil

Ambientalistas, produtores e setores industriais têm protagonizado debates acalorados sobre o plantio de florestas com espécies exóticas (como *Pinus* e eucalipto). Em geral, argumenta-se a respeito dos potenciais efeitos do eucalipto sobre o solo, os aquíferos e a biodiversidade. No entanto, plantios de eucalipto são encontrados em diversas regiões do mundo, em diferentes latitudes, climas, altitudes e tipos de solo.

Com o propósito de enriquecer o debate, sugerimos a leitura dos textos a seguir e a busca de informações complementares em outras fontes confiáveis.

Texto 1

O paradoxo dos desertos verdes

Regina Scharf, jornalista.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Indústria Brasileira de Árvores (Ibá), os plantios florestais atingiram no Brasil, em 2014, mais de 9,3 milhões de hectares, com predomínio do eucalipto (quase 7 milhões de hectares). E esses números não param de aumentar em ritmo acelerado.

Desde a metade do século XX, quando os plantios de eucalipto no Brasil começaram a alcançar escalas nunca imaginadas, os produtores têm alardeado as supostas vantagens ambientais do negócio, como o aumento da cobertura vegetal e o sequestro de carbono.

Todavia, tanto o eucalipto como o *Pinus* (variedade de pinheiro mais utilizada em plantios comerciais) são espécies exóticas, ou seja, não são componentes dos ecossistemas naturais do país. Grandes plantações de espécies exóticas têm grandes impactos ambientais, principalmente sobre a biodiversidade, a disponibilidade de água, a qualidade do solo. Isso sem contar nas consequências sobre os direitos das populações tradicionais.

Uma das críticas mais frequentes ao eucalipto é a de que ele demanda uma imensa quantidade de água, o que pode comprometer o balanço hídrico de regiões mais áridas. Sua sede é tanta que, no século XIX, a espécie foi usada para secar brejos da Califórnia e da ilha italiana da Sicília, para combater o mosquito da malária, que usa águas paradas para se reproduzir.

Como acontece com toda monocultura, as plantações de eucalipto reduzem a quantidade de espécies encontradas por hectare; ou seja,

representam um verdadeiro achatamento da biodiversidade. Vastas áreas contínuas de plantações, que podem alcançar milhares de hectares, deixam pouco ou nenhum espaço para o desenvolvimento de cipós, arbustos e fungos. Nesse tipo de ambiente, insetos, aves e pequenos mamíferos não encontram alimento ou abrigo.

O solo também sofre com o plantio industrial do eucalipto. Essa variedade vegetal tem massa foliar menor do que a maioria das árvores de florestas tropicais; por isso, as copas não conseguem frear a queda das gotas de chuva, que acabam atingindo o solo em velocidade, arrancando e arrastando os nutrientes e provocando erosão.

Sabe-se, ainda, que o eucalipto produz óleos altamente inflamáveis. Áreas extensas de eucalipto já foram atingidas por incêndios florestais de proporções gigantescas.

Os riscos ambientais do plantio de eucalipto em larga escala tornam-se dramáticos em áreas particularmente vulneráveis do ponto de vista ambiental. É o caso do Vale do Jequitinhonha (MG), uma das regiões mais secas e pobres do Brasil. Na área, a partir da década de 1970, tanto o governo estadual quanto o governo federal passaram a incentivar a substituição da vegetação dos cerrados por plantios de eucaliptos, com a finalidade de suprir a demanda de carvão vegetal das indústrias locais de ferro-gusa e celulose. Vários estudos atribuem a essas plantações a responsabilidade pela redução do volume dos rios temporários da região, comprometendo ainda mais o abastecimento de água e a já precária qualidade de vida das populações locais.

Além dos impactos ecológicos, um triste rastro de problemas sociais tem acompanhado o avanço das plantações de eucaliptos. Um dos mais graves associa-se ao reduzido número de empregos gerados, muito inferior ao da agricultura convencional. Complica a situação o fato de a oferta de postos de trabalho estar fortemente concentrada na fase de implantação dos cultivos, que dura poucas semanas.

