UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INTERUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS

GABRIEL DE MOURA SILVA

Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia

São Paulo
2020

GABRIEL DE MOURA SILVA

Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja
o Programa de Pós-graduação)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Prof.ª Dra. Rosana Louro Ferreira Silva

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Silva, Gabriel de Moura

Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectiva e referenciais para o ensino de Zoologia. São Paulo, 2020.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Rosana Louro Ferreira Silva
Área de Concentração: Ensino de Biologia

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Zoologia – Estudo e ensino; 3. Formação de professores; 4. Planejamento pedagógico; 5. Licenciatura.

USP/IF/SBI-097/2020

À minha querida
e amada companheira
Dani

AGRADECIMENTOS

À Prof.ª Dra. Rosana Louro Ferreira Silva, por me acolher, sem pestanejar, em seu grupo de pesquisa e me ensinar a participar, apreender socialmente e ser persistente no caminho científico.

À minha querida família Edu, Valéria, Daniel e Thiago (*in memoriam*), onde os problemas nem sempre se resolvem, mas as perspectivas se ampliam. À minha querida avó Lourdes, por me mostrar o que é ser presente e persistente.

À minha família agregada, por sempre me receberem com imenso afeto e amor. Isso inclui Meg, Quim, Téo, Bartô e Tata, companheiros de viagem.

Aos licenciandos do IB/USP, que compartilharam suas trajetórias de vida e professoras e professores que contribuíram na disciplina CPEZ entre 2015 e 2018.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Formação de Educadores (GPEAFE), que tive a oportunidade de ver nascer, crescer e se disseminar. Muito obrigado pelas tardes de quarta-feira sempre instigantes e profundas.

Aos técnicos do audiovisual do IB/USP, por auxiliarem nas gravações de aulas. Estendo meus agradecimentos a comissão e secretariado do Programa Interunidades de Ensino de Ciências, por sempre me receberem com paridade e assertividade.

As/Aos docentes que me supervisionaram nas disciplinas PAE, por sua perseverança na formação de novos docentes da educação brasileira. As/Aos docentes das duas qualificações e da banca de defesa, das quais me sinto privilegiado de ter participado.

As talentosas docentes da Licenciatura no IB/USP e FE/USP, pelo seu comprometimento com uma formação de qualidade na graduação e pós-graduação. Em especial à Prof.ª Dra. Alessandra Fernandes Bizerra, pela sua disposição em

coordenar os Cursos de Verão em Zoologia dos quais participei e à Prof.ª Dra. Daniela Lopes Scarpa, pela parceria na elaboração dos materiais didáticos da Secretaria Municipal de Ensino – SP.

Aos colegas do Curso de Verão em Zoologia, por acreditar na divulgação científica e na interdisciplinaridade.

Aos colegas de representação discente, pela gestão participativa que construímos em 2017-2018. Ao grupo organizador do XIII EPIEC, do qual tenho a honra de ter participado.

As/Aos docentes das disciplinas que cursei durante a pós-graduação, Jesuína Pacca, Alberto Villani, Nídia Nacib, Maria Elice, Douglas Allchin, Mario de Pinna, Suzana Ursi, Marcelo Giordan, Helena Carvalho e Marcelo Motokane, por todos ensinamentos possibilitados.

As amigas e amigos, onde busco referências para a vida, especialmente na música.

À CNPq e a CAPES pelas bolsas concedidas.

À amizade com o querido compadre Prof. Dr. Daniel Lahr, com quem divido angústias e deleites da existência.

Um agradecimento especial à Dani, mulher querida e cientista brilhante, pelo apoio incansável e pela doce ternura.

À ciência, que me faz sempre querer mais.

TODOS OS BICHOS SÃO IGUAIS, MAS
ALGUNS BICHOS SÃO MAIS IGUAIS QUE OUTROS

George Orwell

RESUMO

DE MOURA SILVA, G. **Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia**. 2020. 208 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – área de concentração: Ensino de Biologia) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2020.

Esta tese discute elementos de concepção e planejamento didático e suas relações com a prática educativa na perspectiva da formação de futuros professores de Ciências da Natureza e Biologia. Investigamos a produção material de sequências didáticas elaboradas no contexto de uma disciplina de Licenciatura que visa discutir e problematizar o ensino de Zoologia. Valemo-nos de parâmetros investigativos que convergem para a discussão sobre tema, atividades, propósitos docentes, formas de interação, estratégias didáticas, criação e proposição de objetos didáticos, avaliação, entre outros tópicos. A questão central de pesquisa foi como futuros professores de Ciências e Biologia pensam e materializam o ensino e aprendizagem de Zoologia? Para isso, investigamos as sequências didáticas em suas perspectivas didático-pedagógicas, linguagem científica e mediação do conhecimento. Caracterizamos as sequências didáticas com base no conjunto de técnicas de análise de conteúdo, com apoio do software *NVivo*, trazendo contribuições em relação aos sentidos e temáticas atribuídos ao ensino de Zoologia, a alfabetização científica e aspectos epistêmico-pedagógicos. Apresentamos, também, resultados relacionados à construção de objetos didáticos e atividades analítico-discursivas realizadas na disciplina. As ideias de dialogismo, enunciação e tema fundamentam a metodologia de análise de discurso dessa etapa, no sentido de refletir aspectos sobre evolução dos animais, questões socioambientais e culturais, mas também os padrões organizacionais do ensino de ciências, como planejamento, perspectivas, práticas e currículo. Constatamos com este estudo que a pesquisa com sequências didáticas produzidas na formação inicial tem grande potencial para discutir a construção de saberes docentes, explorando diversificados processos de ensino e aprendizagem e discutindo potencialidades e limites educativos em sala de aula. Investigar um grande número de sequências didáticas possibilitou evidenciar diferentes formas de abordar um mesmo conteúdo, inclusive para constituir temas para o ensino de Zoologia, principalmente nas dimensões evolutiva e socioambiental, e também trazendo elementos para problematizar a saúde. Nossos resultados também enfatizam que a sistemática filogenética é uma ferramenta potente no ensino e formação de professores de ciências, que abre o debate para discussões relacionadas à natureza da ciência, como inferência evolutiva, elaboração de hipóteses, transitoriedade na ciência e questões sociocientíficas sobre a conservação da biodiversidade, temas essenciais na Educação Básica.

Palavras-chave: Formação de professores, planejamento didático, sequências didáticas, zoologia.

ABSTRACT

DE MOURA SILVA, G. **Didactic planning in the formation of Biological Sciences teachers: perspectives and references for the teaching of Zoology**. 2020. 208 p. PhD Thesis (Science Education) – Science Education Inter-Unit Program, Institute of Bioscience, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

Here we present elements of didactic conception and planning and their relations with educational practice in the perspective of pre-service Biological Sciences teacher training. We investigate the material production of teaching-learning sequences elaborated by graduate students in the context of a course that aims to discuss and problematize the teaching of Zoology. The analysis includes discussions about theme, educational activities, teaching purposes, forms of interaction, didactic strategies, evaluation, creation and proposition of didactic objects, among other subjects. The central question to address was how future Biological Sciences teachers think and materialize the teaching and learning of zoology. Our main goal was to investigate and understand the elements that determine the conception of these teaching-learning sequences, considering didactic-pedagogical perspectives, scientific language and mediation of scientific knowledge. The methodological procedures include the characterization of the didactic sequences based on a set of content analysis techniques, supported by the NVivo software. These analyses emphasize the meanings and themes attributed to zoology teaching, scientific literacy and epistemic-pedagogical aspects found on the sequences. We also present results related to the construction of didactic resources and discursive-analytic activities practiced during the course. Dialogical, enunciation and theme ideas are the base for the discourse analysis methodology, in order to reflect aspects of animal evolution, socioenvironmental issues and culture, and also the organizational patterns of science teaching, such as planning, perspectives, practices and curriculum. Our results highlight that research with teaching-learning sequences produced during the pre-service teacher training has great potential to discuss knowledge construction, exploring diverse teaching and learning processes and discussing potentialities and educational limits in the classroom. These analyses of different teaching-learning sequences made possible to feature different ways of approaching the same content, including the creation of themes for zoology teaching, especially in the evolutionary and socio-environmental dimensions, and also bringing elements to health issues. Our results also emphasize that phylogeny is a very important subject in teaching and teacher training, which opens the debate to discussions related to the nature of science, such as evolutionary inference, hypothesis elaboration, transience in science, and relationship between science and society for biodiversity conservation.

Keywords: pre-service teacher training, didactic planning, teaching-learning sequences, zoology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enfoques de sequências de ensino e aprendizagem segundo Méheut (2005) 45

Quadro 2 - Ordenamento das atividades e estratégias didáticas utilizadas nas aulas da disciplina Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia (2013-2018) 49

Quadro 3 - Quantitativo de estudantes de Licenciatura e materiais do *corpus* de investigação 53

Quadro 4 - Objetos didáticos que fizeram parte da atividade *Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores* 59

Quadro 5 Caracterização e exemplos das principais categorias de análise....62

Quadro 6 - Matriz de cruzamento entre conceitos, articulações teórico-curriculares e domínios do conhecimento.....67

Quadro 7 - Projeções didáticas e elementos do Modelo Topológico de Ensino nas sequências didáticas 73

Quadro 8 - Turnos de fala sobre nomenclatura científica da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016).....94

Quadro 9 - Metadiscursos nas atividades analítico-discursivas da disciplina CPEZ (2016 e 2018) 106

Quadro 10 - Turnos de fala sobre o tema reprodução da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016/2018).....115

Quadro 11 - Turnos de fala sobre o tema antropomorfização da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016) 136

Quadro 12 - Episódio com maior turno de fala da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016) 141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dois destaques da 12ª edição da obra *Systema Naturæ* (1766) 30

Figura 2 - Duas representações de árvores da vida 33

Figura 3 - Animais nos ENPEC. Objetos de estudo de trabalhos que abordaram o tema animais nos ENPEC (2001-2015) 37

Figura 4 - O diagrama didático 44

Figura 5 - Esquema analítico geral dos principais procedimentos metodológicos adotados 55

Figura 6 - Tela do *Nvivo* exemplificando trechos da categoria “Filogenia” e suas relações com outros códigos criados pelo pesquisador.....61

Figura 7 - Abordagens presentes nas sequências didáticas segundo as categorias presentes em Krasilchik (2004) e Anastasiou; Alves (2005) 69

Figura 8 - Árvore de palavras dos objetivos elaborados para os jogos didáticos 70

Figura 9 - Nuvens de palavras dos objetivos associados aos conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais 75

Figura 10 - Nuvem das 20 palavras mais referenciadas dimensão de Saúde 80

Figura 11 - Nuvem das 50 palavras mais referenciadas dimensão Taxonômica 86

Figura 12 Exemplos de atividades sugeridas pelos licenciandos para lidar com o tema “do senso comum ao conhecimento científico” 89

Figura 13 - Estrutura filogenética com adaptações do objeto didático *Uma história da diversidade de cordados* 93

Figura 14 - Exemplo de carta (frente e verso) que compõe o objeto didático *Uma história da diversidade de cordados* 94

Figura 15 - Hipóteses de relações filogenéticas no clado *Sarcopterygii* 97

Figura 16 - Construção filogenética de animais fictícios.....99

Figura 17 - Matriz de dados sugerida pela [SD 2015_02] para registo de presença e ausência de características de animais mamíferos 102

Figura 18 - Componentes do estudo de caso *Pokémon em perigo*.....104

Figura 19 - Tabuleiro do *Jogo das extinções* 110

Figura 20 - Tabuleiro do Jogo *Kiirus* 112

Figura 21 - Esquema para controlar o surgimento e extinção de espécies no jogo *Kiirus* 113

Figura 22 - Exemplos de componentes do jogo *Bate com a Ilha* 116

Figura 23 - Exemplos de componentes do jogo *Perfil dos Cordados* 128

Figura 24 - Atividades propostas pela SD *A importância das Coleções biológicas* 132

Figura 25 - Páginas do Livro *O fantástico mundo do cerrado brasileiro* mostrando um trecho da história do lobo guará 135

Figura 26 - Páginas do objeto didático *Lendas e contos brasileiros com animais* 139

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EB	Educação Básica
EF I	Ensino Fundamental I (1º ao 5º anos)
EF II	Ensino Fundamental II (6º ao 9º anos)
CBZ	Congresso Brasileiro de Zoologia
CEBIMAR	Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo
CEPFE	Congresso Estadual Paulista Formação de Educadores
CNFP	Congresso Nacional de Formação de Professores
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
CPEZ	Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
IB	Instituto de Biociências
MTE	Modelo Topológico de Ensino
MZUSP	Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo
OD	Objetos Didáticos
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SD	Sequências Didáticas
SEE SP	Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO..... 19

1. INTRODUÇÃO..... 23

1.1. A Zoologia na academia e no ensino..... 28

1.2. Formação inicial docente e o planejamento didático..... 39

1.2.1. Contexto e Práticas no ensino de Zoologia..... 46

2. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA..... 51

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... 53

3.1. **Tratamento de dados e processos analíticos**..... 56

3.1.1. Análise dos objetos didáticos..... 57

3.1.2. Múltiplas vozes da pesquisa e ensino..... 60

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 65

4.1. Saúde utilitarista ou emancipatória?..... 76

4.2. Taxonomia evolutiva..... 84

4.2.1 Classificação de materiais..... 85

4.2.2. Linguagem filogenética..... 92

4.2.3. Evoluir..... 107

4.3 Zoologia, ambiente e sociedade..... 118

4.3.1. Materialidade investigativa..... 119

4.3.2. Zoológicos e coleções biológicas..... 130

4.3.3. Zoologia e cultura: antropomorfismo e saberes tradicionais..... 135

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 145

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 153

ANEXOS..... 163

APÊNDICES..... 169

APRESENTAÇÃO

Por mais que eu busque, não consigo definir quando surgiu minha veia científica e talvez isso não seja um demérito da minha memória, porque, diferente de colegas que pontuam exatamente os fatos marcantes de suas consciências científicas, parece-me que construí meu legado científico ao custo do tempo. O que dizer, então, de meu apreço pela educação científica, atividade que me enriquece e diversifica meu modo de vivenciar as coisas do mundo. Guardo ótimas recordações das aulas de Ciências e Biologia na Educação Básica. E muitas outras do tempo em que me graduei biólogo e educador. Passados quase vinte anos do início de minha graduação, onde me encontro hoje, entrego esta tese ao domínio público, com grande entusiasmo e satisfação.

De um tempo em que a ciência e a educação sofrem inúmeros ataques políticos, como o que vivenciamos atualmente, penso que esta tese, como tantas outras, são expressões de resistência ao modo arrogante que opera o sistema social brasileiro. Evidenciar a necessidade do saber científico, em suas múltiplas dimensões e práticas educativas, é uma forma de criticar o conservadorismo hermético e perverso das formas socioeconômicas dominantes. Uma forma de valorizar a diversidade de ações e as expressões de pertencimento. De problematizar questões essenciais e atuais da humanidade, das grandes cidades, como a cidadania, diversidade cultural, respeito, individual e mútuo.

Dois eixos são centrais na discussão que proponho nesta tese, a produção material do conhecimento e a apropriação do poder reflexivo na docência. Ambos estão relacionados a minha trajetória profissional recente. Iniciei meus trabalhos com a produção de materiais didáticos em meados de 2011. Entre autorias e edições, era a primeira vez que me envolvia seriamente com a proposição de conteúdos e metodologias para o ensino de ciências. Em 2014, aceitei a proposta de ser educador do Ensino Fundamental em uma escola particular de São Paulo. Foi um grande desafio, por se tratar de minha primeira experiência docente, e justamente em um modelo democrático de ensino. Trabalhar em grupos heterogêneos diversificou minha maneira de interagir com o conhecimento científico. Nessa escola, exploramos um currículo flexível, percorrendo caminhos de investigação científica, em suas perspectivas culturais e históricas, mas acima de tudo, em processos educativos em

que ecoaram todas as vozes escolares. Como aliado ao exercício da docência, adquiri um gravador de voz, em que relatava meus dias de trabalho. Ali, sutilmente, manifestavam-se as práticas científicas apreendidas no curso da vida, episódios que potencializaram meu poder de reflexão sobre os processos educativos que propunha.

Emergiram dessas experiências profissionais desejos de investigar a formação de professores[1] e reduzir as distâncias entre ensino e pesquisa. O reencontro com a academia, em 2015, foi inevitável. De lá pra cá, muitas coisas aconteceram, participação em grupos de pesquisa, em congressos nacionais e internacionais, publicações de artigos e livros, parcerias interdisciplinares, duas qualificações, organização de encontros do programa de pós-graduação, organização de cursos de curta duração para formação de professores, disciplinas e monitorias PAE, representação discente, produção de material didático para a cidade de São Paulo. Nunca me senti tão ativo na academia quanto fui nesses últimos 5 anos. Estive envolvido em uma série de ações da Universidade, que fazem parte de quem sou hoje e do que quero construir amanhã.

A pós-graduação pode ser muito mais de que cumprir disciplinas, comprovar a proficiência em língua estrangeira e escrever um documento. Sei disso porque tive a oportunidade de vivenciá-la intensamente nestes últimos cinco anos. Também sei que sou exceção, não a regra. Pelo menos, no programa Interunidades em Ensino de Ciências. Acredito que muita coisa precisa ser mudada para que todos pós-graduandos tenham oportunidades como a que tive, a começar pelo reconhecimento das importantes ações que realizamos para a pesquisa na pós-graduação e a valorização (financeira e social) deste tempo, que marca o início da carreira docente.

Nesta tese, discuto caminhos que futuros professores percorrem para conceber e organizar seu pensamento na elaboração, planejamento e proposição de sequências didáticas sobre o ensino de Zoologia. Tive como premissa compreender, discutir e comunicar perspectivas e referenciais para a formação de professores, de modo a contribuir com a valorização e apreciação desse campo do conhecimento na Educação Básica e Superior. Para além de uma noção simples e objetiva, almejo neste texto a difusão de uma educação científica dinâmica e crítica, de construção

[1] Para tornar a leitura mais fluida, considerando as numerosas referências ao longo desta tese, onde se lê professores, entenda-se o coletivo de uma categoria, representado pelas suas múltiplas identidades de gênero. O mesmo pode ser dito para os termos alunos, autores, criadores, jogadores e leitores. Subentenda-se, inclusive, os artigos a/o como preditores dos termos aprendizes, cientistas, docentes e estudantes, entre outros termos, historicamente estereotipados em nossa sociedade.

sociocultural, e que também atue como agente capaz de quebrar barreiras ideológicas e trilhar caminhos para a compreensão do mundo e do ato social.

Na introdução, após situar aspectos relevantes sobre ciência, academia e ensino, são apresentadas duas seções. Na primeira delas, abordamos o histórico da Zoologia na pesquisa e sua relação com a educação científica. Trata-se de um apanhado sobre a importância do estudo dos animais no pensamento e cotidiano humanos, bem como de suas inserções acadêmicas e curriculares, buscando assim, mergulhar no tema vida animal e suas conexões com os mais diversificados campos das Ciências Biológicas. Na outra seção contextualizamos os sujeitos e objetos de estudo, tecendo a estrutura teórica necessária para promover reflexões sobre a produção de material didático e o planejamento docente, importantes aliados das Licenciaturas, em que pesem as possibilidades profissionais e formativas.

Em seguida, dois capítulos apresentam os objetivos e metodologia de pesquisa, posicionando o discurso nas indagações que se sobressaíram desta investigação e nos entrelaçamentos de referenciais metodológicos inevitáveis de um estudo longitudinal.

No capítulo quatro apresentamos a discussão dos resultados. Mais do que caracterizar as sequências didáticas investigadas, essas seções buscam ecoar vozes da Licenciatura em confluência com dimensões da Saúde, Taxonômica, Evolutiva e Socioambiental e domínios epistemológicos, didáticos e psicológicos do conhecimento. Uma narrativa que visa apoiar de forma teórico-metodológica o trabalho com produção de material didático nas Licenciaturas em Ciências. Finalmente, o capítulo cinco retoma as questões de pesquisa para tecer as considerações finais.

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da ciência moderna, no seu devido lugar e tempo do século XIV, temos visto e vivido um acúmulo de conhecimento científico e suas repercussões em vários campos do saber, nos avanços tecnológicos e nas questões ideológicas (FOUREZ, 1995). A ciência moderna possibilitou, de maneira objetiva e universal, interpretar processos, histórias e sociedades. Mais além, ela ascende uma série de ideias e pensamentos que ampliam as formas de percepção e interação com o mundo, e que possibilitam ao ser humano explicar processos e fenômenos da natureza ou, no mínimo, podem contribuir para a heterogeneidade de vozes nas ações humanas.

Se por um lado, à primeira vista, a ciência prove aos indivíduos ferramentas culturais para lidar com o mundo, a sua construção histórico-social nos mostra que ela também é um instrumento intelectual que permitiu à burguesia dominar econômica, política, colonial e militarmente o planeta (FOUREZ, 1995). O discurso que enaltece a ciência e sua capacidade progressiva de transformar a realidade pode ser fascinante, no entanto, não é nessa forma, nem ritmo, que o domínio do conhecimento científico se encontra com os cidadãos. Acompanhamos, invariavelmente, um distanciamento entre o que é, via de regra, determinado pela ciência e as situações sociais, a começar pela educação científica. Uma lacuna onde residem problemas inerentes ao processo de ensino e aprendizagem das ciências, entre outros, a falta de domínio da linguagem científica, verticalização do conhecimento e desmotivação. Efeitos ou estágios de um progresso científico que também é, essencialmente, incapaz “de resolver os problemas sociais do mundo ... e de suprimir as dominações humanas” (FOUREZ, 1995, p.165).

A dicotomia entre a produção/domínio de conhecimento científico e o ensino de ciências tem sido investigada por pesquisadores da área, que tem se dedicado a problematizar e discutir propostas para sua aproximação em perspectivas curriculares (HURD, 1997), históricas e relacionadas a processos culturais, econômicos e políticos (MILLER, 1983), a questões tecnológicas atuais da sociedade (JENKINS, 1997), às múltiplas e diferentes concepções, interpretações, suposições e perspectivas que

esse tema suscita (LAUGKSCH, 2000), bem como os potenciais usos de história e filosofia da ciência em sala de aula (ALLCHIN, 2014).

No Brasil, a educação científica também tem sido alvo de debates, pesquisas e revisões científicas, recorrentemente sob a terminologia alfabetização científica (CHASSOT, 2003; SANTOS, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2011). A alfabetização científica é um processo que verte para a inclusão social, potencializando alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida, onde emergem a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as diversas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (CHASSOT, 2003).

Santos (2007) faz uma importante reflexão acerca das funções do ensino de ciências como prática social, reconhecendo que esse processo implica em mudanças metodológicas e incorporação de práticas nos desenhos curriculares em três aspectos fundamentais: a *natureza da ciência* envolveria uma mudança na abordagem de ensino de ciências, uma perspectiva epistemológica, compreendendo conhecimentos sobre história, filosofia e sociologia da ciência. O segundo aspecto que o autor se refere é a *linguagem científica*, em que se ensina a ler a ciência, compreendendo a estrutura sintática e discursiva, o significado dos seus vocábulos, fórmulas, esquemas e outras linguagens inerentes às ciências, em uma perspectiva de ensino que promova a construção da argumentação científica e a leitura e compreensão de textos científicos. E sobre os *aspectos sociocientíficos*, intrínsecos às questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais, o artigo ressalta que podem proporcionar uma ressignificação dos saberes científicos, com vias de problematizar questões cotidianas e de responsabilidade social, despertar o interesse pelo estudo de ciências, além de ajudar na comunicação e argumentação dos estudantes, possibilitando uma reflexão crítica de valores (SANTOS, 2007).

Sasseron e Carvalho (2011), em revisão bibliográfica sobre o conceito de alfabetização científica, discutem ideias e objetivos ao planejar um ensino de ciências que permita aos estudantes interagir com a cultura científica, agrupando as bases suficientes e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração, planejamento e proposição de aulas em *Três Eixos Estruturantes*, sintetizados aqui como: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos

fundamentais; a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e; o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

O discurso da alfabetização científica tem seu papel na diagramação do conhecimento científico a ser ensinado, estando presente nas bases curriculares brasileiras mais recentes, mas esses aspectos/eixos não podem ser tomados apenas como princípios herméticos a serem cumpridos pelos aprendizes de ciências. Também, não é o fato de estarem presentes nos currículos que garantirá a sua concretização na efetiva lida escolar. Se o interesse é o domínio científico, e ao mesmo tempo, formar para a transformação da sociedade, é mais do que necessário entrelaçar esses elementos da ciência em suas múltiplas dimensões socioeducativas. Todavia, é na falta dessa dinâmica processual e distanciamento da sociedade que muitos problemas da educação científica se encontram. Especialmente, se orientados pela retórica autoritária e segmentada, características marcantes das aulas de ciências. Como bem aponta Bachelard, “nas disciplinas científicas principalmente, esse tipo de instrução [conhecimentos efêmeros e desordenados, marcados pelo signo nefasto da autoridade docente] cristaliza no dogmatismo o conhecimento que deveria ser um impulso para a descoberta” (BACHELARD,1996, p. 300).

O descontentamento com a educação científica brasileira não é um caso particular da área. É só mais um exemplo de como as bases da educação nacional estão em desacordo com a importância social que esse processo deveria ocupar em nossas vidas, particularmente no que se refere a formação de professores. GATTI et al. (2019) destacam esse sentimento de insatisfação geral no campo da formação dos professores, sobretudo nas políticas e práticas formativas brasileiras, endossando que:

> No âmbito das políticas, destacam-se as críticas de desprofissionalização, precarização e aligeiramento da formação, bem como a frágil articulação entre a formação inicial, a formação continuada, a inserção profissional e as condições de trabalho, salário e carreira dos profissionais da educação. E, no âmbito das práticas formativas, no contexto da formação inicial e continuada, as críticas dizem respeito principalmente à frágil articulação entre teoria e prática, entre conhecimento específico e conhecimento pedagógico, entre universidades e escolas. (GATTI et. al., 2019, p. 177)

No que se refere a precarização e descaso com os profissionais docentes, a hipótese mais plausível é que se trata de um projeto em curso, marcado pela concepção bancária de educação e que visa manter passivo o bem-estar

socioeconômico dominante. Os poucos sinais de mudança educacional recentes, contidos no Plano Nacional da Educação (2014-2024), já se tornaram fumaça esvaída e hoje perdem espaço para a ascensão do capital especulativo na figura de sistemas educacionais capitaneados por *holdings* e *startups*. Segundo o Portal Plano Nacional da Educação em Movimento, nas metas relacionadas a formação docente e sua valorização, a proporção de docências com professores que possuem formação superior compatível com a área de conhecimento em que lecionam na educação básica é insuficiente (52,5%) e o percentual de professores da educação básica com pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu* é ainda mais baixo (32,9%). O indicador mais próximo da meta é a razão entre o salário médio de professores da educação básica da rede pública (não federal) e o salário médio de não professores com escolaridade equivalente (81,3%). Isso não quer dizer que o salário seja atrativo para a carreira. E o prognóstico dessas metas diante dos recentes revezes políticos no campo educacional, via reforma trabalhista, limites de gastos públicos em áreas elementares e reforma do Ensino Médio, não apontam para uma melhora nesses indicadores[2].

Já os problemas de articulação entre teoria e prática e suas extrapolações acadêmico-escolares tem ascendências no paradigma de formação hegemônico conhecido como modelo de racionalidade técnica, marcado pela docência executora de ações produzidas e planejadas por pesquisadores/especialistas (GATTI et al., 2019). Para não parecer redundante e repetitivo, já que o discurso da racionalidade técnica é mais do que presente no campo de pesquisa com formação de professores, por hora, basta-nos dizer que esta tese pretende contribuir com propostas educativas que fujam do discurso comum e ajudem a definir caminhos para a formação de professores transformadores (NÓVOA, 2009). Dito isso, podemos dimensionar as rotas que tomamos para tornar este caminho mais consistente. Primeiro, dizer que se trata de uma investigação de perspectiva epistemológica construcionista que intenciona transformar práticas formativas em conhecimento (ESTEBAN, 2010). Nesse sentido, compete ressaltar o local de onde falamos, a formação de professores

[2] As metas do Plano Nacional de Educação podem ser acompanhadas no Portal PNE em Movimento: <http://simec.mec.gov.br/pde/graficopne.php> Acesso em: 23 Ago. 2019. Os dados apresentados nesta tese refletem os resultados do relatório de 1ª Ciclo 2016 – Inep. A imposição de limites para as despesas primárias em áreas elementares, como a educação e saúde, foi instituída pela Emenda Constitucional no 95, de 15 dez. 2016. Já a Reforma do Ensino Médio foi instituída pela Lei 13.415 de 16 fev. 2017.

de Ciências e Biologia na universidade pública brasileira. Sabemos se tratar de um local restrito, em outras palavras, pouquíssimo acessado pela população brasileira, no entanto, confiamos que é justamente no transcender do domínio público que a aproximação entre academia e contexto escolar pode gerar mais impactos. Discutiremos o início de uma atividade de trabalho, mas concordamos que o processo educativo está entranhado na natureza e história das pessoas, como brilhantemente destaca Paulo Freire:

> O que eu quero dizer é que a educação, como formação, como processo de conhecimento, de ensino, de aprendizagem, se tornou, ao longo da aventura no mundo dos seres humanos uma conotação de sua natureza, gestando-se na história, como a vocação para a humanização (…) não é possível ser gente sem, desta ou daquela forma, se achar entranhado numa certa prática educativa. (FREIRE, 2001, pp. 12-13)

A constatação do educador é tão intrínseca do ponto de vista da humanização, que pode ser simplesmente ignorada, rechaçada ou romantizada no viés atual das políticas educacionais de nosso país. Como bem sabemos, é também objeto do projeto político-econômico em curso excluir a filosofia freiriana da educação brasileira, assim como os pensamentos e propostas de grandes educadoras e educadores que defendem justamente essa educação significativa, de cunho transformador e emancipatório. Em um cenário cada vez mais restritivo e diretivo, aplicacionista e pouquíssimo valorizado, por assim dizer, entender as razões que levam sujeitos a almejar a docência e, acima de tudo, reconhecer trilhas de desenvolvimento desta profissão é um trabalho vital das universidades, atualmente, uma atividade de resistência.

Caminhar para uma perspectiva formativa menos tecnicista exige ações em muitas esferas, sobretudo, compreender que ensino e aprendizagem são ações mentais inevitavelmente situadas em contextos culturais, históricos e institucionais (MORTIMER; SCOTT, 2003). As ações mentais, por sua vez, são mediadas por ferramentas e signos, e não podem ser separadas do contexto em que são realizadas (WERTSCH, 1991). No contexto desta investigação, significa dizer que partimos da premissa de que para entender o professor em formação é necessário entender as relações sociais nas quais ele está, ou esteve, inserido. Para esses efeitos, é mister concordar com a análise que James V. Wertsch faz dos trabalhos de Vygotsky acerca das funções mentais e meios de mediação, registrando que só é possível entender muitos aspectos do funcionamento mental à luz de sua origem e transições pelas

quais os indivíduos passaram e que, os meios de mediação que moldam a ação mediada não são, unicamente, o produto de fatores naturais ou necessários, mas também de forças socioculturais concretas (WERTSCH, 1991).

Essa constatação é importante, pois o núcleo de análise desta tese é o planejamento didático na formação inicial, justapondo a criação de objetos didáticos, ou meios de mediação, às ações mediadas formativas no contexto de uma disciplina de Licenciatura. Por isso, e não menos importante, em respeito à perspectiva sociocultural, prosseguiremos este ato com o cenário que compõe esta trama, a Zoologia. Logo em seguida, tratamos da formação inicial de professores e do contexto de pesquisa.

1.1. A Zoologia na academia e no ensino

"O significado científico, econômico e ético do estudo da diversidade biológica deve ser compreendido pelos alunos ... entendendo que a observação e sistematização do observado é uma atividade científica relevante que se consolida nos sistemas de classificação e na taxonomia."
Myriam Krasilchik

No campo do ensino e aprendizagem de Biologia, assim como em outras áreas de educação científica, é possível identificar duas forças que atuam na constituição do currículo: ciência de referência e contextualização social. Além do mais, as tensões entre as finalidades acadêmicas e as finalidades escolares - suas pertinências, utilidades, abstrações e distanciamentos - são processos constitutivos do caráter diferenciado das disciplinas escolares e devem ser compreendidas em seu dinamismo histórico (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009).

A citação que abre esta seção (KRASILCHIK, 2011, p. 187) salienta o enfoque em *diversidade biológica* como uma necessária perspectiva do ensino de ciências, segundo a autora desse importante livro sobre a prática docente de Biologia. Uma perspectiva que almeja a compreensão de procedimentos científicos como atividades humanas, situadas no espaço e tempo sobre um fenômeno observado e ambientadas

em sistemas específicos de classificação[3]. Que focaliza a diversidade biológica, e seus significados, como um conhecimento que estrutura nossa forma de pensar a vida e suas transformações.

A Zoologia, ciência de referência que transita nesta tese, pode ser aludida aos mais remotos pensamentos humanos, se consideramos, por exemplo, que os animais retratados em pinturas rupestres são as representações pictóricas mais elementares de nosso conhecimento sobre os animais. Imbuídas de arte e simbologia, essas representações podem ser interpretadas como marcas ancestrais da identidade e diversidade biológica. No entanto, é na Europa Contemporânea que a Zoologia se consolida como atividade de trabalho, como um braço da História Natural, atividade científica que buscou reunir e catalogar tudo que havia na natureza. Antes desse tempo, todavia, muitos livros e tratados foram escritos para descrever e representar os animais, sobretudo seu comportamento e relação com os seres humanos.

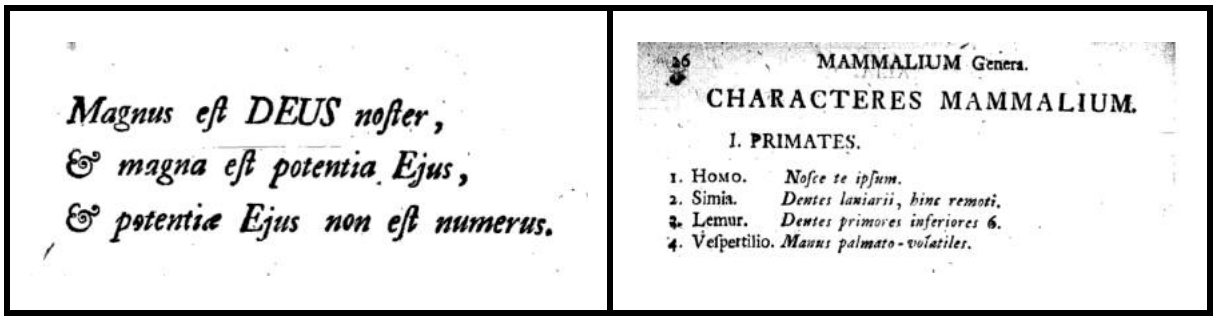
Um dos primeiros e mais famosos foi a série *História dos Animais*[4] do filósofo grego Aristóteles. Nesse tratado, constam diversas observações que Aristóteles realizou, incluindo dissecções, além de classificações dos animais em relação à parte e ao todo, semelhanças e diferenças, fluidos corporais, modo de vida, reprodução, entre outras características. Aristóteles não foi um zoólogo, mas definitivamente demonstrou afinidade para com a área. Suas narrativas se orientavam pela lógica de pensamento essencialista, filosofia que fundamentou a abordagem escolástica de classificação biológica da Europa Antiga e Medieval. Grosso modo, nesta filosofia, a ideia de *espécie* constituía um grupo de coisas semelhantes em essência, e *gênero*, a(s) parte(s) dessa essência compartilhada(s) por espécies distintas, em qualquer nível categórico (SIMPSON, 1961). Essa forma de pensar e, por consequência de classificar os organismos, animou as primeiras obras de Taxonomia, que eram em sua maioria financiadas por burgueses e escritas por naturalistas interessados em

[3] Na biologia, os conceitos *classificação*, *taxonomia* e *sistemática* são designações históricas para atividades científicas relacionadas (para alguns autores inclusive, são até sinônimos), que surgem da necessidade de refinar a percepção humana sobre a vida e suas mais variadas relações. Não é objetivo desta tese apresentar uma conceptualização autoritária para esses termos, mas depreender conhecimentos científicos e educativos das atividades humanas que as referenciam.

[4] Os livros da série *História dos Animais* de Aristóteles (384 a.C.–322 a.C.) são de domínio público e podem ser acessados em diversos portais na internet. A tradução para o inglês do biólogo matemático D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948), publicada em 1910, é considerada a mais completa e fidedigna. No livro *On Aristotle as a biologist* (1913), Thompson descreve Aristóteles como um observador e acumulador de fatos, que tinha conhecimento familiar de mil formas variadas de vida. Comparou seu método de observação ao do estudante científico, um método indutivo.

colecionar, descrever, identificar e classificar organismos.

No âmbito da História Natural, merece destaque a obra *Sistema Natural*, de Carolus Linnaeus, considerada um marco da Taxonomia moderna, devido a sua capacidade de categorizar a imensa quantidade de informações acumuladas até então sobre os seres vivos (aproximadamente 10 mil espécies). Linnaeus dividiu o mundo natural nos reinos Animal, Vegetal e Mineral, e foi o primeiro a classificar o gênero *Homo* na Ordem *Primates*, juntamente outros 3 gêneros; *Simia, Lemur e Vespertilio*, esse último, um gênero de morcegos (LINNÉ, 1766). O trabalho de Linnaeus se sobressai pelo sentido de hierarquia que traz às coisas da natureza, a partir de uma série de níveis de organização (categorias), do mais restrito (espécie) ao mais abrangente (reino). *Sistema Natural* é essencialmente uma obra científica, mas que apresenta elementos inerentes à sociedade da época, como a lógica de criação divina e do autoconhecimento (figura 1).


Magnus eſt DEUS noſter,
& magna eſt potentia Ejus,
& potentiæ Ejus non eſt numerus.

26 MAMMALIUM Genera.

CHARACTERES MAMMALIUM.

I. PRIMATES.

1. Homo. *Noſce te ipſum.*
2. Simia. *Dentes laniarii, hinc remoti.*
3. Lemur. *Dentes primores inferiores 6.*
4. Veſpertilio. *Manus palmato-volatiles.*

Figura 1 - Dois destaques da 12ª edição da obra *Systema Naturæ* (1766). À esquerda, uma das epígrafes diz '*Nosso Deus é grande, e há um grande poder, e o poder é infinito'* (LINNÉ, 1766, p. 4, tradução nossa). À direita, trecho da página em que apresenta quatro gêneros da Ordem *Primates* dentro da Classe *Mammalia*. Para caracterizar o gênero *Homo*, nesta página Linnaeus usou a frase *'Conhece a ti mesmo'* (LINNÉ, 1766, p. 26, tradução nossa).

A profissionalização da Zoologia se avoluma nas universidades europeias nos séculos XVIII e XIX, reunindo diversas áreas de investigação, como a anatomia, morfologia, fisiologia, histologia, embriologia, comportamento. O século XIX também viu nascer o conceito de evolução da vida, nos trabalhos de Alfred Russel Wallace (1823–1913) e Charles Robert Darwin (1809–1882). A Teoria da Evolução trouxe mudanças na classificação dos organismos para incluir um sentido de unidade da vida, relações de parentesco e ancestralidade. Uma teoria apta a quebrar paradigmas sobre a história da vida na Terra e concorrer com o pensamento essencialista. Entrou no cenário da classificação o contexto de transformação da vida e o reconhecimento das espécies como entidades biológicas reais, existentes na natureza e resultantes

de processos evolutivos (ARAUJO-DE-ALMEIDA, 2011). Propagaram-se os debates na academia sobre a real necessidade de categorizar hierarquicamente unidades taxonômicas, como Linnaeus havia proposto. Importantes figuras da ciência moderna discutiram essa temática em seus trabalhos na primeira metade do século XX, como Ernst Mayr (1904–2005), George Gaylord Simpson (1902–1984) e Willi Hennig (1913–1976). Este último cunhou o termo Sistemática Filogenética (1950), que deu origem a escola cladística da classificação biológica.

A Sistemática Filogenética é um método vastamente utilizado nas pesquisas científicas evolutivas para inferir relações de parentesco entre os organismos. A unidade de representação gráfica dessa metodologia é o *cladograma*, um diagrama que possibilita a leitura/interpretação da diversidade da vida e suas relações de parentesco por pessoas que falam qualquer idioma, ou seja, de caráter transcultural e translinguístico (ARAUJO-DE-ALMEIDA, 2011). Uma importante diferença entre a taxonomia lineana e a sistemática evolucionista está no caráter subjetivo que a primeira assume, ao identificar padrões para classificar os organismos, o que a segunda procura não assumir em suas hipóteses, por meio de ferramentas estatísticas e aleatórias para inferir os processos evolutivos.

Segundo Lopes (2015), não há como ignorar a ligação entre evolução e sistemática. O autor afirma que essa ligação é fundamental para o desbravamento dos complexos padrões e componentes da biodiversidade (LOPES, 2015). As dimensões da sistemática evolutiva (forma-espaço-tempo) poderiam, inclusive, suscitar dúvidas sobre a existência de categorias consagradas por taxonomistas, como os animais. Seria este um grupo real, com história evolutiva e ancestral comum exclusivo? O que caracterizaria este grupo e quem seriam seus verdadeiros representantes?

Historicamente, animais foram considerados grupo real, taxonômico ou monofilético, mas as características para classifica-los nesse grupo e seus verdadeiros representantes nem sempre foram as mesmas. Ernst Haeckel[5] (1872, apud WATTS, LEVIT, HOSSFELD, 2019) usou a ontogênese comparada (lei biogenética) para explicar que os animais descenderam de um único ancestral (figura 2, esq.). Robert Whittaker (1969) considerou a multicelularidade, digestão por ingestão, nível de organização tecidual e reprodução predominantemente sexuada

[5] HAECKEL, E. **Monographie der Kalkschwämme**, 3 vols. Georg Reimer Verlag, Berliln, 1872.

para caracterizar o reino *Animalia*. Atualmente, sabemos que nenhuma dessas características é exclusiva de animais ou presente em todos seus representantes. Baldauf (2008) propôs uma filogenia de consenso dos principais grupos de eucariotos baseada em caracteres moleculares e ultraestruturais, em que os animais figuram como um grupo monofilético próximo aos fungos e amebas (figura 2, dir.). Dunn et al. (2014) consideram os animais um grupo monofilético consistente, com uma única origem de multicelularidade e alguns outros caracteres compartilhados, como a presença de colágeno, ovogênese, espermatogênese (corpos polares), estrutura espermática especial e redução do genoma mitocondrial. Atualmente, há um debate se os representantes do grupo Porífera deveriam ou não ser classificados como animais.

No que concerne ao ensino de biologia, o estudo da diversidade animal sempre foi de grande relevância. No princípio, relacionado aos conhecimentos sobre história natural das espécies e saúde pública, mais recentemente, sobre evolução e ecologia. Atualmente, seja em nível Básico ou Superior, a teoria da evolução constitui um eixo central para discutir todas as outras questões das ciências da vida, acarretando sérios desafios a educadores e estudantes (BIZZO; EL-HANI, 2009; SADLER, 2005; SANTOS, CALOR, 2007a; SANDERS; NGXOLA, 2009; NOVICK, CATLEY, 2018; SILVA et al. 2013). Alguns desses desafios são bastante complexos, como: a assimilação da dimensão temporal das mudanças evolutivas; o reconhecimento da importância do pensamento da dinâmica populacional; a ideia equivocada de progresso na evolução; a impossibilidade de descobrir verdadeiros grupos ancestrais de organismos; e as relações genealógicas entre homem e outros animais (SANTOS; CALOR, 2007a). A evolução também pode ser desencadeadora de controvérsias, embora grande parte delas estejam centradas na percepção equivocada de que a evolução contradiz crenças religiosas fundamentais, visão arraigada na sociedade, autoridades educacionais e professores relutantes em ensina-la (SANDERS, NGXOLA, 2009).