Outro problema é a ocorrência de conflitos com populações tradicionais, deflagrados pela busca de extensas glebas destinadas aos plantios. A virada do milênio foi marcada por um desses conflitos, que envolveu a maior produtora brasileira de eucaliptos. Além de protestos, a companhia enfrentou ações judiciais movidas por comunidades indígenas, remanescentes de quilombos e pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST). Estes grupos, que se sentiam lesados pelas extensas áreas ocupadas pela empresa no Espírito Santo e na Bahia, reivindicavam terras para cultivo de alimentos. Um dos litígios, que colocou em disputa a empresa e grupos tupiniquins e guaranis, durou décadas e levou à demarcação de reserva indígena em áreas então ocupadas por eucaliptos.

Arquivo pessoal

Plantio de eucalipto em Água Clara, MS, 2011.

Texto 2

Plantando florestas, colhendo soluções

Celso Luiz Medeiros Lima, engenheiro florestal.

Você sabe o que as páginas deste livro ou o telefone celular que pode estar em seu bolso têm a ver com o eucalipto? Tanto a celulose usada na produção do papel quanto o carvão vegetal queimado na conversão do ferro em aço são obtidos da madeira do eucalipto. Quais seriam as alternativas? Para a celulose, seria a derrubada de florestas nativas, com a consequente destruição de habitats e perda de biodiversidade; para o carvão vegetal, a opção seria o carvão mineral (ou coque), um combustível fóssil altamente poluente.

Pela fotossíntese, o eucalipto sequestra da atmosfera o carbono, que, incorporado à celulose, permanece relativamente estável; queimado como carvão, retorna à atmosfera até ser recolhido pela fotossíntese. Portanto, o efeito do plantio de eucalipto sobre o ciclo do carbono é duplamente benéfico e tem sido estimulado até pelos protocolos internacionais que buscam mitigar o efeito estufa e o aquecimento global. Sem derrubar florestas nativas e usando apenas áreas de pastagens degradadas ou abandonadas, o país tem potencial para plantar eucalipto em milhares de hectares.

Diferentemente do que se costuma dizer, o eucalipto não resseca nem empobrece o solo. O consumo de água pelos plantios em larga escala equivale a 1200 mm/ano (1200 litros/m² por ano). Como no Brasil os plantios situam-se em áreas com pluviosidade anual entre 1200 mm e 1600 mm, o efeito sobre os aquíferos é pouco significativo. Redução da disponibilidade hídrica só tem sido relatada em áreas de plantio com pluviosidade abaixo de 800 mm/ano, que devem ser evitadas.

Empobrecimento do solo é a redução da capacidade de sustentar plantas e outros seres que dele dependem. Nutrientes circulam permanentemente pelo sistema solo-planta: pelas raízes, as plantas retiram do solo os nutrientes que utilizam na formação das partes do seu corpo; quando partes são perdidas, caem e se decompõem, os nutrientes retornam ao solo. Nos ecossistemas agrícolas ou silviculturais, nem todo nutriente retorna ao solo, pois muito permanece nas partes colhidas (frutos, grãos, folhas ou madeira).

Em solos muito intemperizados (ou solos "velhos"), como os da maioria das regiões do Brasil, é baixa a capacidade de estocagem de nutrientes, que se perdem por lixiviação, volatilização e precipitação, antes que as plantas possam absorvê-los. Para evitar ou retardar o empobrecimento de solos muito intemperizados, o plantio de espécies vegetais de ciclos longos, como o eucalipto, tem preferência sobre o plantio de culturas anuais (como a soja, o algodão e o milho), que aceleram a retirada de nutrientes, sem dar tempo para que ocorra a reincorporação deles ao solo. Análises mostram que plantios de eucalipto empobrecem menos o solo que pastagens e outras culturas. Pelo contrário, os plantios têm se mostrado os sistemas que mais se aproximam das florestas nativas, porque preservam a umidade e a temperatura do solo, além de evitar sua exposição contínua e direta às chuvas e ao sol (evitando a lixiviação e a erosão). Adicionalmente, os longos períodos de cultivo favorecem a reciclagem de nutrientes.