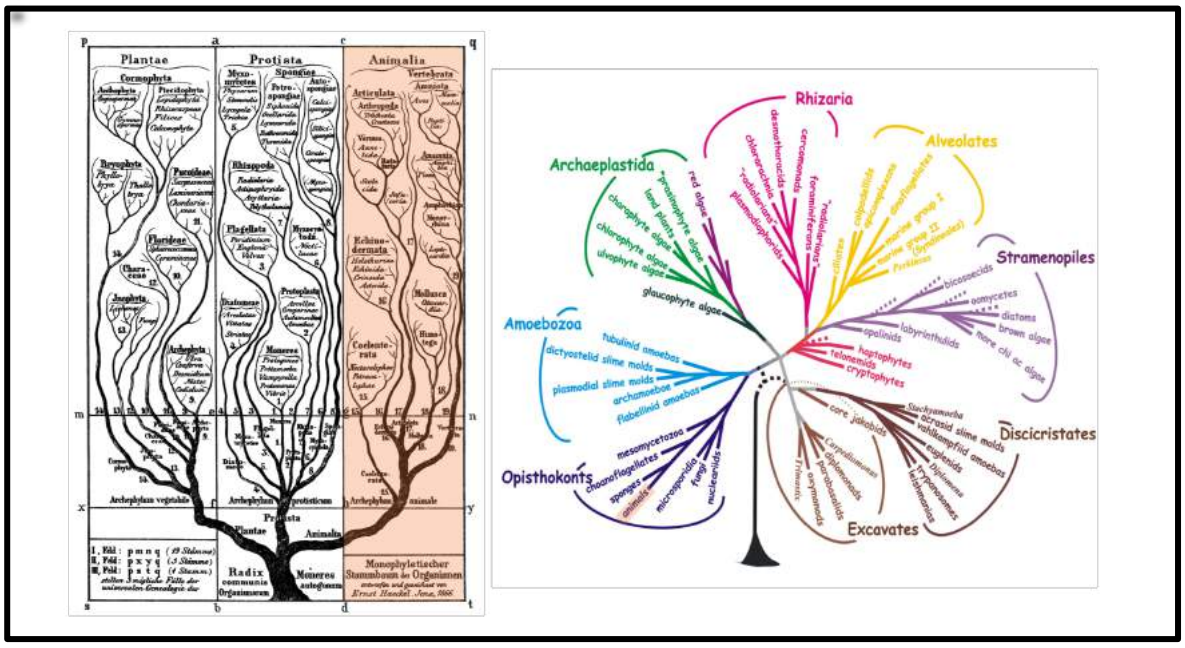


Figura 2 – Duas representações de árvores da vida. Na árvore de Haeckel, de 1866 (à esquerda), os ramos terminais surgem progressivamente da base da árvore, e os animais surgem do entroncamento com outros dois ramos, plantas e protistas. Na base da árvore, estão representados os Monera. Na árvore filogenética de Baldauf, de 2008 (à direita), animais estão inseridos no grupo *Opisthokonta*, juntamente com fungos, e estes dois, são aparentados de *Amoebozoa*. Os traços pontilhados indicam incerteza quanto ao monofiletismo.

Os principais documentos curriculares da Educação Básica brasileira nos últimos 20 anos corroboram que a teoria da evolução ocupa esse lugar central no conhecimento sobre a vida, por consequência, dos animais. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental a diversidade da vida é apresentada como um conceito central do eixo *Vida e Ambiente*, a ser abordada em diferentes momentos do ensino, em busca de um sentido de unidade da vida e seus processos de evolução, por adaptação e seleção natural (BRASIL, 1998). O documento faz uma crítica a maneira como os conteúdos conceituais do que hoje é conhecido como Ensino Fundamental II são apresentados, de forma caricatural, frequentemente conduzidas de forma desinteressante e pouco compreensível. Conhecer as explicações científicas para o surgimento e diversidade da vida, bem como a convivência desse modelo com outros, inspirados na filosofia e religião, é também um aprendizado almejado nos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2000). Esse documento enfatiza a importância da perspectiva evolutivo-ecológica em disciplinas tradicionais de biologia, como a Zoologia e a Botânica.

Diversidade da vida, juntamente com *Origem e evolução da vida* são temas estruturadores no ensino de Biologia, segundo as Orientações Curriculares para o

Ensino Médio, as PCN+, publicadas no ano de 2002. Temas que estruturam e se interconectam no que concerne as ideias sobre origem da diversidade, a compreensão dos processos evolutivos, as formas de organizar esse conhecimento e as intervenções humanas que ameaçam a biodiversidade.

O vigente documento curricular brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular[6], aponta que a aprendizagem da diversidade, dos processos de evolução e manutenção da vida, entre outras, possibilita que os estudantes compreendam, interpretem e intervenham no mundo em que vivem (BRASIL, 2018). No Ensino Fundamental as habilidades relacionadas ao conceito de evolução, relacionadas a mecanismos adaptativos e evolutivos, ideias evolucionistas, diversidade de espécies e atuação da seleção natural, se concentram no 8º e 9º anos. Não há menção explícita a centralidade do tema diversidade e evolução, mas subentende-se uma função articuladora, pois a evolução compõe uma das três unidades temáticas que perpassam todos os anos do EF, denominada *Vida e Evolução*. No Ensino Médio, o conceito de evolução se faz presente na segunda das três competências específicas previstas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

> Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2018, p. 553).

Importante destacar que cada documento, à sua maneira, faz menção ao reconhecimento do sujeito de ensino como agente da sociedade capaz de alterar os processos evolutivos e, portanto, que o aprendizado deve ser integrado às responsabilidades sociais e éticas que a espécie humana possui na conservação e preservação da diversidade biológica. Nesse sentido, fica evidente que, ao pensar a formação de professores para a Educação Básica, é necessário considerar as relações que as disciplinas escolares estabelecem com as ciências de referência, ao mesmo tempo em que dialogam com as necessidades sociais e a formação do cidadão em relação aos aspectos éticos, ambientais, biotecnológicos, entre outros.

---

[6] Os apontamentos curriculares apenas prescrevem as relações entre vida animal e evolução que, supostamente, deveriam ser abordadas na Educação Básica. Não é objeto desta tese avaliar a implementação da BNCC, até pela publicação recente, mas estamos cientes que o documento gera e ainda vai gerar muitos debates sobre a formação de professores e produção de material didático, dois objetos desta investigação.

Considerando essa perspectiva articuladora da evolução no ensino de Ciências e Biologia, é também de suma importância reconhecer os processos e conhecimentos científicos e históricos que por ela podem ser mobilizados, bem como os limites advindos da lida desse tema em sala de aula. Acerca desse tema, o zoólogo Dalton de Souza Amorim afirma que:

> Apesar do endosso do paradigma evolucionista, a maior parte dos pesquisadores e professores ainda observa uma conceituação e uma *práxis* essencialista ao lidar, respectivamente, com a natureza da diversidade biológica e com a organização da informação sobre o tema. A consequência é que, constando Evolução do conteúdo programático de Biologia no ensino básico, convivem formalmente dois paradigmas antagônicos: um deles, evolutivo quanto ao processo de origem da diversidade; o outro, essencialista-idealista quanto à natureza das espécies e da organização da informação biológica. (AMORIM, 2008, p. 127)

Depreendem-se desse excerto duas importantes constatações. Primeiramente, há uma sustentação, por parte de pesquisadores e professores, do paradigma evolucionista em relação a origem e diversificação da vida. Porém, mesmo havendo esse endosso evolucionista, a conceituação e prática nesse campo de pesquisa e ensino (inclusive universitário) se materializa de maneira essencialista, remetendo aos princípios da taxonomia lineana de classificação e ordenamento da vida. As nomenclaturas e hierarquização da diversidade biológica ainda figuram como fundamentos essenciais ao lidar com o tema evolução e diversidade da vida na Educação Básica e Superior. Amorim ainda conclui que, o fato de não se ensinar ou apoiar as filosofias essencialista e idealista acaba por reduzir o ensino da diversidade biológica a um processo fragmentado, onde se destacam habilidades relacionadas a memorização de características, sem que se componha uma unidade clara do ponto de vista biológico ou filosófico (AMORIM, 2008). Ele chama esse ensino de tradicional. Tomamos a liberdade de generalizar essa constatação tradicionalista do ensino de ciências sobre o ponto de vista de toda a diversidade biológica, embora Amorim se refira especificamente ao ensino de Zoologia e Botânica nesse artigo.

Para lidar com o tradicionalismo, pesquisas tem apontado o arcabouço conceitual da Sistemática Filogenética como um aliado para o entendimento integrado da evolução da vida e da biodiversidade (AMORIM, 2002; SANTOS; CALOR, 2007a; NOVICK, CATLEY, 2018; LIPORINI; DINIZ, 2019). Nesse âmbito, entende-se que a representação das relações de parentesco (ou filogenéticas) e a análise de linhagens evolutivas, incluindo humanas, seriam objetos de aprendizagem fundamentais no

ensino da biodiversidade animal. Além do mais, Keogh (1995) assegura que a sistemática filogenética é especialmente adequada para ajudar a entender e remediar a crise da biodiversidade. Para o pesquisador, estudantes de Biologia devem avaliar quais são as contribuições dessa ferramenta, o que pode levar a um melhor entendimento da biodiversidade, avaliar efeitos das mudanças climáticas e as taxas de extinção nos ecossistemas (KEOGH, 1995).

Para a compreensão sistêmica da biodiversidade, ponderamos que a Sistemática Filogenética apreende os três aspectos fundamentais da alfabetização científica da seguinte forma:

a) na *natureza da ciência*, por ser possível traçar como a pesquisa sobre diversidade biológica é realizada, ponderando sobre as tentativas de classificar entidades biológicas ao longo da história e as limitações deste conhecimento, bem como os conceitos de construção, corroboração e refutação de hipóteses científicas;
b) na *linguagem científica*, no que tange às representações (esquemas, cladogramas) da dinâmica da história evolutiva, que comparam e contrastam diferentes conceitos da pesquisa com biodiversidade, como forma (unidade biológica), diferença (identidade), semelhança (unidade), espaço (biogeografia) e tempo (transformação);
c) em *aspectos sociocientíficos*, porque possibilita a discussão e superação do antropocentrismo, tema bastante comum em representações dos processos evolutivos. Além disso, é uma ferramenta que pode subsidiar a tomada de decisões em relação a preservação e conservação das espécies.

Os animais e suas relações com o ensino também são problematizados em pesquisas apresentadas nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) e Congresso Brasileiro de Zoologia (CBZ). Uma pesquisa de estado da arte sobre o ensino de Zoologia encontrou 26 trabalhos sobre o tema nos ENPEC (1997-2013) e outros 5 na RBPEC (2008-2015). O trabalho indicou que há uma marginalização da discussão acerca do ensino de Zoologia no campo da Educação em Ciências ao longo dos anos, recomendando novas pesquisas sobre processos de ensino-aprendizagem, conteúdos zoológicos e formação de professores “com vista a

romper com a visão de um ensino de ciências/biologia conteudista, a-histórico e memorístico" (SILVA, NETO, SHUVARTZ, 2017, p. 4).

Liporini e Diniz (2019) realizaram uma pesquisa de estado da arte sobre o ensino de sistemática e taxonomia biológica no evento ENPEC, supracitado, e reconheceram que há uma escassez desse tema no âmbito deste, que é o maior evento sobre ensino de ciências no Brasil. Os autores ressaltam a importância de estudos que priorizem a investigação e descrição detalhada de produções científicas da área, que é objeto de estudo desta tese.

Em nossa busca, encontramos cinquenta e nove (59) trabalhos que versaram sobre o tema em oito edições de ENPEC (2001-2015). Por não se tratar de uma linha temática do encontro, fizemos o levantamento dos trabalhos a partir de descritores associados a ideia de animal, como fauna e zoo, além de referências à grupos consagrados. Tendo consciência da escassez e importância dos estudos no campo, procuramos em nossa análise apresentar os objetos de estudo. Esses trabalhos discutem principalmente concepções e comportamentos de professores e estudantes, conhecimentos presentes em livros e recursos didáticos, práticas de ensino e aprendizagem, que problematizam direta, ou indiretamente, à Zoologia (figura 3).

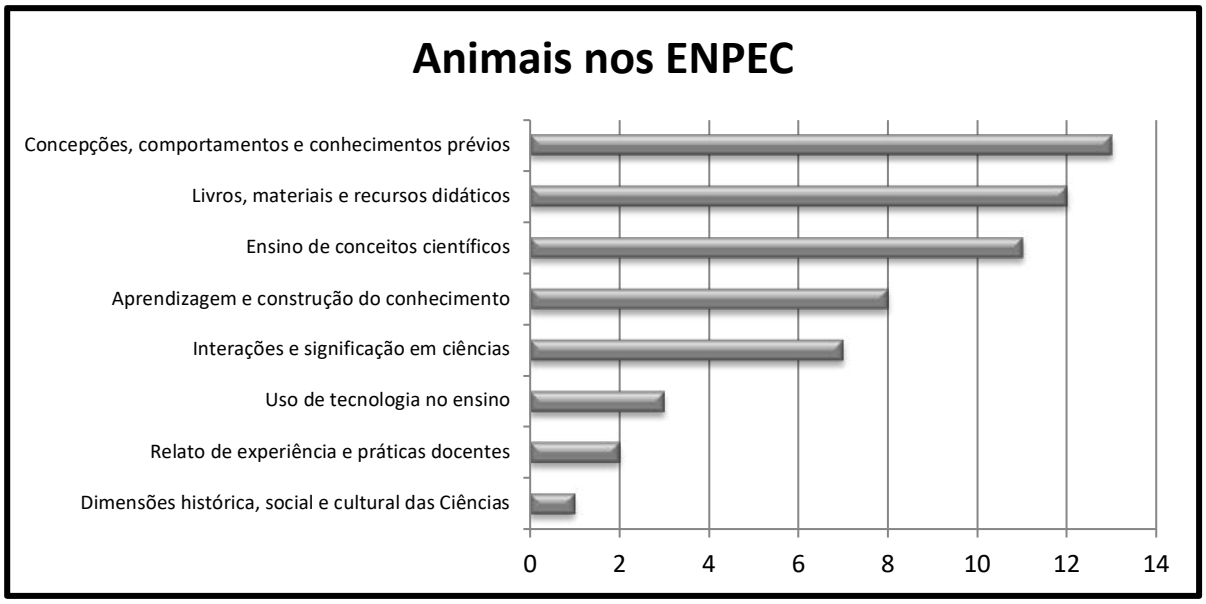


Figura 3 - Animais nos ENPEC – número de trabalhos. Objetos de estudo de trabalhos que abordaram o tema animais nos ENPEC (2001-2015) – N=59. Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

O artigo intitulado *Ensino de zoologia: concepções e metodologias na prática docente* (RICHTER et al., 2017) investigou 167 resumos publicados na seção de ensino do CBZ (2004-2014). A análise se embasou em três níveis de investigação delineados por Carr e Kemmis[7] (1988, apud ROSA, SCHNETZLER, 2003, p. 31): o técnico, o prático e o emancipatório. Os resultados apontaram uma predominância da racionalidade técnica na concepção de ensino dos trabalhos analisados, aquela que resulta em um conhecimento instrumental, curricular e linear. As concepções de ensino práticas, caracterizadas pela investigação-ação e entendimento da realidade, apareceram em um terço (1/3) dos trabalhos analisados. Pouco menos de 20% apontaram concepções emancipatórias, de caráter transformador, crítico e reflexivo. Segundo estes autores: “poucos são os educadores que desempenham uma prática pedagógica em uma perspectiva crítica/emancipatória” (RICHTER et al., 2017, p. 44).

Para Rocha et al. (2013) o ensino crítico de Zoologia deve ser capaz de proporcionar reflexões profundas sobre a natureza e motivar ações frente às questões políticas e socioambientais relacionadas à realidade discente, problematizando os modelos utilitaristas e antropocêntricos. Da mesma forma, abordagens interdisciplinares deveriam estar mais presentes nas escolas, possibilitando investigar situações que instiguem o pensamento científico e práticas que proporcionem múltiplas percepções dos fenômenos naturais, tornando-se um importante instrumento de interpretação da realidade.

Denotamos nesta seção possíveis caminhos de investigação no que diz respeito às conexões e tensões academia-ensino relacionadas a Zoologia. Da pré-escola a Educação Superior, os animais se fazem presentes no ensino, bem como no cotidiano das pessoas, abrangendo aspectos que ultrapassam o senso do conteúdo específico, encontrando-se nas dinâmicas, dialogias e relações interpessoais. Ao longo desta tese, relacionamos o conhecimento do campo zoológico produzido na academia aos processos formativos na universidade e suas possibilidades de ação na Educação Básica.

[7] CARR, W. KEMMINS, S. **Teoria Crítica de la enseñanza – la investigación-acción em la formación del professorado**. Barcelona: Martinez Rocca. 1988. Rosa e Schnetzler (2003) explicam que os três níveis mencionados se apoiam no pensamento de Habermas sobre os saberes, discutidos no livro: HABERMAS, J. **Theory and Practice**. Londres: J. Viertel, Heinemann. 1974.

1.2. Formação inicial docente e o planejamento didático

> *"Em primeiro lugar, opino que é necessário examinar as forças ideológicas e materiais que tem contribuído ao que poderíamos chamar de proletarização do trabalho do professor, ou seja, a tendência em reduzir os professores a categoria de técnicos especializados dentro da burocracia escolar, com a função de gerir e cumprir programas curriculares, ao invés de desenvolver ou assimilar criticamente os currículos para se ajustar à preocupações pedagógicas específicas. Em segundo lugar, está a necessidade de defender as escolas como instituições essenciais para a manutenção e o desenvolvimento de uma democracia crítica e também para defender os professores como intelectuais transformadores que combinam reflexão e práticas acadêmicas com a finalidade de educar estudantes para que sejam cidadãos reflexivos e ativos."*
> *Henry A. Giroux*

A citação que abre esta seção (GIROUX, 1997, p. 172, tradução nossa) é um preâmbulo do que pretendemos discutir nesta tese, a formação de professores como intelectuais críticos, que propõem práticas transformadoras para educar estudantes reflexivos e ativos. Acompanhamos com consternação o modo como a profissão docente tem sofrido ataques ideológicos, engendrados pela despolitização educacional e racionalidade técnica, e que isso é ainda mais presente no ensino de ciências naturais e humanas. Giroux (1997) afirma que esse tipo de racionalidade tecnocrática e instrumental tem suas expressões mais poderosas na formação de futuros professores, onde comumente, separa-se a concepção da execução, padroniza-se o conhecimento escolar e se desvaloriza o trabalho crítico e intelectual. O autor critica essa característica *gestora* da pedagogia, que se manifesta ainda mais na proliferação da materiais curriculares, que destinam ao professor o papel de executor de procedimentos sobre conteúdos predeterminados e instrucionais (GIROUX, 1997). Espanta quanto essas constatações do autor são atuais. Passados mais de 20 anos, pouco avançamos em termos de políticas formativas.

Estamos convictos que as mudanças necessárias para encarar a profissionalização docente de um modo reflexivo e crítico passa por entender a educação como um processo sujeito a pressões de natureza cultural, econômica, política e social. Na área das Ciências da Natureza, tão importante quanto essas questões, são os propósitos ambientais e tecnológicos. Nesse sentido, é preciso compreender a graduação como uma rede de ações e conhecimentos que pode

abarcar parte da complexidade da ação docente. Um sistema que englobe momentos de exposição à intelectualidade, de estudo e apreensão. Mas que também proporcione trocas significativas, que mobilize práticas pedagógicas e possibilite constantemente a autoavaliação do sujeito em formação. Pois é nesse lugar que os conhecimentos inerentes às práticas de trabalho começam a se consolidar na mente de futuros professores. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada (Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015), a *docência* deve ser entendida como:

> [...] uma ação educativa e como processo pedagógico intencional e metódico, envolvendo conhecimentos específicos, interdisciplinares e pedagógicos, conceitos, princípios e objetivos da formação que se desenvolvem na construção e apropriação dos valores éticos, linguísticos, estéticos e políticos do conhecimento inerentes à sólida formação científica e cultural do ensinar/aprender, à socialização e construção de conhecimentos e sua inovação, em diálogo constante entre diferentes visões de mundo. (BRASIL, 2015, p. 3)

Neste breve e robusto excerto evidenciam-se as expectativas e atribuições - não poucas, nem simples - esperadas do profissional docente.

Temos como premissas básicas de investigação, uma formação docente inicial que, em suas diferentes esferas, atenda a esses referenciais de conceitos, valores e diálogos, e às suas mais diversificadas ramificações. Além disso, estamos de acordo com o documento quando diz que a formação docente, compreendida de forma dinâmica e complexa, deve contribuir para a melhoria permanente da qualidade social da educação e da própria valorização profissional (BRASIL, 2015).

As diretrizes se estendem ao processo de formação de profissionais do magistério em uma concepção de educação freiriana - de emancipação e permanência social - reconhecendo a especificidade do trabalho docente e os contextos que circundam a sua práxis. Esse documento é bastante recente e contempla normas que fundamentam, ou deveriam fundamentar, as bases de uma docência crítica e global. Todavia, sabemos que palavras fixadas em leis não são suficientes para alcançar um resultado social satisfatório, principalmente àqueles vinculados a tríade educação-política-economia. Na prática, os investimentos e estímulos à formação de professores no Brasil não refletem os preceitos das diretrizes, como mostram os dados apresentados na introdução desta tese. Embora relevante e crítico no que tange à esfera da formação docente, esse documento foi revogado pela Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 que, entre outros

retrocessos, parece enveredar para uma visão pragmática e instrumental de docência[8]. Essas descontinuidades não contribuem em nada para o aprimoramento dos processos formativos.

Na esfera acadêmica, historicamente, a pesquisa com formação de professores se fundamentou no conhecimento de conteúdo que estes deveriam possuir. Isso veio a calhar, já que antigamente imperava a máxima de que não era necessário ter conhecimentos pedagógicos para ser professor. Mais adiante no tempo, tratado de maneira separada do conteúdo, o conhecimento pedagógico ganhou voz no campo de pesquisa, no que tange ao domínio de técnicas e práticas docentes (SHULMAN, 1986). Recentemente, as múltiplas dimensões de conhecimento docente e suas origens, suas interações históricas, valores morais e normas sociais, que moldam a maneira como esses profissionais se relacionam com o seu trabalho e, portanto, determinantes na concepção das práticas de aula tem sido os principais alvos de pesquisa de formação de professores (TARDIF, 2002). Tardif propõe olhares diversificados para os saberes pessoais dos professores, provenientes da formação escolar, da formação profissional para o magistério, dos programas e livros didáticos usados no trabalho e, de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola. O autor complementa que as pesquisas da área têm demonstrado que os saberes docentes são temporais, plurais e heterogêneos, personalizados e situados, e carregam consigo as marcas de seu objeto, que é o ser humano (TARDIF, 2002).

No que se refere aos problemas epistemológicos da formação universitária, Tardif critica o modelo aplicacionista do conhecimento, que diz estar institucionalizado nos cursos de formação para o magistério. Ele aponta dois principais problemas associados a esse modelo: a sua fundamentação segundo uma lógica disciplinar, fragmentada e especializada, que não conduz a uma integração e tem pouco impacto na prática profissional e; seu formato direcional, de transmissão de conhecimentos propositivos e informativos, sem qualquer afeição pelos filtros cognitivos, sociais e afetivos de futuros professores, acarretando mais uma vez, pouca ou nenhum abalo nas crenças, pensamentos e carreira destes (TARDIF, 2002). Esses problemas

[8] Por se tratar de uma legislação recente, tais diretrizes ainda não configuraram efetivas práticas formativas das Instituições. Antes de sua promulgação, a nova legislação foi alvo de críticas das principais entidades educativas nacionais, como evidencia a nota disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2019/10/nota_entidades_14outubro.pdf> Acesso em: 17 dez. 2019.

podem ter suas raízes no que Anastasiou e Alves (2005) chamam de *habitus* do trabalho docente universitário, por assim dizer, no abuso de exposição de conteúdos (prontos, acabados e determinados), em aulas expositivas ou palestras, uma estratégia funcional para a passagem de informação. Extrapolar o estigma conteudista que, ao longo dos anos, tem se firmado nas práticas docentes e livros didáticos, é uma ação mais que necessária nas práticas formativas. Como também deve ser a construção de um perfil reflexivo sobre a docência.

Em artigo recente, Tardif e Moscoso (2018) procuram, à luz da tradição da filosofia e das ciências humanas e sociais, revitalizar o debate sobre o que se entende por reflexão do trabalho docente (baseados na noção de profissional reflexivo de Donald Schön), apresentando três modos alternativos de pensá-la: como experiência social, como reconhecimento e interação e como crítica das ideologias e das relações de dominação. De modo genérico, significa pensar que a tensão existente entre as escolhas e comportamentos são ações inerentes ao meio social, sob todos os pontos de vista que interagem nos diversificados contextos que vivenciamos. Portanto, a reflexão crítica deve se valer da tomada de consciência sobre esses mecanismos para que o professor possa “questionar suas próprias evidências, preconceitos, crenças e interesses”, confrontando-os com “o fracasso escolar, o abandono da escolaridade, a impossibilidade de ensinar e de fazer aprender, o sofrimento no trabalho e o abandono da profissão (TARDIF; MOSCOSO, 2018, p. 408).

Traçamos um paralelo entre esses modos de pensar a *reflexão docente* e a discussão que Henry Giroux propõe sobre racionalidade escolar e formação de professores intelectuais. Para Giroux, a racionalidade escolar é relativamente conservadora, na medida em que não questiona as relações existentes entre conhecimento e poder ou entre cultura e política. Em outras palavras, as questões relativas ao papel da escola como agente de reprodução social e cultural em uma sociedade de classes são ignoradas, assim como os caminhos para a construção intersubjetiva de significados. Para superar essa racionalidade o autor discute, entre outras questões, a formação intelectualidade docente. Como intelectuais, professores deveriam combinar reflexão e ação para capacitar estudantes com as habilidades e conhecimentos necessários para combater as injustiças e se tornarem atores críticos dedicados ao desenvolvimento de um mundo livre de opressão e exploração (GIROUX, 1997).

Obviamente, a construção do perfil reflexivo e intelectual é um trabalho que requer múltiplas ações e percepções sobre a prática docente, necessariamente, em perspectiva histórica e contextual. Professores, em qualquer estágio da carreira, precisam contemplar e experimentar a natureza do trabalho de maneira crítica e potencialmente transformadora (GIROUX, 1997). É, portanto, esperado que os processos formativos iniciais também contribuam para superar a racionalidade escolar técnica e conservadora, especialmente na fundamentação teórica das práticas docentes. Na formação inicial, essa contribuição pode ser relacionada aos trabalhos com *planejamento didático* e *organização do ensino*. Nesse âmbito, destacamos o modelo topológico de ensino, um modelo teórico que propõe três eixos organizativos para orientar o professor no planejamento das aulas: *as atividades de ensino*, que supõem formas de interação entre agentes, os propósitos e os atos educacionais em si; *o conceito*, ou ferramentas culturais que ampliam esferas de comunicação e atividades para apropriação de pensamentos científicos e; *o tema*, que promove o embate entre as ferramentas culturais empregadas no cotidiano e aquelas usadas nos cenários construídos em sala de aula (GIORDAN, 2008). De acordo com o autor:

> O modelo topológico de ensino é... uma ferramenta teórico-metodológica derivada da Teoria da Ação Mediada (de J. Wertsch) que é capaz de subsidiar a organização do ensino no cotidiano da sala de aula e que está articulado a ela nos diversos estágios da vida escolar. (GIORDAN, 2008, p.291).

Na composição da vida escolar, destacamos as sequências de aulas[9], devido ao seu potencial de diversificação das atividades e formas de interação professor-estudante, estudante-estudante, estudante-material de ensino (GIORDAN, 2008). O pedagogo e escritor Antoni Zabala realça o papel das sequências didáticas (ou de ensino/aprendizagem) na construção e desenvolvimento do ensino, definindo-as como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). O autor discute o conhecimento da forma de produção de aprendizagens em sequências didáticas partindo de duas questões: a potencialidade para favorecer maior grau de

[9] Existem muitas terminologias para denominar sequências de aulas, como unidades, módulos, sequência de atividades, sequência de aprendizagem, sequência didática, entre outras. Procuramos na introdução e metodologia desta tese manter os termos originais utilizados pelos autores referenciados, no entanto, nos capítulos de resultados adotamos a terminologia Sequência Didática (SD).

significância das aprendizagens e sua capacidade para favorecer que os professores prestem atenção à diversidade (ZABALA, 1998).

Ao encontro da perspectiva sociocultural, Zabala (1998) explica que as variáveis metodológicas que configuram as práticas educativas, como as sequências didáticas, devem ser compreendidas em sua complexidade e seus múltiplos determinantes, legitimados por parâmetros institucionais, organizativos, tradições metodológicas, possibilidades reais dos professores, dos meios e condições físicas existentes. Para nós, a formalização e desenvolvimento de sequências didáticas (SD) pode ser um importante aliado na formação inicial de professores, na medida em que tem potencial para explorar práticas pedagógicas diferentes dos métodos convencionais e se aproximar da realidade discente, revelando efeitos que podem ser duradouros na docência (DE MOURA SILVA; SILVA, 2017a).

A produção de sequencias de ensino e aprendizagem também tem se mostrado significativa no campo de pesquisa sobre formação e práticas docentes, possibilitando discutir conteúdo, epistemologia, concepções dos estudantes e motivações, aprendizagem, teorias pedagógicas e restrições educacionais (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Nesse artigo, os autores apresentam um modelo teórico para discutir o entrelaçamento entre os componentes do processo de ensino e aprendizagem – professores, estudantes, conhecimento e mundo material, ligados por uma dimensão epistêmica e uma dimensão pedagógica.

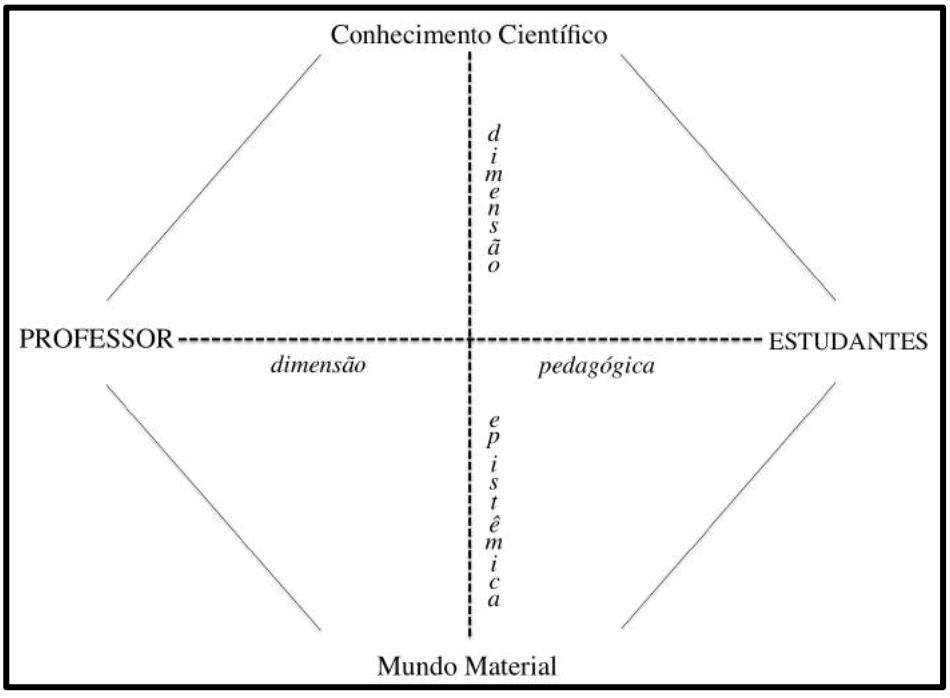


Figura 4 - O diagrama didático. Fonte: traduzido de Méheut; Psillos, 2004.

O eixo vertical *dimensão epistêmica* representa como o conhecimento científico se conecta ao mundo material. É lá que encontraremos suposições sobre métodos científicos, processos de elaboração e validação do conhecimento científico. No eixo horizontal *dimensão pedagógica* estão as escolhas sobre o papel de um professor, tipos de interações entre professor e estudantes, e perto do vértice "estudantes", podemos colocar o que é esperado sobre as interações entre os próprios estudantes (MÉHEUT, 2005). Partindo desse modelo, Méheut (2005) caracteriza dois principais e tradicionais tipos de enfoques na concepção e desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem: *conflitos cognitivos* e *epistêmico*. Ambos os tipos de concepções podem ser entrelaçados num terceiro tipo de enfoque, que a autora chama de *construtivismo integrado*. O quadro 1 apresenta outros detalhes sobre esses enfoques (MÉHEUT, 2005).

Quadro 1 - Enfoques de sequências de ensino e aprendizagem segundo Méheut (2005).

Enfoque	Eixo de diagrama*	Foco
Conflitos cognitivos	Concepções dos Estudantes - Mundo Material	Estudantes, suas concepções e formas de raciocínio para o confronto com respostas do mundo material.
Epistêmico	Conhecimentos científicos - Mundo Material	Conhecimento a ser desenvolvido em relação ao mundo físico e a gênese histórica desse conhecimento.
Construtivismo integrado	Dimensão pedagógica - Dimensão epistêmica	Contradições como motivações para a aprendizagem, o papel das analogias e modelagens.

Notas: * Diagrama representado na figura 4 desta tese.
Fonte: Adaptado de MÉHEUT (2005).

Nessa seara, concordamos com Buty, Tiberghien e Maréchal (2004) quando afirmam que o planejamento de sequências de ensino e aprendizagem é uma atividade complexa que deve atender aos três polos clássicos da educação – conhecimento, aprendizado e ensino – e seus domínios de raiz – epistemologia, psicologia e didática. A par dessa característica, esses autores afirmam que o caminho do referencial teórico para o planejamento de uma sequência é mais do que uma dedução racional, pois requer a coleta de várias hipóteses, relacionadas à modelagem, semiótica e mediação, em nível macro, como a própria sequência, e em nível micro, nas tarefas e atividades (BUTY, TIBERGHIEN, MARÉCHAL, 2004). Por conseguinte, dialogam com esse arcabouço teórico as estruturações metodológicas

de pesquisa com sequências didáticas construídos por grupos franceses (*ingénierie didactique*), de Michèle Artigue (ARTIGUE, 2002), holandeses (*developmental research*), de Piet Lijnse (LIJNSE, 1995) e alemães (*educational reconstruction*), de Ulrich Kattmann e Reinders Duit (DUIT et al., 2012).

Diante desse cenário teórico que se propõe na formação inicial e no planejamento didático, só podemos almejar que esta tese revele perspectivas e referenciais para a (re)construção das ações formativas nas Licenciaturas em Ciências, focadas em perspectivas intelectuais, críticas e socioculturais de seus agentes. Pesquisar sequências didáticas de professores em formação, compreendendo e contextualizando-as em relação aos referenciais teóricos em que estão inseridas, bem como aplicar e validar o conhecimento almejado (em suas múltiplas acepções) podem representar um elemento de aproximação entre a pesquisa em ensino e a sala de aula (GIORDAN et al., 2012; MÉHEUT, 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Para dar continuidade à caracterização dos objetos de pesquisa investigados nesta tese, apresentamos a seguir o contexto de produção do material investigado.

1.2.1 Contexto e Práticas no ensino de Zoologia

A disciplina *BIZ0307 - Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia* (CPEZ) - do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB/USP) foi criada no ano de 2012 para atender às expectativas de fundamentos metodológicos e organização curricular do Programa de Formação de Professores da Universidade de São Paulo (2004)[10], de modo a contemplar as ações de interface entre o saber pedagógico e o conteúdo específico, neste caso, a Zoologia. A primeira vez em que a disciplina foi oferecida chamou-se *Projetos em Ensino: Origem e Evolução dos Grupos de Eucariontes, com Destaque para os Metazoários*, temática que se aproximava dos conteúdos, princípios e referenciais de base que constaram na última edição da

[10] A ementa da disciplina consta no Portal Júpiter Web USP no endereço eletrônico https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=BIZ0307&verdis=2. O Programa de Formação de Professores – USP pode ser consultado na íntegra na página: http://www4.fe.usp.br/wp-content/uploads/programa-de-formacao-de-professores.pdf Acesso em 13 Set. 2019.

disciplina, e sua principal produção material já eram as sequências didáticas. De 2013 a 2018, a disciplina teve seu nome modificado para *Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia* e, desde então, foi oferecida cinco vezes para estudantes de graduação em Ciências Biológicas – Bacharelado e Licenciatura.

A disciplina teve por objetivos propiciar aos estudantes de Licenciatura: refletir sobre ensino de Zoologia na Educação Básica e em outros espaços educativos; analisar e discutir a seleção de conteúdos, estratégias didáticas e instrumentos de avaliação no ensino de Zoologia; desenvolver sequências didáticas que articulem diversidade e filogenia dos animais; elaborar e analisar diferentes recursos didáticos, tais como texto, multimídia, modelos, imagens, jogos, filmes, animações; reconhecer o campo de pesquisa em ensino de Biologia. Para cursar a disciplina foi recomendável que as/os estudantes de graduação tivessem cursado as quatro disciplinas obrigatórias do núcleo básico, cujos assuntos versam sobre sistemática e biogeografia, diversidade biológica e filogenia, vertebrados e invertebrados.

A docente responsável (informação pessoal)[11] pela disciplina tem como premissas básicas de suas ações formativas a participação ativa dos estudantes nas atividades, que são propostas na perspectiva da aprendizagem social (JACOBI, 2013), que são logo apontadas em sua primeira aula como capazes de:

a) contribuir para o *diálogo* e *intervenção* conjunta dos atores locais na realidade;
b) construir *processos dinâmicos de participação e colaboração* em *novas formas de pensar e enfrentar* problemas relacionados à sustentabilidade socioambiental;
c) motivar a formação um *pensamento crítico, criativo e sintonizado* com a necessidade de propor respostas para o futuro;
d) analisar as *complexas relações entre os processos naturais e sociais* e de *atuar* no ambiente em uma perspectiva global, *respeitando as diversidades socioculturais*.

Segundo a docente, a construção de uma nova cultura de diálogo e participação são essenciais para a consolidação da aprendizagem social, de modo que seus resultados sejam abertos e não pré-determinados, que sejam

[11] Depoimentos colhidos ao longo das três edições disciplina e de outras práticas formativas realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Formação de Educadores (GPEAFE).

compartilhadas as responsabilidades e que, de forma alguma, os processos sejam impositivos. Por isso, é mais que fundamental que as pessoas envolvidas, neste caso os sujeitos em formação, tenham ousadia, motivação, maturidade e espírito colaborativo.

Nos oferecimentos de 2015, 2016 e 2018 acompanhei (como monitor e pesquisador) todas as aulas da disciplina, podendo vivenciar *in loco* suas proposições, dinâmica das aulas, expectativas de ensino e aprendizagem, avaliação, e principalmente, o processo de concepção, planejamento e materialização das sequências didáticas propostas pelos graduandos. Embora esse trabalho não se proponha a avaliar a disciplina, foi possível observar que as estratégias didáticas utilizadas se articulam aos princípios da aprendizagem social, pois propõem muitos espaços de trabalho coletivo e socialização de entendimentos, seja em grandes rodas de diálogo, seja em sistematização e apresentação de problemas e casos. Essas atividades dão um tom exploratório às dinâmicas de sala de aula, podendo o licenciando, por diversas vezes, ocupar o lugar de professor.

O roteiro para produção de sequências continha, entre outras etapas, as seguintes seções: título, público alvo, contexto, objetivos, materiais necessários, dinâmica e avaliação (Anexo 1). A criação e apresentação de um objeto didático[12] era obrigatória, ficando a cargo dos licenciandos escolher entre aplicativos, estudos de caso, dioramas, jogos, modelos, simulações etc. O programa da disciplina (2013-2018) sofreu algumas alterações no curso dos anos. O quadro 2 apresenta o ordenamento das atividades e estratégias didáticas nos cinco oferecimentos investigados nesta pesquisa.

É notável que no ano de 2013 foi destinado mais tempo de sala de aula para a produção das sequências didáticas. Outra constatação são as trocas temporais no ordenamento das aulas nos diferentes anos em que foi ofertada. Atividades foram criadas com intuito de melhorar o processo de construção e validação das sequências didáticas. A partir de 2015, licenciandos de anos anteriores apresentaram versões finais de suas sequências didáticas. Neste mesmo ano, abriu-se espaço para discutir pesquisa em ensino de ciências e proporcionar análise de OD construídos em anos anteriores da disciplina. A continuidade de ações sobre a materialidade é objeto de

[12] Objeto didático é entendido nesta pesquisa como um recurso material que pode ser percebido pelos sentidos, para a qual convergem pensamentos, sentimentos e/ou ações.

estudo desta pesquisa e, portanto, retomada na metodologia. Para agregar valor a percepção curricular da Zoologia, em 2016 e 2018, licenciandos realizaram entrevistas com docentes da Educação Básica e Superior, que foram socializadas na aula 3.

Quadro 2 – Ordenamento das atividades e estratégias didáticas utilizadas nas aulas da disciplina Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia (2013-2018).

Atividade	Estratégia didática	2013	2014	2015	2016	2018
Apresentação da disciplina	Exposição	1	1	1	1	1
Levantamento de sentidos sobre Ensino de Biologia/Zoologia	Questionário diagnóstico	1	1	1	1	1
Explicação sobre a produção final – Sequências Didáticas (SD)	Exposição dialogada	1	1	1	1	4
Do senso comum ao conhecimento científico	Leitura e análise de textos com socialização	2	3	3	2	2
A zoologia nos currículos oficiais – elementos históricos e atuais	Leitura e análise de textos com socialização	3	2	2	3	3
Análise dos resultados de entrevistas realizadas com professores do IB e da EB	Entrevista Socialização	-	-	-	3	3
Apresentação de SD produzidas em anos anteriores	Exposição	-	-	3	2	4
Trabalho de produção das SD	Discussões	4, 8 e 9	10	9	6	7
Sistemática filogenética e o Ensino de Zoologia	Exposição; Leitura e análise de textos	5	4	5	4	5
Entrega da primeira versão da SD	Produção escrita	5	7	8	8	9
A perspectiva da Educação Ambiental e Alfabetização Científica	Exposição; Leitura e análise de textos	6	5	6	5	6
A Zoologia em materiais didáticos: análise de recursos educacionais	Análise de objetos educacionais	7	6	8	6	-
Potencial didático de coleções biológicas	Exposição; Produção escrita	-	-	-	-	11**
Mídia e ensino de zoologia	Análise de mídias Socialização	-	7	4	8	9
A zoologia em outros espaços educacionais e divulgação científica	Exposição	10**	12**	10**	-	-
Visita ao MZUSP	Saída de campo	-	-	-	10	8
Trabalho de produção final das Sequencias didáticas	Produção escrita	11	11	11	12	12
A pesquisa em ensino de Biologia com ênfase ao ensino de Zoologia	Exposição	12	8	7*	9	-
Objetos didáticos produzidos em anos anteriores	Análise e roda de conversa	-	-	-	7*	4*
Bioética, legislação e ensino de zoologia	Leitura e análise de textos com socialização	-	9	11	-	10
Mapeamento Socioambiental	Saída de campo	-	-	-	11	-
Apresentação do objeto didático produzido e oficinas de análise	Discussões	-	-	12	13	13
Apresentação final das sequências didáticas e do objeto didático	Seminário	13 e 14	13 e 14	13 e 14***	14***	14***
Auto avaliação e avaliação da disciplina	Discussões	15	15	15	15	15
Entrega da versão final da SD	Produção escrita	16	16	16	16	16

Notas: * Aula/atividade conduzida pelo pesquisador.
** Aula/atividade conduzida por prof. externo à disciplina
*** Atividade acompanhada por professores da Educação Básica, que propuseram perguntas e críticas.
Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

A análise de recursos educacionais foi substituída no último ano de oferecimento pela atividade *Potencial das coleções didáticas*, em virtude do interesse pelo tema, verificado nas próprias sequências didáticas e avaliações no decorrer da disciplina em anos anteriores. Da mesma maneira, as atividades relacionadas a Zoologia em espaços educacionais não escolares foram conduzidas em visita ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Substituiu-se a atividade sobre bioética pela saída de campo *mapeamento socioambiental* no ano de 2016, no entanto, em virtude do oferecimento no ano de 2018 ser para o período noturno, a atividade de bioética foi retomada com produção escrita.

Por fim, é importante ressaltar o papel da atividade *Apresentação do objeto didático produzido e oficinas de análise*, ocorrida a partir de 2015, na qual os estudantes puderam validar e ter validados seus protótipos de objetos didáticos, antes da versão final da sequência didática. A atividade teve o intuito de melhorar a estrutura, diagramação e aplicabilidade dos objetos didáticos, algo que pode ser visualizado nas produções dos últimos dois anos, principalmente no que tange à complexidade e a estética.

2. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA

Esta tese teve como objetivo geral investigar e conhecer fatores que determinam a concepção de sequências didáticas por estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas relacionadas ao ensino de Zoologia. Apresentamos como pergunta central de pesquisa: *como futuros professores de Ciências e Biologia pensam e materializam o ensino e aprendizagem de Zoologia?* Essa questão geral foi desdobrada nas seguintes questões específicas:

1. Como a linguagem científica do campo da Zoologia se materializa na produção de sequências didáticas?
2. Como se caracterizam os aspectos epistêmico-pedagógicos presentes em um conjunto de sequências didáticas produzidas por professores em formação?
3. O que se revela na escrita e fala de estudantes de Licenciatura acerca da mediação dos conhecimentos presentes em objetos didáticos construídos na formação inicial de professores de Ciências e Biologia?