Se o plantio de florestas preserva os solos, por que não plantar espécies nativas, preservando também a biodiversidade dos ecossistemas? Do ponto de vista estritamente ambiental, a proposta é correta; todavia, a humanidade vai continuar requerendo produtos florestais, como madeira, celulose e carvão. A exploração irracional de florestas nativas foi a principal causa de sua devastação em todo o mundo, inclusive no Brasil. Não se está propondo que os plantios de eucalipto substituam florestas nativas, que devem ser preservadas. Trata-se de discutir a destinação presente e futura de áreas já desmatadas e hoje ocupadas pela agricultura e pela pecuária, principalmente as de baixa produtividade.

Plantios de eucalipto são monoculturas, assim como as grandes plantações de cana-de-açúcar, soja, café e milho e as áreas de pastagens. Mesmo assim, o eucalipto representa vantagem. Enquanto os plantios de soja ou milho precisam ser refeitos a cada ano, com a utilização maciça de fertilizantes, defensivos e máquinas agrícolas, as áreas de eucalipto são replantadas a cada 12 ou 15 anos, o que diminui a compactação e aumenta a sustentabilidade do solo. Além disso, nas áreas de eucalipto, o solo permanece menos tempo exposto à luz, ao vento, às altas temperaturas e ao impacto direto das chuvas; ao passo que nas lavouras de ciclo curto, há mais exposição ao sol, menos umidade, mais danos à comunidade microbiológica e mais desgaste do solo.

Outra acusação frequente — e incorreta — ao cultivo do eucalipto é que seria conveniente apenas para serrarias e grandes empresas produtoras de madeira, carvão e celulose, aumentando a concentração de renda e terras. Florestas plantadas são uma boa alternativa também para pequenos produtores e para a agricultura familiar, sobretudo em áreas com elevado risco de erosão. Em áreas degradadas, uma plantação de eucalipto bem implantada pode produzir, anualmente, até quatro vezes mais madeira do que a obtida pela derrubada da vegetação nativa. O pequeno produtor teria mais madeira para venda ou consumo próprio, na geração de energia, como matéria-prima na produção de carvão, na obtenção de mourões de cercas ou tábuas de serraria ou em construções.

Concluindo, a manutenção da qualidade de vida envolve atender demandas com o menor custo ambiental possível, e os grandes plantios são capazes de responder às necessidades dos tempos atuais. Não sejamos ingênuos ou hipócritas: comparada aos ecossistemas naturais (por exemplo, a um remanescente de Mata Atlântica), uma floresta plantada de eucalipto tem menor biodiversidade. Porém, no atual estágio do desenvolvimento tecnológico, como interromper o consumo de papel ou de aço? Ou, então, como obtê-los de outra maneira? Destruindo florestas nativas?

Como ajuda da ciência podemos alcançar um desenvolvimento mais sustentável. A ecologia é uma ciência complexa. Sem conhecer, estudar e pesquisar, não se deve emitir opiniões de caráter panfletário, emocional ou especulativo. É apenas mistificação afirmar que "o eucalipto é uma árvore do mal". Ao contrário, devemos explorar a oportunidade que ele oferece e preservar o que ainda resta dos ecossistemas naturais.

Escreva
no caderno

Depois da leitura dos textos, faça o que se pede:

1. Aponte a ideia central de cada um e identifique os principais argumentos de cada autor.
2. Os textos expressam opiniões convergentes ou antagônicas? Localize palavras e/ou frases que expressam convergência ou antagonismo.
3. Qual é sua opinião a respeito?
4. Discuta as opiniões dos autores e a sua própria opinião, confrontando-as com a dos colegas.