Esta pesquisa investigou formas de interação entre estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas e os saberes universitários, no pensar e planejar suas práticas docentes sobre temas biológicos, particularmente da Zoologia. Foi objeto desta pesquisa relatar como sequências didáticas podem contribuir para o planejamento didático do ensino de Ciências e Biologia na Licenciatura. Ademais, esta tese pretende promover uma aproximação entre a pesquisa realizada na academia e o ensino de ciências. Por esse motivo, buscamos que as publicações oriundas desta pesquisa, artigos, publicações em anais e livros, pudessem trabalhar a confluência de vozes, escritas e orais, de modo que a leitura estivesse acessível à comunidade científica, a estudantes de Licenciatura e docentes de Ciências e Biologia atuantes na educação básica. A participação e compartilhamento dos saberes produzidos nas sequências didáticas e nas suas análises, via cursos de formação continuada de professores, como o USP Escola e o Curso de Verão de Zoologia também estiveram no cerne das atividades formativas nesta pós-graduação.

Cientes das características estruturais e de sentido inerentes ao desenvolvimento longitudinal desta pesquisa, buscamos discutir a organização do

pensamento docente sobre questões fundamentais do ensino e temáticas que as conectam. Fizemos isso sem deixar de criticar as bases tecnicistas que estão imersas na formação educacional brasileira e como podemos alavancar perspectivas emancipadoras e construtivistas no ensino de ciências. São propostas, portanto, discussões que podem contribuir para ampliar o repertório sobre o ensino de zoologia e de ciências, e de certa forma, responder às outras questões, como: devemos romper com a abordagem utilitarista da saúde na Educação Básica? O pensamento essencialista é necessário para a compreensão dos processos evolutivos? Podemos compreender processos evolutivos sem caracterizar os seres vivos, e vice-versa? Qual é o papel da linguagem filogenética no ensino de Zoologia? Discutir conservação das espécies requer conhecimentos acerca da evolução da diversidade biológica? Como as questões socioculturais permeiam a construção do pensamento sobre o ensino de Zoologia?

Endossamos que as discussões apresentadas nos resultados desta tese como premissa de investigação um processo de validação centrado na construção das sequências, não na sua aplicação. Mesmo se tratando de sistemas de projeção didática, investigar novas vias de ensinar e aprender uma disciplina ou um campo do conhecimento é um caminho de pesquisa que permanece fundamental (ARTIGUE, 2002). Obviamente nosso foco são as relações que os futuros professores tramam com o conhecimento a ser ensinado e como se posicionam no sistema didático. Cumpre ressaltar que assumimos a perspectiva sociocultural como fundamento teórico da análise, atentando para as formas de interação, ferramentas culturais e contextos que se projetam nas atividades. Também, que temos como aliados desta análise as intervenções externas de professores da Educação Básica que foram convidados a avaliar as sequências didáticas da disciplina CPEZ (2015-2018).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Orientamos a pesquisa de modo qualitativo e quantitativo, dirigindo nosso estudo para o mundo da intersubjetividade compartilhada entre produção material, sujeitos de pesquisa e pesquisadores. Discutimos a construção e organização do pensamento na elaboração, planejamento e proposição de sequências didáticas no ensino de Zoologia, olhando para os contextos e significados que elas trazem – em uma perspectiva crítica, que busca emancipar intelectualmente o indivíduo das amarras da racionalidade técnica. Nessa busca, concordamos que o conhecimento é influenciado por relações de poder - de natureza social e historicamente constituídas - reconhecendo suas vertentes axiológicas e ideológicas. Também compreendemos que a relação conceito-objeto / significante-significado não são estáveis e que a linguagem exerce papel fundamental na formação da subjetividade (ESTEBAN, 2010).

O *corpus* de investigação foi composto por sequências didáticas, materiais escritos e transcritos e gravações de áudios/vídeos de aulas da disciplina *Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia*, oferecida nos anos de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2018 (quadro 3). No quadro, distinguimos os dados centrais, ou seja, aqueles analisados em profundidade para resolver as questões de pesquisa, e dados periféricos, utilizados para triangulações, quando necessários.

Quadro 3 - Quantitativo de estudantes de Licenciatura e materiais do *corpus* de investigação.

	2013	2014	2015	2016	2018
Nº de licenciandos	29	31	74	19	32
Dados centrais					
Nº de sequências didáticas	9	8	15	5	7
Transcrito - atividade analítico-discursiva	não	não	não	sim	sim
Dados periféricos					
Questionários diagnósticos	sim	sim	sim	não	não
Gravações - apresentação final das SD	não	não	sim	sim	sim
Materiais de aula	não	não	sim	sim	sim

Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

As sequências didáticas e os respectivos objetos didáticos (pelo menos um por SD) foram elaboradas em grupos (3 a 7 alunos). No total, foram elaboradas 44 sequências didáticas por 185 licenciandos. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências via Plataforma Brasil (CAAE 55607816.3.0000.5464). Todos os licenciandos participantes da pesquisa (entre 2015 a 2018) assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE (Anexo 2). Os estudantes dos dois anos anteriores, 2013 e 2014, não assinaram o TCLE, mas suas sequências didáticas também foram analisadas, vez que autorizaram a publicação das mesmas em formato *e-book*.

Para caracterizar as sequências didáticas nos baseamos nas técnicas de *análise de conteúdo*, tendo em vista que esses documentos contemplam um universo de análise que vai ao encontro das regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência (BARDIN, 2007). A análise de conteúdo pode atingir níveis profundos, ultrapassando os sentidos manifestos do material estudado, quando relaciona estruturas semânticas (significantes) com estruturas sociológicas (significados) e articula variáveis psicossociais, contexto cultural e processo de produção da mensagem (MINAYO, 2000). Para Franco (2008) é indispensável a relação que articula a emissão das mensagens às condições contextuais (históricas, econômicas e socioculturais) de seus emissores, ao acesso aos códigos linguísticos e grau de competência para decodificá-los, o que "resulta em expressões verbais (ou mensagens) carregadas de componentes cognitivos, afetivos, valorativos e historicamente mutáveis." (FRANCO, 2008, p. 19). A autora ainda faz referência aos componentes ideológicos impregnados nas mensagens socialmente construídas, às visões e hipóteses do pesquisador e ao arcabouço teórico, reiterando que a *análise de conteúdo* pode relacionar essas condições em comparações contextuais multivariadas (FRANCO, 2008).

Fundamentados nos achados da análise de conteúdo (temática) realizada no primeiro ano deste doutoramento, elaboramos e aplicamos uma atividade analítico-discursiva em duas turmas da disciplina CPEZ – nos anos de 2016 e 2018. A atividade teve como propósito a análise e discussão de objetos didáticos selecionados pelo investigador (ver quadro 4). Esses materiais foram analisados em pequenos grupos e a socialização ocorreu em forma de roda de conversa, as quais foram integralmente

gravadas – áudio e vídeo. Para analisar esses dados de pesquisa, valemo-nos de contribuições metodológicas da *análise de discurso*.

O estudo das interações discursivas é um campo de pesquisa muito fértil para compreender a linguagem científica, e vice-versa. Martins (2006) explica que os resultados das investigações sob essa perspectiva de análise vão além de descrições da natureza do conteúdo das ideias que os sujeitos possuem e passam a discutir os processos pelos quais estas ideias são propostas, negociadas, defendidas e questionadas no discurso. A autora complementa que as interações devem ser entendidas em escala global e local, a partir de contextos histórico-sociais e ferramentas culturais disponíveis para a comunidade, como a linguagem e outros sistemas simbólicos de representação (MARTINS, 2006). Trabalhamos, portanto, essencialmente sobre duas frentes de análise para discutir os resultados desta tese: a *análise de conteúdo* sobre todo o conjunto de dados coletados e a *análise de discurso* sobre as gravações das atividades ocorridas em 2016 e 2018 (figura 5).

Figura 5 - Esquema analítico geral dos principais procedimentos metodológicos adotados. Ao longo de 5 edições do curso, analisamos o conteúdo de 44 sequências de ensino-aprendizagem e selecionamos objetos didáticos com potencial interesse de pesquisa e formação inicial, que foram analisados por futuros professores nas duas últimas edições da disciplina. Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia.*

É importante registrar que os seminários finais de apresentação das sequências didáticas produzidas nos anos de 2015, 2016 e 2018, também foram gravados – áudio e vídeo. Nestes eventos, contamos com a participação e avaliação

crítica de professores da Educação Básica convidados, que se manifestaram de forma marcante, em aspectos didáticos e de pesquisa. As seções de apresentação duraram em média 30 minutos, com 15 minutos de discussão, das quais participaram dois ou mais professores da rede privada e pública de ensino. Os professores não tiveram acesso ao texto integral das sequências didáticas, apenas a apresentação oral dos licenciandos. Esses registros ajudaram a esclarecer possíveis dúvidas surgidas quando da análise dos dados centrais de pesquisa, no que se refere aos conhecimentos e propósitos docentes planejados pelos licenciandos, bem como os apontamentos dos professores convidados enriqueceram as vozes analíticas.

3.1. Tratamento de dados e processos analíticos

Elaboramos uma planilha inicial com informações das sequências didáticas produzidas entre 2013-2015 contendo, entre outros elementos: tema, público-alvo, objetivos, contexto, estratégias didáticas, formas de avaliação, pré-requisitos e conteúdos pretendidos nas sequências didáticas. Em seguida, esses dados brutos foram codificados em um quadro-resumo (Apêndice 1), ou seja, agregados em unidades que permitem uma descrição das características pertinentes ao conteúdo (BARDIN, 2007). As sequências didáticas foram codificadas em referência ao ano de sua produção e número da sugestão nos livros publicados, por exemplo, a sequência didática [SD 2013_01], foi produzida no ano de 2013 e corresponde a sugestão 01 no *e-book* Possibilidades Didáticas para o Ensino de Zoologia, volume I. Todos os cinco *e-book* podem ser acessados na página de materiais didáticos do IB/USP[13].

Partindo dessa transformação sistemática, interpretamos de que maneira as proposições se associavam aos preceitos da alfabetização científica (SANTOS, 2007; SASSERON, CARVALHO, 2011), elementos de construção de SD (ZABALA, 1998) e dos enfoques em conflitos cognitivos, epistêmicos e de construtivismo integrado (MÉHEUT, 2005). Zabala (1998) elenca os seguintes elementos para validar as SD:

[13] As sequências didáticas e objetos didáticos produzidos podem ser consultados nos *e-books* Possibilidades Didáticas para o Ensino de Zoologia na Educação Básica (Volumes I a V), disponíveis na página eletrônica de materiais didáticos do IB-USP:
http://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98 Acesso em: 13 set. 2019.

a busca por conhecimentos prévios; a significância e funcionalidade de novos conteúdos; a adequação aos níveis de desenvolvimento dos estudantes; os desafios inerentes as zonas de desenvolvimento proximal; o conflito cognitivo e a atividade mental; as atitudes favoráveis e motivadoras; a autoestima e autoconceito e; a autonomia, descrita por ele como aprender a aprender. Em suas análises, Martine Méheut (2005) busca situar sequências de ensino-aprendizagem sobre o mesmo domínio do conhecimento, fazendo reflexões de trabalhos produzidos em contextos diferentes, que trazem aspectos de validação *a priori* e *a posteriori*, portanto, elementos teóricos e empíricos. Adaptamos esse contexto geral a nossa realidade, uma vez que trabalhamos com a concepção das sequências na formação inicial de professores, sem aplica-las na Educação Básica.

Trabalhos oriundos dessa primeira etapa da pesquisa foram publicados em anais dos seguintes congressos: X ENPEC (DE MOURA SILVA, SILVA, 2015), III CNFP/XIII CEPFE (DE MOURA SILVA, SILVA, 2016), XI ENPEC (DE MOURA SILVA, SILVA, 2017a) e X *Enseñanza de las Ciencias* (DE MOURA SILVA, SILVA, 2017b). Sempre que necessário para o entendimento desta tese, alguns desses trabalhos e seus resultados são retomados.

Ao final dessa primeira etapa de análise de conteúdo, de posse de algumas temáticas e atividades que se destacaram na concepção das sequências didáticas, entendemos ser necessário aprofundar a investigação em um processo mediado por instrumento de pesquisa (e formação) em que os licenciados expusessem suas opiniões sobre as produções já elaboradas ao longo da disciplina, que descrevemos a seguir.

3.1.1. Análise dos objetos didáticos

A construção de pelo menos um objeto didático original era um item obrigatório para compor as sequências didáticas. Baseados nas perspectivas de análise de conteúdo desenvolvidas a partir dos principais temas norteadores das sequências didáticas, elaboramos e aplicamos a atividade *Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores* (Anexo 3), com finalidades de pesquisa,

ensino de Zoologia e planejamento didático. A atividade, realizada na primeira metade da disciplina (edições de 2016 e 2018), foi planejada para que os licenciandos pudessem conhecer, analisar e dialogar com alguns dos objetos didáticos produzidos nos anos anteriores da disciplina.

Os licenciandos foram convidados a olhar para as possibilidades e limitações desses recursos materiais, trazendo suas percepções sobre as propostas, atentando para as regras, conteúdos visuais e conceituais, pontos positivos e negativos. Os objetos didáticos foram selecionados pelo investigador por abordarem os seguintes temas: impactos antrópicos, distribuição e extinção de espécies; evolução e dinâmica de populações; classificação e filogenia; antropomorfização e saberes tradicionais; ecossistemas e conservação. Esses temas se destacaram nas produções dos 3 primeiros anos da disciplina. O quadro 4 descreve o agrupamento dos objetos didáticos que compuseram essa atividade.

As coletas foram realizadas durante a parte exploratória inicial (parte 1 - áudios), realizadas em grupos, e em seguida, uma roda de conversa (parte 2 – vídeos) para troca de conhecimentos entre todos os estudantes. Analisamos esses diálogos na perspectiva de entender como a linguagem científica acerca da Zoologia se materializa no discurso dos estudantes, como forma de validar as análises realizadas a partir dos textos das SD. Os dados desta parte da investigação foram construídos na interação do pesquisador com materiais empíricos (MARTINS, 2006), neste caso, textos dos objetos didáticos, instrumentos de pesquisa, gravação de áudios e vídeos. Destacamos que o pesquisador participou ativamente da construção da atividade de análise dos recursos didáticos, selecionando dentre tantos objetos didáticos construídos pelos licenciandos, aqueles que poderiam representar uma genuína discussão de sala de aula em Licenciatura. Além do mais, o pesquisador esteve presente na roda de diálogo, interagindo com os participantes de maneira discreta, procurando não tomar o tempo de fala dos participantes e grupos. A investigação foi enraizada na vídeo-gravação, entendendo que as enunciações da roda de diálogo estariam no cerne dos temas apreendidos pelos licenciandos sobre ensino de Zoologia propostos nos objetos didáticos e estes dados foram triangulados com os textos e análises preliminares dos objetos didáticos (gravação de áudio).

Quadro 4 - Objetos didáticos que fizeram parte da atividade *Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores*.

Grupos de análise[1]	Tipos[2]	Temas	Descrição[3]
1. Mau-mau das extinções 2. Jogo das extinções 3. Desafio biogeográfico	Jogo Jogo Solução de problemas	Impactos antrópicos, distribuição e extinção de espécies	Trabalham a distribuição de espécies no planeta, biogeografia e extinções. Trazem aspectos relacionados a impactos causados pelo homem e por processos naturais.
4. Kiirus 5. Bate com a ilha 6. Simulando a evolução	Jogo Jogo Simulação	Evolução e dinâmica de populações	Trabalham o conceito de evolução por meio de processos aleatórios que simulam a dinâmica de populações a partir de eventos naturais e antrópicos, reprodutivos e mutações.
7. Jogo Evolutivo dos invertebrados 8. Uma história da diversidade dos cordados	Jogo Solução de problemas	Classificação e filogenia	Trabalham aspectos relacionados a biodiversidade a partir da classificação de imagens de animais e construção de árvores filogenéticas.
9. O fantástico mundo do cerrado brasileiro 10. Lendas e contos brasileiros com animais	Estudo de texto Estudo de texto	Antropomorfização e conhecimentos populares	Trabalham leitura, criação e contação de histórias a partir de processos de causa-consequência e contos e lendas de animais brasileiros, que relacionam saberes tradicionais e conhecimentos científicos.
11. Animais e Ambientes 12. Jogo do Endemismo 13. Pokémon em perigo	Jogo Jogo Estudo de caso	Ecossistemas e conservação	Trabalham os animais em relação aos seus ambientes/biomas, discutindo aspectos relacionados a biodiversidade e conservação das espécies.

Notas: [1] Cada grupo de trabalho recebeu um conjunto de 2-3 objetos didáticos para analisar.
[2] Os tipos correspondem as estratégias dispostas em Anastasiou e Alves (2005) e modalidades didáticas em Krasilchik (2011).
[3] Critérios de seleção com base nas atividades e conceitos que se propõem a trabalhar.
Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

As falas da vídeo-gravação (roda de diálogo) foram completamente transcritas e sistematizadas no mapa de eventos 1 (MP1) - para a análise de dados ocorridas no ano de 2016 (Apêndice 2). O mapa de eventos foi inspirado na análise microgenética, notando os detalhes e recortes interativos, que resultaram um relato minucioso dos acontecimentos (GOÉS, 2000). O MP1 serviu de alicerce para aprofundamento das discussões, corroborando e/ou refutando hipóteses, aumentando o escopo de análise da pesquisa sobre a vídeo-gravação da atividade de 2018. Para os dados de 2018, não foi realizado um mapa, apenas a análise sequencial de eventos correlatos à atividade do ano anterior.

Para apresentar as transcrições nos inspiramos nas técnicas apresentadas por Neil Mercer, procurando aportar o mínimo de tecnicismos e acessibilidade a qualquer pessoa que tenha interesse na leitura desta tese. Dessa forma, somente são indicados

dados sobre pausas, intercâmbio de falas, pronúncia, ênfase e outros aspectos verbais da comunicação estritamente necessários para a compreensão dos episódios apresentados (MERCER, 1995).

3.1.2. Múltiplas vozes da pesquisa e ensino

Após a segunda qualificação, ocorrida em setembro de 2017, passamos a analisar os dados com auxílio do *software NVivo* (versão 12.5.0). Esse *software* possibilita, entre outras funções, organizar, analisar e triangular informações de diversas fontes. Nele, é possível trabalhar com diversos tipos de fontes de pesquisa, como vídeos, áudios e documentos de texto, em nosso caso, inserimos os textos publicados das sequências didáticas. Uma vez estabelecidas as fontes, passamos a codificar os textos em múltiplas categorias. A codificação possibilita, a posteriori, selecionar e agrupar unidades de análise correlatas, por exemplo, palavras e/ou trechos de texto que se destinam a discutir um determinado conceito, um tema, ou então, a propor maneiras de ensinar e/ou formas de interação com um determinado conhecimento (figura 6). As unidades de análise também podem ser as próprias categorias, as conexões com outras categorias (como mostra a figura 6), atividades inteiras ou mesmo sequências de aula. Outras ferramentas do software possibilitam encontrar palavras, destacar códigos, criar matrizes de codificação, gerar gráficos e nuvens de palavras de um ou mais grupos de categorias.

Agregamos a essa etapa de análise a estruturação do modelo topológico de ensino (MTE). Giordan (2008) fundamenta seu modelo na Teoria da Ação Mediada de James Wertsch, que por sua vez, vincula esta teoria à perspectiva sociocultural presente nos trabalhos de Lev Vygotsky, Mikhail Bakhtin e Kenneth Burke. Dando voz à ação mediada, Giordan destaca quatro propriedades como condicionantes para fortalecer o modelo topológico de ensino, que são tangidas em nossas análises: contexto e continuidade, narrativa e historicidade, materialidade e mediação (GIORDAN, 2008). Além disso, tratamos de categorizar aspectos sobre outros processos de ensino e aprendizagem, como a proposição de estratégias didáticas, conceitos, aspectos da alfabetização científica, domínios de conhecimento, entre

outros elementos fundamentais da construção de planejamentos didáticos. Geramos um banco de dados com mais de 12,5 mil referências codificadas (Apêndice 3). O quadro 5 caracteriza as principais categorias que utilizamos e dá exemplos presentes em trechos das próprias sequências didáticas.

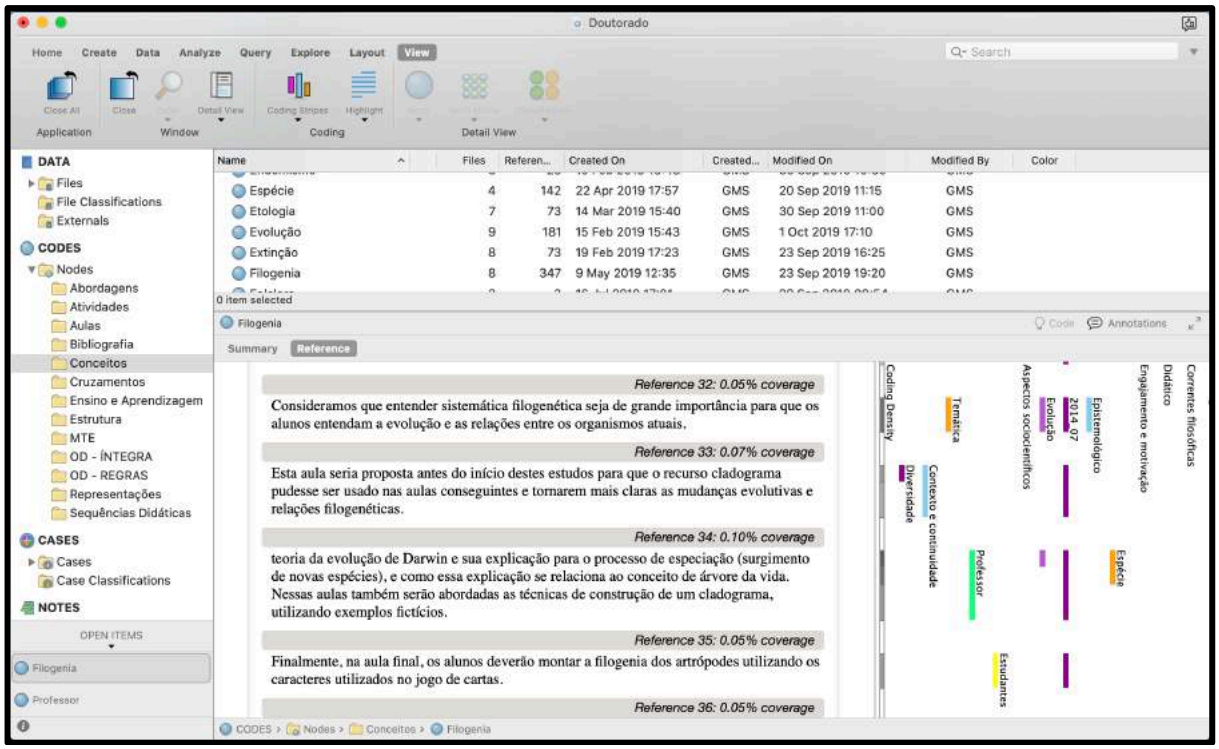


Figura 6 – Tela do *Nvivo* exemplificando trechos da categoria “Filogenia” e suas relações com outros códigos criados pelo pesquisador. No exemplo em questão, destacamos as relações conceituais e as ações esperadas dos estudantes e docentes, bem como elementos para tematizar e contextualizar as atividades projetadas pela sequência (ver barras à direita da imagem). Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

Assumimos as sequências didáticas e seus devidos objetos didáticos como lentes de observação para ampliar a discussão sobre esses aspectos do planejamento didático. Duas constatações nos fazem crer que essa opção foi a mais acertada diante das possibilidades que se abriram após a qualificação. A primeira delas é o caráter longitudinal desta investigação, visto que analisamos as produções de cinco (5) edições de uma mesma disciplina, fato que nos possibilita aprofundar discussões sobre formação de professores de ciências, refletidas em padrões de ação e modificações (ou não) temporais do conhecimento. A segunda são os próprios objetos didáticos criados pelos licenciandos. Trata-se de elementos materiais desafiadores, criativos, críticos e autorais. Somente essas características já seriam suficientes para considera-los excelentes fontes de pesquisa, no entanto, por meio da atividade

analítico-discursiva investigada nesta tese, notamos que esses objetos adquirem um caráter multimodal no processo de formação de professores e mediação do conhecimento.

Quadro 5 – Caracterização e exemplos das principais categorias de análise.

Categorias	Caracterização	Exemplos
Abordagens	Referências codificadas relacionadas a estratégias e modalidades didáticas segundo Anastasiou & Alves (2005) e Krasilchik (2011), respectivamente. As abordagens vinculam-se a ideia de trabalho docente e podem ser a base de uma atividade, uma aula ou um conjunto de aulas.	**Demonstração**: Demonstração de espécies fixadas para visualização de caracteres adaptativos. As espécies fixadas poderão ser solicitadas sob caráter de empréstimo com o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (...) e ou nos principais Institutos de Biociências e Zoologia do Brasil. [SD 2013_05]
Conceitos	Referências codificadas relacionadas aos conceitos inerentes ao desenvolvimento da Zoologia nas práticas educativas. Os conceitos compõem palavras e trechos de texto (conectados ou não) projetados para serem ensinados no decorrer das sequências didáticas.	**Evolução** / **Filogenia**: A introdução de noções de sistemática filogenética no momento do aprendizado sobre Evolução é essencial para criar uma visão integradora dentro da Biologia, superando a maneira antiga de se ensinar os grupos de animais de maneira isolada, sem a perspectiva evolutiva. [SD 2015_01]
Dimensões conceituais	Categorias estabelecidas a posteriori que apontam grandes temas do ensino de biologia: taxonomia, evolução, sociedade e ambiente e saúde.	**Socioambiental**: conceitos que focalizam as interações entre a vida animal e o meio ambiente, bem como do papel do homem na preservação e conservação dos animais. [ver ap. 4.1]
Dimensões do conhecimento	Referências codificadas em relação a domínios educacionais (didático, epistemológico e psicológico) na seção “Contexto” das SD.	**Psicológico:** A dinâmica de estudos de caso pretendida fomenta a investigação e a autonomia, de modo que as/os estudantes construam conceitos por eles mesmos, a partir de orientações prévias, mediação e auxílio docente. [SD 2018_02]
Ensino e aprendizagem	Referencias codificadas que transitam nas relações que os sujeitos de ensino e aprendizagem podem estabelecer com as dimensões epistêmica e pedagógica do conhecimento (MÉHEUT, 2005), como processos cognitivos esperados de estudantes ou formas arraigadas de lidar com o conhecimento científico, entre outras.	**Investigação**: O seu trabalho [do estudante] é investigar causas de redução populacional de mamíferos e propor: 1. Por que a população de bugio está diminuindo? 2. Como você pode solucionar esse problema? [SD 2018_02] **Superação**: O grupo considera esse tema pertinente pois ao demonstrar a variedade de vertebrados existentes o aluno pode começar a ter uma visão menos antropocêntrica, além de respeitar e apreciar todos os tipos de seres vivos (e não só aqueles com os quais mantém contato diário). [SD 2014_04]
Estrutura	Referências codificadas relacionadas as seções pré-determinadas das sequências didáticas, título, autores, contexto, objetivos, número de aulas, recursos didáticos necessários, descrição das aulas, avaliação, bibliografia, anexos.	Compreendem a descrição na íntegra de cada seção. Ver roteiro de elaboração das SD (Anexo 1).

MTE	Referências codificadas relacionadas aos elementos organizadores e propriedades do modelo topológico de ensino (GIORDAN, 2008.	**Formas de interação**: Os alunos serão divididos em 8 grupos e instruídos a montarem um diorama representando cada um dos grupos de animais estudados durante a SD. [SD 2013_04] **Materialidade**: Divisão dos alunos em grupos, entrega dos roteiros dos diferentes ecossistemas marinho e explicação do trabalho cujo produto final será um diorama. [SD 2015_10]
Objetos Didáticos	Objetos didáticos codificados por SD, como jogos, simulações, estudos de caso, estudos de texto, vídeos, páginas eletrônicas, entre outras.	Compreendem a descrição na íntegra dos objetos didáticos. Ver exemplos nos anexos das SD publicadas nos cinco volumes dos *e-book* Possibilidades Didáticas para o Ensino de Zoologia na Educação Básica.
Representações	Representações pictóricas e imagéticas disponíveis nas sequências didáticas	Cartas de jogo, cartazes, cladogramas, quadrinhos, mapas, tabelas, tabuleiros, gráficos, esquemas etc.

Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

No que tange a análise discursiva das atividades analítico-discursivas, tomamos como referência para seleção de eventos e processos a serem analisados os procedimentos organizacionais sistematizados por Giordan (2008, p. 64), em alusão a natureza ideológica das interações verbais discutidas por Bakhtin: verificação das condições concretas em que ocorreram as interações (situacionalidade e percurso seguido pelas interações), exame das formas enunciativas (valor, funcionalidade e forma) e análise linguística (composição gramatical e fonética da língua). A análise de discurso se consolidou na estrutura investigativa de *tema* e *significação* proposta por Bakhtin (2004). O autor define *tema* como sendo o sentido completo de uma enunciação que está enraizado à situação histórica que deu origem a essa enunciação aportando, portanto, uma instância temporal que concretiza o tema como um fenômeno histórico da enunciação.

Partindo desse pressuposto, Bakhtin incita a pensar o tema do ponto de vista das formas linguísticas - palavras, formas, sons, entoações - e dos elementos não verbais próprios de cada situação. Dessa forma, olhar para a *significação* existente no interior dos temas, como “elementos da enunciação que são reiteráveis e idênticos cada vez que são repetidos” (BAKHTIN, 2004, p. 129), passíveis de serem contextualizados em seu respectivo momento histórico. Assim sendo, Bakhtin conclui ser impossível traçar uma fronteira mecânica absoluta entre significação e tema. Ele assegura que um depende do outro e que é impossível designar a significação de uma

palavra isolada sem construir uma enunciação. E vice-versa, o tema deve apoiar-se sobre uma certa estabilidade da significação para não perder o seu sentido. Em suas próprias palavras, Bakhtin conceitua *tema* um:

> ... sistema de signos dinâmico e complexo, que procura adaptar-se adequadamente às condições de um dado momento da evolução. O tema é uma reação da consciência em devir ao ser em devir. A significação é um aparato técnico para a realização do tema. (BAKHTIN, 2004, p. 129)

Seguindo, Bakhtin faz uma reflexão sobre a apreensão do tema. O autor entende que esse processo deve ser genuíno e ativo, onde há uma orientação para compreender a enunciação em seus devidos lugares e contextos: “A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão.” (BAKHTIN, 2004, p. 132).

Como complemento para compreensão temática de discurso na perspectiva bakhtiniana, cientes das fronteiras epistemológicas existentes entre os dois autores, consideramos também às técnicas propostas por Jay Lemke, pelas quais algumas das relações semânticas mais essenciais foram implicitamente comunicadas em padrões temáticos: equivalência e contraste, repetição com variação, estratégias estruturais e metadiscursos. Essas técnicas, denominadas como locais, são baseadas nas relações de coisas ditas em breves momentos (LEMKE, 1990). Entende-se que essas relações sejam ferramentas de análise do discurso e que estão relacionadas a contextos das falas dos licenciandos, que dentre outros, dá voz aos textos dos objetos didáticos, roteiro de análise proposto, análise preliminar, experiências de vida, opiniões pessoais etc.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Codificamos os textos das sequências didáticas em relação aos conceitos que projetam trabalhar, encontrando 31 conceitos que podem ser consultados no apêndice 3. É preciso registrar que estes conceitos não são os únicos organizados pelos licenciandos, mas são aqueles que se destacaram na análise, sendo que muitos deles se conectam nas proposições. Considerando essas relações possíveis, categorizamos as sequências didáticas em quatro grandes dimensões conceituais (ap. 4.1)[14]: *Taxonômica*, com foco na classificação de grupos de organismos animais por meio de suas características morfológicas, fisiológicas e comportamentais; *Evolutiva*, com o objetivo de trabalhar a história evolutiva de espécies, extinções, adaptações e filogenia; *Socioambiental*, focada nas interações entre a vida animal e o meio ambiente, bem como do papel do homem na preservação e conservação dos animais *e; Saúde*; relacionadas à transmissão, profilaxia e cura de doenças transmitidas por animais, bem como à qualidade de vida e bem-estar. Alteramos a nomenclatura das dimensões *Taxonômica* e *Socioambiental* em relação à publicação anterior oriunda desta investigação (DE MOURA SILVA, SILVA, 2017a), por entender que os antigos termos utilizados (*Zoologia descritiva e Ecológica*, respectivamente) eram pouco abrangentes.

Somente 4 sequências didáticas planejaram a dimensão da *Saúde* de forma contundente, ou seja, aquelas que realmente apresentaram atividades estruturadas e propósitos docentes para ensinar esse conteúdo de forma encadeada. As outras 8 propõem breves apontamentos e conexões temáticas com outras dimensões, como parte da narrativa docente na condução da aula, mas no geral, para contextualizar representantes parasitas de grupos taxonômicos. No outro extremo, a dimensão *Taxonômica* esteve muito presente no planejamento do ensino de Zoologia. Quarenta sequências (91%) recorreram, em pequena ou larga escala, a esse domínio para estruturar o conhecimento conceitual pretendido. Isso nos parece elementar, afinal de contas o grupo de animais dispõe de uma plasticidade de características – anatômicas, morfológicas, fisiológicas e comportamentais - aos mais diversificados

[14] Uma lista de materiais suplementares a esta seção de resultados foram disponibilizadas no apêndice 4. Nesta seção, sintetizamos as principais conclusões advindas da análise.

ambientes, que o tornam um modelo expressivo para discutir plasticidade fenotípica e diversificação biológica, temas fundamentais no ensino de Ciências e Biologia. Além do mais, evidencia que as influências históricas da Zoologia no Brasil, provenientes de um período colonial exploratório e com forte presença de uma tradição naturalista, numa visão de comparar, classificar e generalizar (KLASSA; SANTOS, 2012), ainda tem muito presença na academia e na forma que se pensa e planeja o ensino de Zoologia.

Por fim, parece evidente que as dimensões *Socioambiental* (75%) e *Evolutiva* (77%) apareçam como importantes temáticas no ensino de Zoologia e da Biologia, como um todo. Esse resultado vai ao encontro de um dos objetivos e do programa da disciplina: “Apresentar o ensino de Zoologia a partir de referenciais teóricos que proponham articular uma perspectiva ecológico-evolutiva e perspectivas participativas de aprendizagem”. Entendemos também que há uma forte correlação entre o desenvolvimento de pesquisas no IB/USP e o planejamento educativo dos licenciandos, afinal de contas muitos desses graduandos também são alunos de bacharelado. Nos últimos 50 anos, a pesquisa em Zoologia no Instituto de Biociências da USP teve como principais focos a história evolutiva das espécies, com enfoque na biodiversidade e no contexto ambiental.

É nossa intenção fornecer elementos de análise sobre a produção material acadêmica, tomando como bases de argumentação o modelo de *design* e validação de sequências didáticas (ver figura 4) e seu arcabouço teórico. Fizemos um levantamento das temáticas apresentadas na seção contextual das sequências didáticas, atentando para as articulações (curriculares, empíricas e teóricas) e domínios (didático, epistemológico e psicológico). Notamos que, no geral, os licenciandos articularam as temáticas aos referenciais teóricos e curriculares e deram maior relevância ao domínio epistemológico do conhecimento (ap. 4.2). Esse resultado não nos surpreendeu, aliás, era esperado que nessa seção do planejamento se manifestassem os aspectos relacionados a importância e gênese dos conhecimentos científicos propostos, e por consequência, suas articulações com a literatura de referência. Ainda que seja na seção contextual da sequência, esse resultado reflexiona o montante de atividades criadas pelos licenciandos. Também era esperada a baixa presença de articulações empíricas, visto que muitos desses licenciandos não tiveram oportunidades de praticar a docência.

Buscamos nesta tese elaborar aproximações entre esses três importantes domínios educativos, certos de que esta deveria ser a regra e não a exceção. Confiamos que esse entrelaçamento possibilita definir melhor os problemas ou modelos a serem gerenciados pelos estudantes e, por consequência, antecipar a construção de conhecimento mediada por esses problemas e modelos (ARTIGUE, 2002). Se queremos estreitar as relações entre pesquisa e ensino, entendemos que parte do processo científico é transcender as limitações evidenciadas de modo a apresentar caminhos da Licenciatura que possam aproximar os licenciandos desses três domínios educativos.

As relações entre conceitos e temáticas presentes na seção contextual das sequências didáticas revelam que as noções de *diversidade*, *evolução* e *filogenia* são as mais referenciadas pelas sequências didáticas, mais uma vez dando destaque as articulações teórico-curriculares e domínio epistemológico relacionado a esse conhecimento (quadro 6).

Quadro 6 - Matriz de cruzamento entre conceitos, articulações teórico-curriculares e domínios do conhecimento (N=242).

CONCEITOS	TEMÁTICA – SEÇÃO CONTEXTUAL[1]						SOMA
	ARTICULAÇÕES			DOMÍNIO			
	Curriculares	Empíricas	Teóricas	Didático	Epistemológico	Psicológico	
Adaptações	2		1		3		**6**
Ambientes e habitats	3		2	1	6		**12**
Biogeografia				1	1		**2**
Biomas			1		2	1	**4**
Cadeias tróficas	2				2		**4**
Coleções Biológicas	1				1		**2**
Conservação	2	1	1	2	4	1	**11**
Diversidade	8	1	9	5	8	5	**36**
Doenças		1	1	1	3		**6**
Ecologia	2	2	2		4	1	**11**
Endemismo		1	1				**2**
Espécie	1	2	5	2	3	1	**14**
Etologia	1				2		**3**
Evolução	7	2	5	4	9	4	**31**
Extinção			2		2		**4**
Filogenia	4	1	6	5	7	4	**27**
Genética	1	1			2		**4**
Impacto	1	1			2		**4**
Importância	3	3	1	1	8	1	**17**
Mutações	1						**1**
Sociedade	2	4	9	2	4	2	**23**
Taxonomia	1	2	3		8		**14**
Zoológicos		1	1	1		1	**4**
SOMA	42	23	50	25	81	21	**242**

Nota: [1]Contempla o número de SD. Ex.: Sete (7) sequências didáticas articularam o conceito de *filogenia* ao domínio *epistemológico* para contextualizar o planejamento didático. Conceitos relacionados as categorias *acaso*, *caça*, *coevolução*, *folclore*, *geologia*, *museu*, *populações* e *seleção artificial* não estiveram presentes nas seções contextuais das SD.

Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

Essa matriz de relações materializa uma tendência que já investigávamos antes mesmo de utilizarmos o *software NVivo* para as análises: a estima dos licenciandos pela filogenia como ferramenta fundamental para o conhecimento da evolução e diversidade. Isso também é revelado pela nuvem de palavras do domínio epistemológico (ap. 4.3), dos quais destacamos os termos “evolução” e “filogenética” e “grupos”, traçando um paralelo com a relevância da taxonomia para construir esse conhecimento. As outras duas nuvens desse apêndice (didática e psicológica) nos apoiaram em questões mais subjetivas, que nos levaram a apostar em discussões sobre a importância das diferentes abordagens didáticas (estratégias e modalidades didáticas) no ensino e na construção do conhecimento científico.

Tomando como referências as discussões de Krasilchik (2004) e Anastasiou e Alves (2005) e contabilizamos 21 abordagens didáticas nas sequências, com combinação média de 5,7 abordagens por SD (ap. 4.4). Parece haver uma busca pela diversificação estratégica na organização das sequências didáticas, ainda que esta venha acompanhada frequentemente da exposição de conteúdos, com ou sem diálogo previsto (figura 7). Ao passo que se tenta tornar as aulas mais dinâmicas e participativas, para aflorar vozes das mais diversas, ainda se faz presente e necessário, na percepção de grande parte destes licenciandos, uma comunicação verticalizada de conteúdos.

Além das aulas expositivas, destacam-se as discussões, jogos e multimídia, presentes em mais da metade das SD. Uma característica comum a essas três abordagens é promover meios para que a fala dos estudantes se concretize, seja na forma de respostas a perguntas pré-concebidas, nas experiências advindas da jogabilidade ou na interpretação de mídias escritas e audiovisuais. O mesmo pode ser dito acerca das abordagens solução de problemas e estudos de caso. Zabala (1998) ressalta que a problematização de conteúdos e/ou de situações problemáticas pode proporcionar uma atitude favorável (função motivadora) em sala de aula, provocando inclusive, conflitos cognitivos e ativação do pensamento, desde que os problemas propostos tenham sua origem em situações próximas dos interesses dos estudantes.

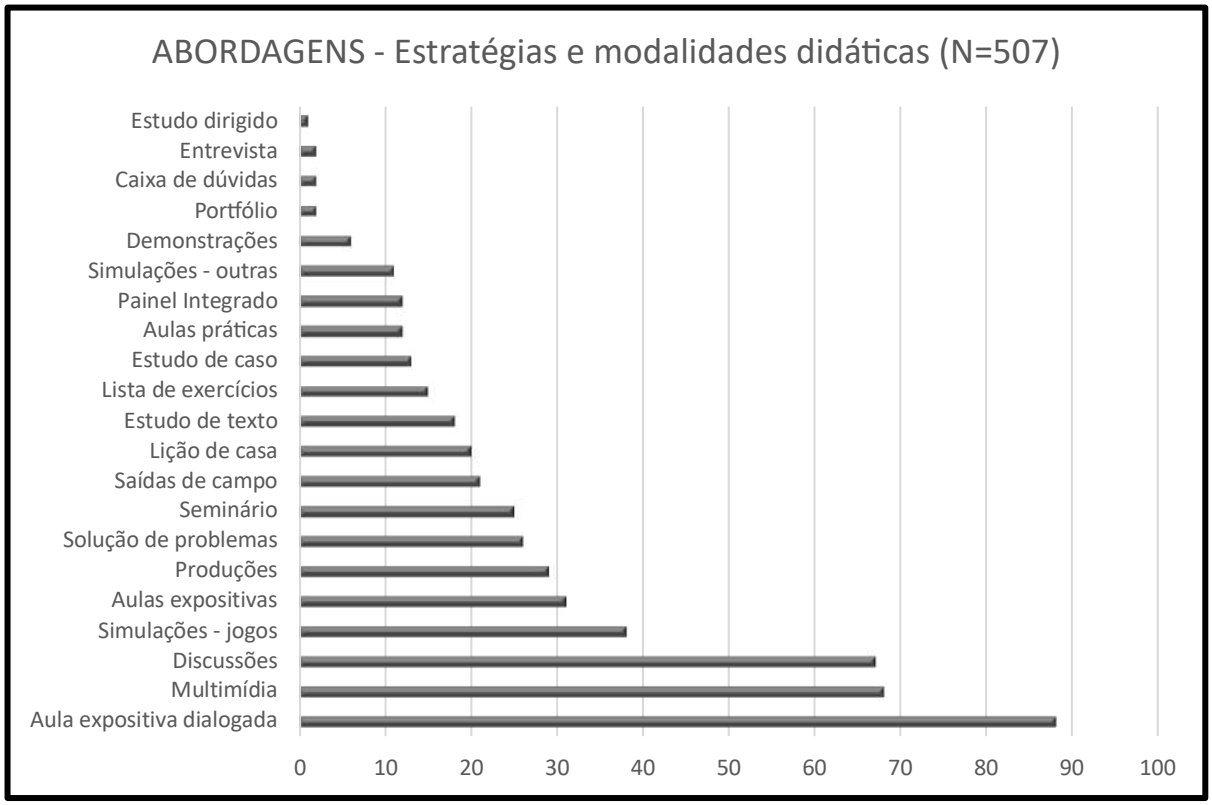


Figura 7 - Abordagens presentes nas sequências didáticas segundo as categorias presentes em Krasilchik (2004) e Anastasiou; Alves (2005).
Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

Acerca dos jogos notamos que são os objetos didáticos mais trabalhados pelos licenciandos. Não por menos, como já mencionamos anteriormente, parece haver uma relação contígua entre a utilização de recursos materiais em sala de aula e a ludicidade que os jogos podem alcançar. Como bem sabemos, jogos potencializam o desenvolvimento cognitivo, criatividade, estímulo à comunicação e expressão (BRASIL, 2002; TRIVELATO; SILVA, 2011), tornando-se muito significativos para o trabalho com domínios epistemológicos e psicológicos. Alguns jogos produzidos são mais simples, mobilizando o conhecimento científico por meio de funções de memória e associação conceitual. Outros, no entanto, são tão complexos que os próprios licenciandos tiveram muitas dificuldades de compreende-los nas atividades analítico-discursivas. A análise dos comandos e objetivos didáticos de alguns jogos apontam uma relação mecânico-conceitual bastante interessante no que concerne ao aprendizado científico (figura 8).