Sugira aos alunos que busquem informações relevantes sobre o tema no portal do Sistema Nacional de Informações Florestais (<http://tub.im/vatec2r/>), no portal do IBGE (<http://tub.im/b2vvol/>) e no portal do Centro de Pesquisas Econômicas e Aplicadas da USP (<http://tub.im/6uuf9j/>); acessos em: mar. 2016.

Mais subsídios estão em artigo publicado pela *Revista do BNDES*, dez. 2007, disponível em: <<http://tub.im/2j2khs/>>; acesso em: fev. 2016.

67

Anexo 5.1. "Conexões" do capítulo 4. 2 folhas.

CONEXÕES



Stefan KolumbanPudar

Em um animal enjaulado, não podemos ver a beleza essencial da vida, apenas a sombra da beleza perdida¹.

Julia Allen Field, 1937-2010, escritora e conservacionista norte-americana.

Mascotes da preservação ambiental

No final da década de 1970, o zoológico do Bosque Municipal de Ribeirão Preto (SP) procurava uma onça-preta (variedade melânica da onça-pintada, espécie *Panthera onca*) para expor aos visitantes. Na época, tratava-se de animal raro em zoológicos e, portanto, de difícil aquisição. Em 1980, finalmente, conseguiu-se um exemplar. Menos de quinze anos depois, o setor de felinos do mesmo zoológico estava abarrotado de animais, com duas onças-pintadas, duas onças-pretas, uma suçuarana (onça-parda, espécie *Puma concolor*) e sete leões (*Panthera leo*). Preocupados com a superpopulação, os responsáveis pelo zoológico resolveram doar alguns animais; todavia, nenhuma instituição procurada estava interessada em receber felinos; muitas delas, inclusive, já tinham seus próprios problemas com excesso de animais.

À primeira vista, o fato demonstra um trabalho louvável de pesquisa realizado por biólogos e veterinários, no sentido de preservar animais em risco de extinção. No entanto, um esforço quase desprovido de efeitos abrangentes ou imediatos. Por quê?

Em primeiro lugar, os animais expostos em zoológicos constituem uns poucos megavertebrados carismáticos, escolhidos pelo efeito visual ou quase “mágico” que exercem sobre os visitantes. Quais deles pertencem à fauna brasileira? Separemos os animais nativos dos animais exóticos e o número de animais expostos seria bem pequeno. Ao se relacionarem apenas as espécies nativas sob risco de extinção, a lista ficaria ainda menor. E destas não se consegue a reprodução nem de 10% em cativeiro. Em resumo: os zoológicos, atualmente, não são capazes de salvar nem mesmo as espécies que mantêm.

Em segundo lugar, questiona-se a utilidade prática dessas reproduções. Não só a onça-preta, mas também a onça-pintada,

a suçuarana, o lobo-guará, a anta, o tucano e muitos primatas poderiam ser liberados. Seus últimos refúgios naturais, porém, estão sendo rapidamente destruídos, pois o ser humano está invadindo e degradando seus habitats.

À vista disso, questiona-se: os zoológicos devem ser extintos?

Desde que mantidos em condições apropriadas de bem-estar e sob rigoroso controle zootécnico e sanitário, os animais podem continuar expostos, principalmente por um motivo: eles atraem o público. E os zoológicos devem aproveitar-se disso para se dedicar cada vez mais à educação ambiental. Algo idêntico pode ser dito a respeito de aquários, jardins botânicos e herbários, que preservam e expõem espécies animais e vegetais. Como têm capacidade de atrair visitantes, essas instituições podem ser agentes de conscientização ambiental e de educação continuada, além de promover a sustentabilidade ambiental.

No entanto, as condições em que os animais são mantidos frequentemente estão longe das ideais. Além disso, zoológicos e instituições assemelhadas muitas vezes acabam sendo vistos pela população apenas como locais de lazer e de entretenimento, gerando confusões conceituais ou — o que é pior! — transmitindo informações equivocadas.

Muito mais relevante do que salvar uns poucos animais e plantas em ambientes artificialmente criados, o esforço realmente fundamental é o de preservar os ecossistemas ou, quando já não for possível, regenerá-los. Não somos os seres vivos mais importantes no cenário da vida na Terra. Todos os organismos relacionam-se num intrincado mecanismo, que mal começamos a desvendar. As pessoas precisam perceber que, embora tenham a capacidade de modificar os ecossistemas, por isso mesmo têm a responsabilidade de zelar por eles.

¹Apud OZECA, V. Z. *Humanimal*. Lulu, 2010. (Tradução nossa.)

REFERÊNCIAS

- ALTHUSSER, L. *Ideologia e aparelhos ideológicos de Estado*. 3. ed. Lisboa: Editorial Presença/Martins Fontes, 1980
- BALLESTIRN, L. América Latina e o giro decolonial. **Revista Brasileira de Ciência Política**. n. 11, p. 89-117, 2013.
- BARBIERI, L; SILVA, D; Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 13, p. 51-82, 2011.
- CANDAU, V; RUSSO, K. Interculturalidade e educação na América Latina: uma construção plural, original e complexa. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 10, n. 29, p. 151-169, 2010
- CRUTZEN, P. STOERMER, E. The “Anthropocene”. **Global Change Newsletter**, v.41, p. 17-18, 2000.
- DIEGUES, A.C.S. **O mito moderno** da natureza intocada. Ed. Hucitec,. São Paulo, 1996
- FAIRCLOUGH, N. **Critical discourse analysis: the critical study of language**. Nova York: Longman Publishing, 1995.
- FAIRCLOUGH, N. **Analysing discourse: textual analysis for social research**. Routledge, 2003
- FRACALANZA, Dorotea Cuevas. **Crise ambiental e ensino de ecologia: o conflito na relação homem-mundo natural**. 1992. 314 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- FUNTOWICZ, S; RAVETZ, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, ciências, saúde**. V. 4, n. 2, p. 219-230, 1997.
- GAUDIANO, E; QUINTANILLA, J. El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Un corte transversal en el marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable. **Pesquisa em Educação Ambiental**. V. 5, n. 1, p. 27-45, 2010.
- GOMES, M. Currículo de Ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos. **Educação e pesquisa**, v. 39, n. 02, p. 477-492, 2008.
- GROSGOUEL, R. A estrutura do conhecimento nas universidades ocidentalizadas: racismo/sexismo epistêmico e os quatro

genocídios/epistemicídios do longo século XVI. **Revista Sociedade e Estado**. V. 31, n. 1, 2016.

HEBERLE, V. Apontamentos sobre linguística sistêmico-funcional, contexto de situação e transitividade com exemplos de livros de literatura infantil. **Delta**. v. 34, n. 1, p. 81-112, 2018.

JAHEN, L; FERREIRA, M. Perspectivas para uma história do currículo: as contribuições de Ivor Goodson e Thomas Popkewitz. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 256-272, 2012.

KRASILCHIK M. **O Professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14 n. 1, p. 85-93 2000.

KROLL, G. The “Silent Springs” of Rachel Carson: mass media and the origins of modern environmentalism. **Institute of Physics Publishing: Public Understand**. v. 10 p. 403-420, 2001.

LACEY, H. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. **scientiæ zudia**, v. 6, n. 3, p. 297-327, 2008.

LATOUR, B. PORTMAN, C. We have never been modern. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1993.

LIMA, G. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**. v. 6, n. 2, p. 99-119, 2003.

LIMA, N. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019

LOPES, A. Democracia nas políticas de currículo. **Cadernos de Pesquisa**, v.42 n.147 p.700-715, 2012

LOPES, A; MACEDO, E. **Teorias de currículo**. São Paulo, Brasil: Cortez, 2011.