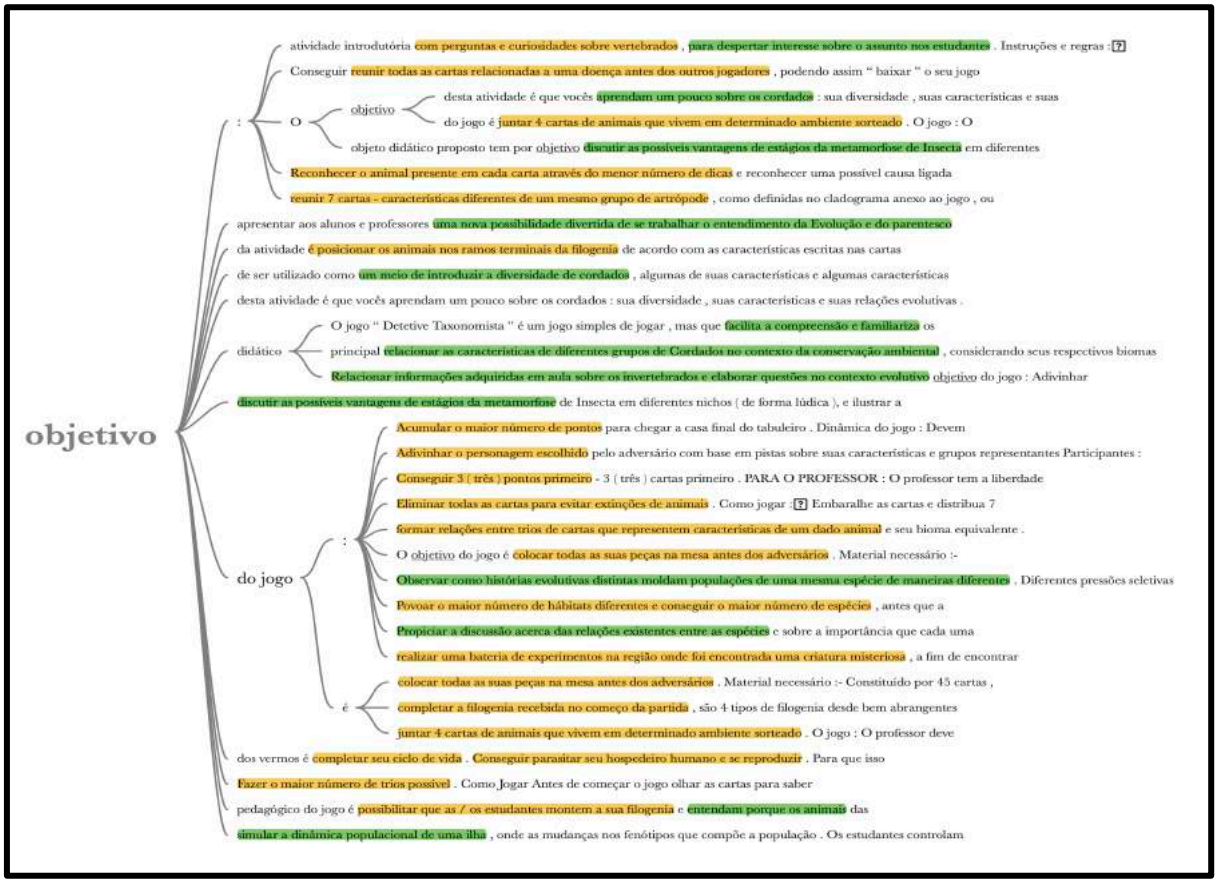


Figura 8 - Árvore de palavras dos objetivos elaborados para os jogos didáticos. Destaques em verde (objetivos didáticos); em amarelo (objetivos do jogo). Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

Evidenciam-se relações potenciais entre as regras do jogo e os princípios que fundamentam os conceitos. Resolver perguntas para despertar o interesse sobre os animais, juntar/eliminar cartas para discutir vantagens adaptativas e extinção das espécies, minimizar o número de passos necessários para se familiarizar com os animais, divertir-se para entender conceitos de filogenia e evolução, entre outros processos, são evidências dessa relação. Há um potencial formativo inerente à criação de objetos didáticos e que contribui para a materialização de conhecimentos e práticas docentes transformadoras. Não temos a menor dúvida do esforço dos licenciandos na elaboração destes objetos didáticos, aliás, tempo e dedicação são características que entendemos ser próprias de inovação. Em certo sentido, o processo criativo posicionou estes sujeitos em formação diante uma perspectiva intelectual, saindo do convencionalismo, das amarrações curriculares e editoriais e da "educação bancária", permitindo traçar caminhos de uma formação docente

emancipatória. Conforme destacado por Freire (1987) ao fazer sua crítica à educação bancária

> Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. (FREIRE, 1987, p. 58).

No que concerne a utilização de mídias escritas e audiovisuais, embora não seja uma estratégia didática propriamente dita (de acordo com os referenciais teóricos por nós explorados), cabe nesse escopo uma reflexão sobre sua utilização nas problematizações no ensino de Zoologia. Ainda que tenham aparecido discussões relacionadas a notícias de divulgação científica, debates de questões polêmicas que se tornaram midiáticas, como o papel dos Jardins Zoológicos, o que mais se destacou foi a exibição de vídeos. Documentários, desenhos animados, notícias de jornais televisivos e produções próprias estiveram no *hall* de possibilidades, a imensa maioria associada ao portal da internet *Youtube*, uma importante ferramenta no planejamento dessas práticas docentes (ap. 4.5). Os vídeos foram propostos com vários intuitos: levantamento de conhecimentos prévios, explicação de conceitos, fomentar debates em sala de aula, revisão de temas, demonstração de características etc.

A utilização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) como recurso pedagógico e para o desenvolvimento pessoal e profissional é também objeto de ensino nas Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, oferecidos pelos estabelecimentos de ensino superior vinculados ao sistema estadual de São Paulo (SÃO PAULO, 2012). As Diretrizes para a formação inicial e continuada de professores (2015), citada anteriormente, também reconhecem a importância das TIC “no aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes” (BRASIL, 2015, p. 6). Por esses motivos, a análise de diferentes recursos midiáticos e tecnologias da informação e comunicação, referentes ao ensino de Zoologia, e sua aplicação em sala de aula e outros contextos educativos é parte integrante do programa da disciplina *Contexto e Práticas no Ensino de Zoologia*. É o que afirmam Bévort e Belloni (2009), quando dizem que a educação para as mídias, ou mídia-educação, é essencial nos processos de socialização das novas gerações, incorrendo em situações e possibilidades que despertem e aprimorem uma leitura crítica e criativa das coisas do

mundo. As autoras defendem que a mídia-educação deve ser objeto constante da formação de educadores, caso contrário “[...] a educação que oferecemos às novas gerações continuará sendo incompleta e anacrônica, em total dissonância com as demandas sociais e culturais.” (BÉVORT; BELLONI, 2009, p. 1082).

Em relação às outras abordagens, planejadas em menor escala, destacamos as propostas de produções materiais, tendo como objetivos a elaboração de cartazes, pôsteres, infográficos, folders etc. A maior parte dessas produções encaminha esses produtos para as socializações orais e seminários. Já as excursões ou saídas de campo sugerem visitas ao Museu de Zoologia da USP, Estação Biologia do IB-USP e Jardim Zoológico de São Paulo. Algumas dessas sequências propuseram saídas de campo alternativas a estas, demonstrando preocupação com a alcance das propostas nas demais cidades do Brasil. Poucas sequências propuseram saídas de campo no entorno escolar, com visitas a parques e jardins. No penúltimo ano da disciplina (2016) esse assunto foi trabalhado pela docente por meio da metodologia mapeamento socioambiental (BACCI; JACOBI; SANTOS, 2013) que, em linhas gerais, consiste em diagnosticar problemas socioambientais do entorno, por meio de observação e registro cartográfico. No entanto, não surtiu efeitos nos planejamentos. Um alerta ao baixo número de aulas práticas e experimentais, ainda que demonstrativas, nas proposições. Sabidamente o ensino de Ciências e Biologia carrega uma variedade de possibilidades de se abordar seus conceitos em aulas práticas (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009). O assunto criação e utilização de animais em atividades de ensino é discutido com maior detalhamento na *seção 4.3 - Zoologia, Ambiente e Sociedade*.

Delineamos as projeções didáticas (ver quadro 1) com base nas principais atividades dimensionadas nas sequências didáticas e referenciamos elementos do modelo topológico de ensino (GIORDAN, 2008) relevantes para a análise das próximas seções neste capítulo (quadro 7). Procuramos integrar as principais ideias utilizadas pelos licenciandos no delineamento de cada sequência didática para categorizá-la como um todo, mas entendemos que esse processo nem sempre é unidirecional e fechado, podendo ter critérios e interpretações diferentes que dependem das efetivas práticas didáticas e pedagógicas, bem como das interações discursivas e contextos surgidos durante a aplicação das mesmas.

Quadro 7 - Projeções didáticas e elementos do Modelo Topológico de Ensino nas sequências didáticas.

SD[1]	Projeção didática[2]	ATIVIDADES DE ENSINO				PROPRIEDADES[3]	
		Estudantes	Formas de interação	Professor	Propósito	Contexto e continuidade	Materialidade
2013_01	Epistêmica	8	0	9	11	1	12
2013_02	Epistêmica	2	3	11	10	1	5
2013_03	Conflitos cognitivos	3	3	3	8	2	2
2013_04	Conflitos cognitivos	9	9	13	11	8	11
2013_05	Epistêmica	4	5	4	10	2	10
2013_06	Epistêmica	3	6	2	6	1	16
2013_07	Epistêmica	4	5	11	1	2	11
2013_08	Conflitos cognitivos	1	4	8	7	3	9
2013_09	Epistêmica	5	8	18	10	3	7
2014_01	Epistêmica	5	7	10	3	1	12
2014_02	Construtivismo	2	3	11	4	1	8
2014_03	Conflitos cognitivos	2	4	5	2	2	5
2014_04	Epistêmica	4	1	2	2	2	3
2014_05	Epistêmica	0	2	6	2	2	3
2014_06	Epistêmica	3	5	6	3	1	1
2014_07	Epistêmica	5	4	5	3	2	5
2014_08	Conflitos cognitivos	4	4	3	2	1	5
2015_01	Epistêmica	3	4	8	4	2	6
2015_02	Construtivismo	7	11	12	10	1	22
2015_03	Construtivismo	7	8	18	12	2	7
2015_04	Epistêmica	5	17	26	1	2	14
2015_05	Conflitos cognitivos	7	5	8	8	2	9
2015_06	Construtivismo	7	5	8	5	1	12
2015_07	Construtivismo	2	4	7	2	1	5
2015_08	Epistêmica	1	4	5	1	1	8
2015_09	Construtivismo	3	4	4	2	1	7
2015_10	Construtivismo	4	5	7	2	4	17
2015_11	Conflitos cognitivos	3	6	5	5	1	7
2015_12	Conflitos cognitivos	6	7	19	2	4	19
2015_13	Construtivismo	4	3	3	2	1	5
2015_14	Conflitos cognitivos	2	3	9	4	2	5
2015_15	Epistêmica	3	5	8	1	2	11
2016_01	Epistêmica	8	8	16	0	0	2
2016_02	Conflitos cognitivos	4	4	6	0	1	1
2016_03	Epistêmica	4	3	4	0	0	1
2016_04	Epistêmica	1	6	8	0	1	6
2016_05	Epistêmica	3	4	6	0	1	0
2018_01	Epistêmica	4	3	7	0	0	0
2018_02	Construtivismo	4	5	8	1	1	1
2018_03	Construtivismo	6	2	5	3	2	1
2018_04	Epistêmica	5	5	7	9	1	1
2018_05	Conflitos cognitivos	2	2	7	1	1	1
2018_06	Construtivismo	3	2	2	2	0	3
2018_07	Conflitos cognitivos	4	3	4	1	1	0

Notas: [1] Números nas células correspondem ao quantitativo de referências codificadas. Na coluna da esquerda, em destaque, apontamos as SD discutidas na seção *4.3. Zoologia, ambiente e sociedade*.
[2] Projeção didática em correspondência com as construções teóricas em Méheut (2005).
[3] Não são apresentados os quantitativos relacionados a propriedade *Narrativa e Historicidade*, embora essa propriedade tenha sido relevante para qualificar resultados em seções posteriores.

Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

A maioria das SD (48%) projeta atividades com enfoques epistêmicos, pautados na descrição de conceitos e gênese do conhecimento científico. Essas sequências apresentam como pontos fracos o pouco aprofundamento nos conhecimentos prévios e alternativos e distanciamento da realidade e cotidiano dos estudantes. Alguns textos, essencialmente descritivos, aproximam-se de materiais

tutoriais/instrucionais. Outras doze (12) sequências didáticas dimensionaram atividades, majoritariamente, com enfoque nos conflitos cognitivos. São atividades que focam os estudantes, suas concepções sobre o mundo material e formas de raciocínio. Por fim, onze (11) sequências didáticas cujas atividades se aproximam do que Méheut (2005) denomina construtivismo integrado. Acreditamos que essas nove sequências busquem majoritariamente aplicar atividades que considerem as concepções dos estudantes, uma real significância para estes em relação aos conhecimentos pretendidos, a tomada de decisão em diversificadas situações-problema, o reconhecimento de pontos críticos e o questionamento de ideias, ou seja, buscam *conhecer conceitos*, *conhecer como* e *conhecer porquê*, almejando práticas que possibilitem aos estudantes o desenvolvimento de autonomia e postura crítica. Entendemos que essas sequências são plásticas, podendo verter ou contemplar qualquer eixo do diagrama, em consonância com os contextos, práticas epistêmicas e pedagógicas que forem desenvolvidas. Algumas relações estabelecidas entre as projeções didáticas e o MTE foram fundamentais para a construção das discussões dos resultados nas próximas seções deste capítulo e são devidamente situadas em nossa argumentação.

As avaliações propostas nas sequências são diversificadas, não se prendendo a atividades convencionais (como provas e trabalhos de casa) e condizentes, na medida do possível, com as atitudes, conceitos e procedimentos esperados dos estudantes nos objetivos (figura 9). É certo que as propostas de avaliação foram se aprimorando na medida em que os anos se passaram, e parte disso, se deve ao amadurecimento do assunto no corpo docente da licenciatura do IB/USP. Nesse período, vimos nascer algumas atividades formativas para discutir o tema avaliação educacional em disciplinas de graduação e observamos uma mudança gradual nas propostas dos licenciandos desde o início da disciplina. Nas breves relações que estabelecemos com esse assunto constatamos que as avaliações diagnósticas são as menos planejadas, normalmente referenciadas em perguntas retóricas que visam levantar conhecimentos prévios. As exceções são algumas atividades que analisamos em seções a seguir e uma específica da sequência *Caranguejo-uçá: da biologia dos crustáceos ao recurso socioambiental* [SD 2018_06]. Nessa última, foi criado um formulário eletrônico para diagnosticar o que

estudantes conhecem acerca da espécie caranguejo-uçá, para registro individualizado e discussão *online* de resultados encontrados.

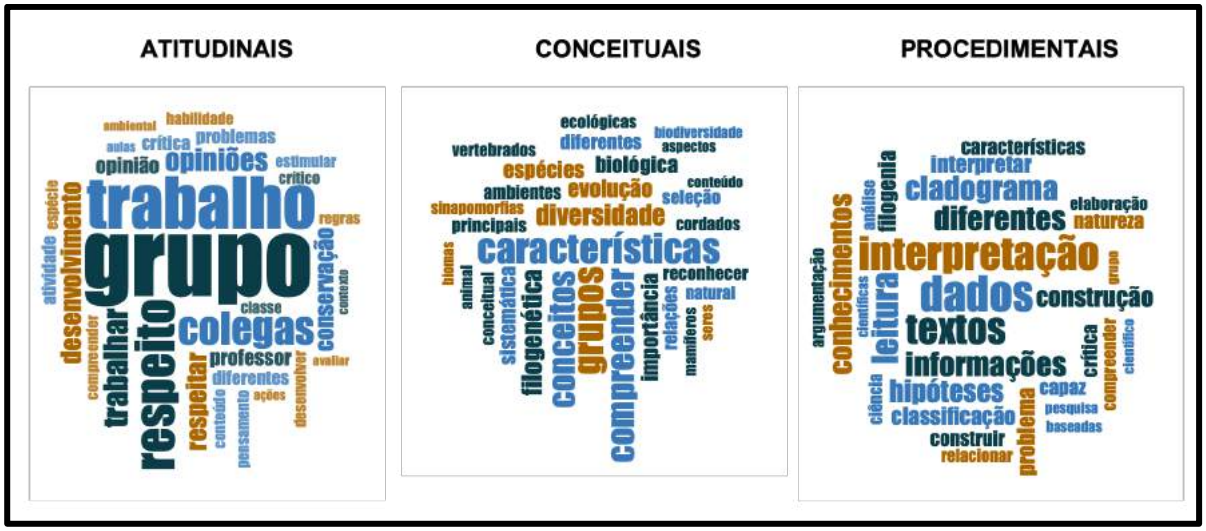


Figura 9 - Nuvens de palavras dos objetivos associados aos conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais (N=44). Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

A avaliação formativa é a que melhor se estrutura nas SD, baseada principalmente em discussões e participação dos estudantes (engajamento e postura crítica). A avaliação somativa se atém principalmente a soluções de problemas, lista de exercícios e análise de produções materiais diversas, algumas citadas anteriormente. No geral, mais focada em conteúdos escritos. Não encontramos em nenhuma das SD combinados e/ou negociações com os estudantes sobre o desenrolar dos processos avaliativos, ainda que na disciplina em questão a docente tenha feito questão de propor e negociar com os licenciandos as formas e critérios que estes seriam avaliados. O desenvolvimento completo de um processo avaliativo, tal qual o de uma sequência didática, deveria considerar as visões dos estudantes, como elas podem ou não se modificar no decorrer dos processos educativos, além de viabilizar o acompanhamento contínuo do aprendizado, balizando inclusive a prática de ensino do docente. As opiniões dos estudantes são matéria-prima para a construção do conhecimento e favorecimento de uma avaliação pessoal de autoestima e autoconceito (ZABALA, 1998). Por mais que tenhamos procurado vivenciar algumas atividades inerentes aos processos avaliativos, na esfera dos combinados e negociações, a materialização delas foi incipiente. Mas talvez essa

ação seja um elemento que a produção do plano não seja capaz de resolver, pois depende muito do contexto.

Isto posto, sentimo-nos confortáveis para provocar reflexões sobre limites e possibilidades docentes advindos da construção de sequências didáticas na formação inicial. Fazemos isso parametrizados nas dimensões conceituais e de conhecimento, apresentadas nos parágrafos anteriores, em confluência com os elementos de organização e propriedades do modelo topológico de ensino, a perspectiva sociocultural e o desenvolvimento da intelectualidade crítica na formação inicial de professores. Discutir as sequências sob esta perspectiva é uma maneira de direcionar o olhar desta investigação para processos mais amplos, integrativos e parcimoniosos, importantes no ensino de Zoologia e na Licenciatura em Ciências Biológicas. As três seções que seguem, *Saúde utilitarista ou emancipatória?*; *Taxonomia evolutiva* e; *Zoologia, ambiente e sociedade* buscam evidenciar essas formas de integrar conhecimentos e ampliar as esferas de atuação docente no ensino de zoologia, com enfoque para os processos de ensino e aprendizagem.

4.1. Saúde utilitarista ou emancipatória?

No início deste capítulo mencionamos que apenas 4 sequências didáticas, menos de 10%, apresentam de forma contundente atividades encadeadas para dimensionar a Saúde no ensino de Zoologia. Elencamos a seguir duas hipóteses para explicar essa baixa frequência nas produções. A primeira delas se apoia no currículo disciplinar do Instituto de Biociências da USP. A grade curricular das disciplinas ofertadas pelo IB/USP, que devem ser cursadas por postulantes a Licenciatura, pode ser classificada como uma grade generalista, ou seja, que visa formar profissionais que sejam versáteis em relação aos diversos campos do conhecimento correlatos à Biologia. Ainda assim, sabemos que alguns campos do conhecimento são mais enfatizados que outros. No IB/USP, são os casos da Ecologia, Evolução e Genética. No que tange a área de Saúde, a única disciplina obrigatória ofertada pelo Instituto é

Epidemiologia, oferecida pela Faculdade de Saúde Pública[15]. Uma disciplina de caráter estritamente técnico, que não tem alusão direta à Educação Básica.

O IB/USP é referência na área da Saúde no que se refere à abordagem genética, oferecendo disciplinas para futuros médicos e biomédicos, entre outros futuros profissionais, desenvolvendo pesquisas sobre doenças humanas, bem como oferecendo atendimento a famílias com doenças genéticas no Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco. Mesmo com todo esse aparato técnico-científico, para que o estudante de Licenciatura possa se apropriar de conceitos dessa área, tem que busca-los em disciplinas ofertadas para outros cursos ou outras unidades da USP, participar de grupos de pesquisa na área, ou então, traçar paralelos quando percebe o assunto em seu caminho disciplinar. Isso em si, não é um problema, pois dá autonomia aos graduandos para percorrerem caminhos formativos. No entanto, pode implicar um certo distanciamento da área no planejamento de práticas educativas, quando comparado com os outros campos mais presentes em suas formações.

A segunda hipótese diz respeito as interfaces entre educação e saúde, mais precisamente ao modo como se constituiu a práxis da *educação para a saúde*, um modelo técnico-utilitarista que tem reflexos até hoje no ensino. Um modo de ensinar pautado na aplicação do conhecimento e que busca formalizar normas e padrões, bem como ditar formas de agir e pensar sobre utilidades sanitárias. Segundo Lopes e Tocantins (2012), esse modelo tem suas origens no paradigma biologicista de explicação das enfermidades, um modelo pródigo do século XX e do crescimento do capitalismo, das comunidades urbanas e do desenvolvimento científico. Se por um lado, o paradigma biologicista desvenda questões sobre contágio e transmissão de doenças e foca suas ações nas relações entre agentes etiológicos-seres humanos, por outro lado, “resultou numa compreensão reduzida e insuficiente da totalidade e complexidade do fenômeno saúde-doença, uma vez que não reconhece os fatores sociais, culturais e ecológicos” (LOPES; TOCANTINS, 2012, p. 236). Ponderamos que a influência desse modelo na forma de pensar a saúde no ensino, possivelmente na forma como a grande maioria destes licenciandos foram educados na Educação Básica, pode se tornar um empecilho para a materialização de práticas educativas

[15] No ano de escrita desta tese, precisamente no segundo semestre de 2019, foi criada, por docente do IB/USP, a disciplina BIF0444 – Questões Sociocientíficas na Educação em Saúde, optativa livre.

transformadoras na área. Além do mais, entendemos que não é simples associar a dimensão da Saúde à perspectiva ecológico-evolutiva, como se enfatiza na disciplina.