MANTUANO, L; Sentidos de crítica na pesquisa em educação em ciências. 2018. Dissertação (Mestrado em educação em ciências e saúde) – Instituto NUTES de educação em ciências de saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

MARCONDES, D. **Textos básicos de filosofia: dos pré-socráticos.**, Rio de Janeiro, Wittgestein, 2000.

MARIN, A. A natureza e o lugar habitado como âmbitos da experiência estética: novos entendimentos da relação ser humano – ambiente. **Educação em Revista**. v. 25, n. 02, p. 267-282, 2009.

MARTINS, E; GUIMARÃES, G. As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. **Revista Ensaio**. v. 04, n. 02, p. 101-114, 2002.

MEDEIROS, M. Natureza e naturezas na construção humana: construindo saberes das relações naturais e sociais. **Ciência & Educação**, v.8, n. 1, p.71-82, 2002.

MOREIRA, A. F; SILVA, T. T. Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. In: **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 1994. p. 7-37

MUNAKATA, K. O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista Brasileira de História da Educação**. v. 12, n. 3 p. 179 197, 2012.

NASCIMENTO, T.; MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise Retórica crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 10, p. 255 278, 2005.

OLIVEIRA, D; MONTEIRO, L. Ecodesenvolvimento: uma abordagem sob o contributo de Ignacy sachs. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 1, N. 2, p. 29-48, 2015

POECK, K. Environmental and sustainability education in a post-truth era. An exploration of epistemology and didactics beyond the objectivism-relativism dualism. **Environmental Education Research**. p. 1-20, 2018.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

RESENDE, V; RAMALHO, V; RESENDE, V. **Análise do discurso crítica**. São Paulo: contexto, 2006.

RAMOS, E. Educação ambiental: origem e perspectivas. **Educar**. n. 18, p. 201-218. 2001.

RESENDE, V; RAMALHO, V. **Análise de discurso (para a) crítica: O texto como material de pesquisa**. Campinas: Pontes Editores, 2011.

SALGADO, S. C. . A colonialidade como projeto estruturante da crise ecológica e a Educação Ambiental desde el sur como possível caminho para a decolonialidade. **REVISTA PEDAGÓGICA (CHAPECÓ. ONLINE)** , v. 21, p. 597-

- 622, 2019 SANTOS, A; FILHO, A. Modernidade e crise ambiental. **Dissertatio**. v. 46, p. 78-92, 2017.
- SANTOS, B. **Renovar a teoria crítica e reinventar a emancipação social**. São Paulo: Boitempo, 2007.
- SHARMA, A; BUXTON, C. **The Natural World and Science Education in the United States**. Cham: Palgrave Macmillan. 2018
- SILVA, A. Currículo e representações sociais de homem e natureza: implicações à prática pedagógica. **Revista Brasileira de Educação** v. 18 n. 55 2013.
- SILVEIRA, E. A arte do encontro: a educação estética ambiental atuando com o teatro do oprimido. **Educação em Revista**. v. 25, n. 03, p. 369-394, 2009.
- SHIROMA, E; ZANARDINI, I. Estado e gerenciamento da educação para o desenvolvimento sustentável: recomendações do capital expressas na agenda 2030. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, v. 24, n. 1, p. 693-714, 2020.
- WALSH, C. Interculturalidad crítica y educación intercultural. **Construyendo Interculturalidad Crítica**. 75–96, 2010
- WALSH, C. Interculturalidade Crítica e Pedagogia Decolonial: in-surgir, reexistir e reviver. In Candau, V.M. **Educação Intercultural na América Latina: entre concepções, tensões e propostas**. Rio de Janeiro. 7 Letras, 2009.
- WORTMANN, M. Sobre a emergência e a expansão dos Estudos Culturais em educação no Brasil. **Educação**, v. 38, n. 1, p. 32-48, 2015.