Certamente, a saúde é uma área de grande interesse na formação inicial de professores de ciências e que possui intrincadas relações com a educação zoológica. Desde o início do século XX, a zoologia médica ocupa um lugar de destaque e interesse nacional no entendimento dos problemas relacionados à saúde pública, principalmente no âmbito do sanitarismo enquanto ferramenta para políticas de desenvolvimento, bem como investimentos em estudos de doenças tropicais, aliadas à pesquisa científica de qualidade (KLASSA; SANTOS, 2012). No que se refere ao ensino, é nos currículos e livros didáticos da área de ciências da natureza que ela se estabelece, estendendo seus braços para as outras áreas do conhecimento. No Ensino Fundamental, por exemplo, a BNCC (2018) sustenta que saúde é um tema capaz de integrar as três unidades temáticas da área de Ciências da Natureza (Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo). Diz o documento que:

> Essa integração se evidencia quando temas importantes como a sustentabilidade socioambiental, o ambiente, a saúde e a tecnologia são desenvolvidos nas três unidades temáticas. Por exemplo, para que o estudante compreenda saúde de forma abrangente, e não relacionada apenas ao seu próprio corpo, é necessário que ele seja estimulado a pensar em saneamento básico, geração de energia, impactos ambientais, além da ideia de que medicamentos são substâncias sintéticas que atuam no funcionamento do organismo. (BNCC, 2018, p. 329, grifos nossos)

Nota-se nesse trecho uma certa crítica ao ensino utilitarista sobre saúde, quando relaciona produção de medicamentos e funcionamento do organismo, assuntos bastante presentes na Educação Básica. Justamente por isso é importante discutir as limitações desse caráter técnico-utilitarista no planejamento didático, bem como apontar possíveis caminhos transformadores e emancipadores no ensino dessa dimensão. O paradigma biologicista da saúde é tão presente em nossas vidas que pôde ser notado logo nos primeiros discursos (questionários diagnósticos, ver quadro 3) dos licenciandos que cursaram a disciplina CPEZ que, ao majoraram as temáticas da saúde para justificar o ensino de Biologia na Educação Básica[16], ecoaram vozes utilitaristas, como demonstram os dois exemplos a seguir:

[16] O trabalho publicado nos Anais do XI ENPEC (DE MOURA SILVA, SILVA, 2017a) apresenta impressões iniciais dos licenciandos que cursaram a disciplina CPEZ (2013-2015) sobre a importância de se aprender Biologia a partir das formas de abordar a Zoologia na Educação Básica. As temáticas relacionadas a Saúde foram a principal justificativa (31,65%), seguida da Zoologia descritiva (28,78%), Ecológica (23,74%), Evolutiva (15,83%).

> Poderíamos, por exemplo, passar um vídeo sobre como o cavalo produz os anticorpos ao ser infectado com veneno de cobra para mostrar como conhecimentos de diferentes animais pode ser aplicado para algo importante.
>
> [impressão inicial de licenciando, CPEZ 2013, grifos nossos]

> Por exemplo, ciclo de vida de parasitas. É um tema que aprendemos em zoologia, ao explicar o ciclo pode-se mostrar ao aluno como é importante conhecer o animal para poder tratar doenças causadas por ele, instigando-os a pensar e responder o porquê dessa importância.
>
> [impressão inicial de licencianda, CPEZ 2015, grifo nosso]

É evidente que a produção de vacinas e o tratamento de doenças são saberes importantes para qualquer sociedade, o que se critica é o modo como esse conhecimento é aplicado, baseado na aceitação passiva e pragmática das comendas salutares. O estudo de Soares e Diniz (2009), que inspirou a análise dos questionários diagnósticos na disciplina CPEZ, já havia demonstrado que aspectos mais técnicos e pragmáticos são expressos com maior relevância nas vozes de formandos de Licenciatura em Ciências Biológicas, em contrapartida a aspectos mais críticos e transformadores, estes últimos, vinculados à função social do ensino de Biologia. Nesse artigo, os autores criticaram a formação de uma racionalidade instrumental, que configura “um processo educativo carregado de um caráter pragmático-utilitarista que não visa à emancipação, mas a adaptação dos homens ao mundo” (SOARES; DINIZ, 2009, p. 6).

Fato é que o termo ‘utilização’ figurou entre as 20 palavras mais frequentes da dimensão da Saúde nas sequências didáticas investigadas (figura 10). Todas as vezes associado aos conceitos de prevenção e tratamento de doenças. Os planejamentos investigados seguem praticamente os mesmos caminhos: caracterização dos grupos taxonômicos de animais com representantes parasitas, compreensão sobre os ciclos de vida, prevenção e tratamento das doenças que estes acarretam, na perspectiva do autocuidado e da saúde coletiva. Essa trilha taxonômica é mais do que conhecida na Educação Básica, por isso não é necessário caracteriza-la de modo aprofundado. Três das quatro sequências didáticas se valem dessa trilha.

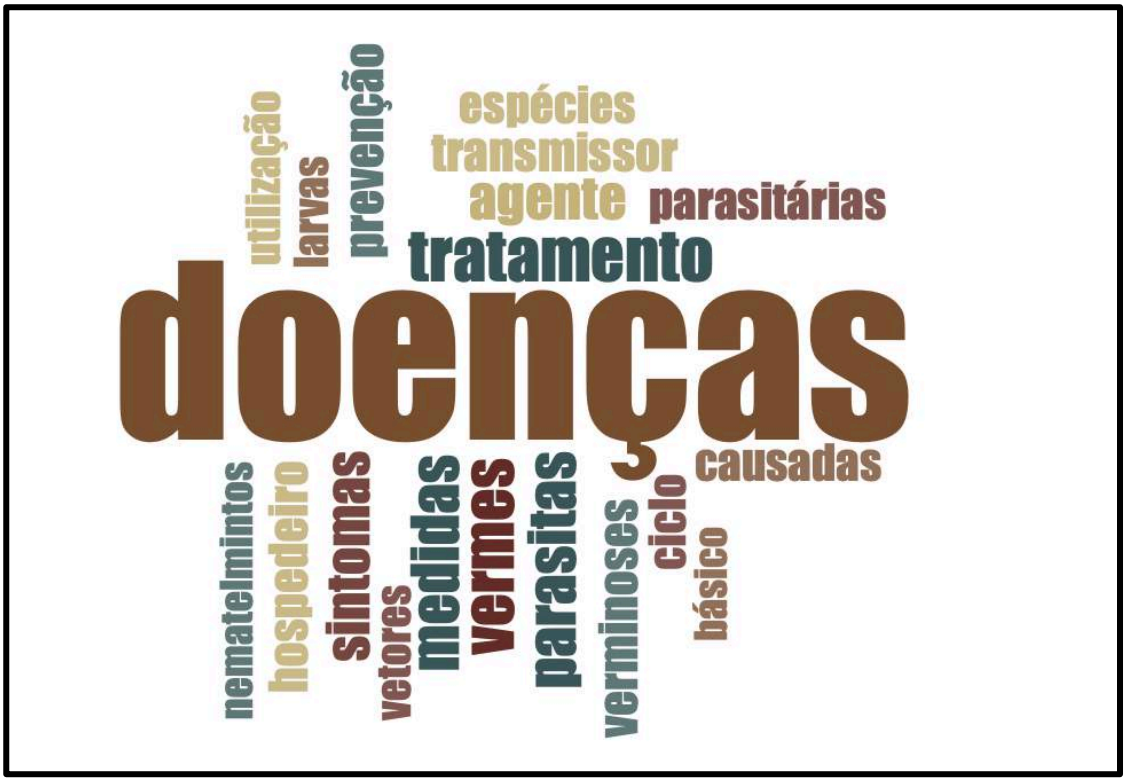


Figura 10 - Nuvem das 20 palavras mais referenciadas dimensão de Saúde. Palavra menos frequente: básico (8 citações); palavra mais frequente: doenças (83 citações). Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - Software NVivo*.

O que nos importa como formadores de profissionais intelectuais é que esses sujeitos em formação façam leituras mais elaboradas acerca dos conhecimentos taxonômicos apreendidos na universidade e possam relacionar esses conhecimentos à verdadeiras questões científicas e sociocientíficas, como processos coevolutivos, uso de animais em experimentos científicos e em produção de vacinas e soros, problemas de saneamento básico ou zoonoses urbanas. Como afirmam Lopes e Tocantins (2012), “faz-se necessário refletir sobre a construção de um conhecimento educativo fundamental para promover a saúde, concebida para a emancipação, a autonomia e a reflexão crítica dos sujeitos e coletivos, onde o diálogo e a participação destacam-se como elementos pedagógicos desse processo.” (Lopes e Tocantins, 2012, p. 237).

Admitindo-se a indispensável taxonomia, sem reduzir os grupos à categorias-estanque ou referências individualizadas parasitárias, destacamos dois aspectos para abordar a dimensão da Saúde no campo da Zoologia. Um deles é o conceito de *coevolução*. Falamos de endoparasitas e exoparasitas, animais alados, rastejantes e saltadores, com e sem aparelhos bucais, especializados e generalistas, espécies com

as mais diversificadas histórias evolutivas e particularidades ambientais e que se relacionam com outros organismos há milhares de anos. Na Educação Básica muito se fala sobre a transmissão e os ciclos de vida de doenças, mas pouco se fala sobre a evolução da virulência nos parasitas, ou seja, o domínio das defesas do hospedeiro. O foco da abordagem coevolutiva estaria nos intrincados mecanismos de ação e interação desses animais com seus vetores e hospedeiros, abordando convergências evolutivas e sinapomorfias, inclusive para traçar relações filogenéticas entre grandes grupos de organismos. Segundo Futuyma (2009, p. 541), “estudos filogenéticos das associações contemporâneas [tais como de parasitas e hospedeiros] podem fornecer indícios sobre a duração da associação de linhagens interativas em relação ao fato de essas linhagens terem se associado de forma concordante”. Como bem disse o professor do Museu de Zoologia da USP, Dr. Mario de Pinna, “se a gente fosse um parasita de sangue, a gente não teria a menor dúvida do parentesco entre crocodilos e aves” (comunicação pessoal, 2015). Quando falou isso, em uma disciplina de pós-graduação sobre o tema Sistemática Filogenética, referiu-se a presença de proteínas sanguíneas homólogas nesses grupos de organismos. Infelizmente, no conjunto de dados analisados nesta investigação, os licenciandos não estruturaram nenhuma atividade para trabalhar esse conceito, que foi referenciado apenas para contextualizar ao leitor das SD de sua pertinência no estudo de parasitoses.

O segundo aspecto dialoga com as transições entre o conhecimento científico e a perspectiva sociocultural. Para isso, tomaremos como base a [SD 2015_11], a única que realmente apresenta a dimensão da Saúde de um ponto de vista emancipatório. A sequência é centrada no *role play game* (RPG) *Hospedeiros e Helmintos*. O jogo, como outros de sua categoria, coloca a personagem principal, o verme, em primeiro plano, antropomorfizando suas ações na figura dos jogadores. O objetivo do jogador-verme é completar seu ciclo de vida, sendo que para isso, deve encontrar um vetor, infiltrar-se em um organismo, sobreviver as intempéries desse ambiente e se reproduzir. Por meio da imersão na ambientação proposta no jogo, que contempla elementos de colaboração entre jogadores, espera-se que os aprendizes aprendam sobre ciclos de vida, formas de contaminação, prevenção, profilaxias e curas.

Em *Hospedeiros e Helmintos* as personagens-vermes são fictícias, mas detém habilidades inspiradas em características de animais reais. Por exemplo, a

classe de organismos ‘ladrões’ possui ventosas sugadoras e são hermafroditas, características inspiradas em organismos da Classe *Cestoda* (filo *Platyhelminthes*). No curso do jogo, os jogadores-vermes se deparam com obstáculos (eventos), que devem ser superados a partir de testes de resistência, cujo resultado é definido por meio de lance de dados. A aleatoriedade desses testes aproxima o jogo dos processos de Seleção Natural, inerentes aos sistemas naturais. Contudo, o sentido de volição é algo muito presente e importante para a fluidez da proposta. O trecho a seguir, extraído da contextualização inicial do jogo, ressalta esse caráter:

> São seres diminutos, porém devastadores, que espreitam o mundo humano. Desesperados para se alimentar, para se reproduzir e para evoluir. Em busca de um lar perfeito, um reino que possam chamar de seu, onde atinjam a supremacia sempre almejada pelos membros de sua espécie.
> [excerto da SD 2015_11, grifo nosso]

À despeito do uso não biológico do termo “evoluir” (ver discussão na seção *4.2.3*), a luta pela sobrevivência e a vilanização dos parasitas criam um cenário propício para se debater na sala de aula sobre as tensões existentes entre os sistemas naturais e o antropocentrismo. Na execução desta atividade, por exemplo, um propósito de mediação docente seria suscitar nos aprendizes processos contínuos entre o imaginário lúdico e o real concreto. Sabemos que os propósitos docentes são contexto-dependentes, e assim devem ser, mas nesta SD, a concretização (continuidade) é proposta por meio de um estudo de caso sobre a esquistossomose, tendo os aprendizes como meta elaborar de um plano de saneamento básico. O estudo de caso foi criado a partir de dados obtidos em uma tese de doutorado sobre a avaliação do controle e vigilância de *Schistosoma mansoni* no Vale do Ribeira. Em uma perspectiva investigativa, mediada por questões sugeridas aos aprendizes, a SD disponibiliza gráficos, figuras, imagens, informações demográficas e econômicas da região, entre outros recursos para embasar o plano. Como consequência, acaba por aproximar pesquisas acadêmicas do contexto escolar. Segundo os licenciandos, a atividade visa:

> [...] possibilitar que os alunos tenham informações para se posicionar perante a sociedade como agentes transformadores, uma vez que com esse conteúdo os alunos poderão intervir em situações onde doenças parasitárias e medidas governamentais de profilaxia aconteçam.”
> [excerto da SD 2015_11]

A proposição de jogos e estudos de caso para ludificar um conceito pode ser uma importante via para desmistificar assuntos considerados complexos como a questão de saneamento básico e políticas públicas. Esses recursos materiais abrem inúmeras possibilidades de abordagem em sala de aula, não se restringindo a uma prática específica, encerrada de opiniões e dependente de conteúdos permitindo, inclusive, o aprendizado docente sobre a causa. No que concerne a produção material na formação inicial, acreditamos que o objeto didático *Hospedeiros e Helmintos* supera a epistemologia empirista de ensinar e aprender, na medida em que se aproxima da epistemologia interacionista e da perspectiva sociocultural (MORAES, 2013). Interacionista porque requer que o aprendiz tenha uma participação ativa com o material, vide caracterização dos personagens, imersão nos eventos e dramaticidade. Sociocultural porque cria espaços discursivos, onde aprendizes podem se apropriar da linguagem científica sobre parasitismo, evidenciando fenômenos, criando hipóteses para lidar com eles e tomando decisões.

Vimos nesta seção que as amarras do utilitarismo na dimensão da saúde têm reforço científico e histórico. E que isso tem um sentido lógico no que concerne aos trânsitos entre indivíduo e coletivo inerentes da área. São essas premissas que sustentam campanhas contra dengue ou a favor da vacinação, por exemplo. Ainda assim, não erradicamos a dengue e cada vez mais pessoas deixam de vacinar seus filhos. Claro que não podemos deixar de atribuir esses insucessos às redes de contra campanha e *fake-news* associadas à causa. Todavia, é certo que algumas ações, por mais normalizadas que estejam, tardam a gerar reflexos duradouros. Carecem de processos mais profundos, reflexivos e críticos, que possam realmente transformar a sociedade e sua percepção acerca dos problemas de saúde, focando em perspectivas coletivas e não individuais. Nesse sentido, indicamos, a partir da análise, que a dimensão da Saúde, em perspectiva emancipatória, precisa ser mais enfatizada na formação inicial de professores de Ciências e Biologia.

4.2. Taxonomia evolutiva

Taxonomia e evolução são dimensões conceituais que se aproximaram na construção de 30 sequências didáticas investigadas. Todavia, o modo como essas dimensões são tradicionalmente ensinadas é ainda um imbróglio educativo e os licenciandos, aparentemente, tem ciência disso. Apontamentos do domínio psicológico explicitam que o ensino de taxonomia e evolução é visto como descritivo, desarticulado e focado na memorização. Mais ainda, marcado por uma certa dificuldade na lida com os conceitos evolutivos, como demonstram os excertos a seguir:

[...] em um levantamento das concepções sobre classificações biológicas também com alunos do Ensino Médio, Costa e Waizbort (2013) verificaram que, embora explicações tipológicas [essencialistas] sejam as mais frequentes, um discurso filogenético parece surgir em determinados momentos, deixando possibilidade para exploração pedagógica.

[excerto da SD 2015_03, grifo nosso]

Portanto, nessa ordem [orientação SEE SP – classificação → biodiversidade → evolução], é mais difícil para os alunos relacionarem o que aprenderam na parte de classificação de seres vivos com um sentido evolutivo, o que acaba gerando uma visão desarticulada sobre o assunto.

[excerto da SD 2013_06, grifo nosso]

Acreditamos que dessa forma [SD com foco no pensamento evolutivo e filogenia] os alunos sejam capazes de pensar a diversidade biológica como um resultado de processos evolutivos e não como um amontoado de características a serem memorizadas.

[excerto da SD 2013_09, grifo nosso]

Os alunos apenas decoram as características de cada grupo de vertebrados, ao invés de conhecer a biodiversidade existente e os processos que geraram a atual diversidade dos animais.

[excerto da SD 2014_08, grifo nosso]

O ensino de Zoologia é caracterizado por ser muito descritivo e memorístico, desintegrado das demais áreas da Biologia e sem relação com o cotidiano dos estudantes, o que causa desinteresse dos alunos pelo tema (AMORIM, 2008). Além disso, segundo Oliveira & Silva (2015), os estudantes apresentam dificuldades em construir conceitos de evolução.

[excerto da SD 2016_05, grifo nosso]

Reconhecemos essa desarticulação descritiva como um subproduto da disciplinarização das áreas de conhecimento biológico. Não nos referimos a epistemologia do conhecimento zoológico, esta sim, deve ser resguardada e referenciada nas suas vias de origem e construções teóricas. Referimo-nos ao modo vertical e conteudista como são propostas as aulas, atividades, projetos, ciclos etc. Algo que se estende ao ensino universitário, tendo imbricações no modo como se

pensam e planejam as aulas. Mesmo havendo esse reconhecimento por parte dos licenciandos, constatamos que superar esse paradigma é um trabalho árduo. Basta notar que em torno de 40% das aulas previstas nos planejamentos dos licenciandos são expositivas (ver figura 6). Buscaremos nas próximas seções apresentar vias de superar o verticalismo conteudista no ensino dessas dimensões.

4.2.1. Classificação de materiais

A nuvem das 50 palavras mais frequentes na dimensão *Taxonômica* dá uma ideia da abrangência dessa categoria nas proposições dos licenciandos (figura 11). Os termos ‘grupos’ e ‘características’, os mais frequentes foram citados mais de 100 vezes cada. Classificar organismos de acordo com suas características biológicas está entre as atividades mais elementares da Zoologia. Classificação e organização são, inclusive, processos inerentes ao conhecimento sobre diversidade biológica - conteúdos básicos indicados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas (BRASIL, 2001). A nuvem também reflete os tipos de características propostas nessa dimensão, correspondentes a conhecimentos de diferentes áreas da Biologia. Anatomia, fisiologia e morfologia são, de longe, os principais. O modo como a Zoologia se consolidou como profissão certamente tem influência nesse quadro, dado seu vínculo histórico com as três principais disciplinas referenciadas. Já as características comportamentais, cujas raízes científicas já figuravam nos trabalhos científicos de Charles Darwin, foram mais apreendidas na dimensão *Socioambiental*. Características moleculares foram praticamente inexistentes.

A desvalorização ‘molecular’ pode estar relacionada a recente consolidação das ciências moleculares como um campo científico, e por consequência do ensino de graduação, embora suas ferramentas sejam muito apreciadas na pesquisa acadêmica contemporânea em Zoologia. Um estudo realizado com estudantes universitários escoceses de primeiro ano Biologia, corroborando uma constatação de um artigo de 1980, apontou que a área da genética é a que enseja maiores dificuldades no aprendizado de biologia (BAHAR; JOHNSTONE; HANSELL, 1999).

Segundo estes autores, a dificuldade pode estar vinculada aos diferentes níveis de pensamento que a área requisita: submicroscópico (genes e moléculas), macroscópico (características fenotípicas) e simbólico (dispositivos matemáticos). Não seria ingênuo dizer que essas dificuldades ainda devem estar presentes no ensino e aprendizagem de Biologia e que podem ser estendidas aos estudantes de graduação no Brasil e, consequentemente, aos professores e estudantes da Educação Básica.

Figura 11 - Nuvem das 50 palavras mais referenciadas dimensão Taxonômica. Palavra menos frequente: representantes (15 citações); palavra mais frequente: grupos (153 citações). Fonte: Autoria própria; *Software NVivo*.

Nesse sentido, podemos dizer - da perspectiva do planejamento docente investigado - que as características *macroscópicas* da Zoologia se sobrepuseram às demais. Tomemos como exemplo uma das principais atividades planejadas para levantar conhecimentos prévios sobre classificação animal nas sequências didáticas, a *classificação de materiais* (solução de problemas). Em todas as SD que essa atividade foi planejada os aprendizes são desafiados a classificar um conjunto de

objetos ou imagens de animais de acordo com suas próprias concepções. Sem recomendações de critérios para classificação, ou melhor, livres de premissas docentes, espera-se que sejam levantadas características visíveis dos materiais observados.

As atividades de classificação de materiais, tal qual foram concebidas, predizem uma atitude favorável dos aprendizes, priorizando suas concepções e maneiras de raciocinar, uma abordagem que converge para o enfoque em *conflitos cognitivos* (MÉHEUT, 2005). Assim, vertem sua atenção para o domínio psicológico do conhecimento, ao estimular nos aprendizes a manifestação de procedimentos empíricos para organizar, classificar e relacionar materiais, objetos e/ou seres vivos. Abordagens que se concentram na liberdade dos estudantes para seguir suas próprias elaborações tem como características a não evocação de dimensões epistêmicas do conhecimento a ser ensinado (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Reconhecemos também que nessas atividades o papel do professor é pouco explorado e a discussão sobre o conhecimento científico oriundo das atividades é superficial ou inexistente. Em outras palavras, atividades como a classificação de materiais tendem a sobrevalorizar o domínio psicológico do conhecimento e se distanciar dos domínios didático e epistemológico.

Seguimos os passos metodológicos de Piet Lijnse (*developmental research*) para ampliar o escopo de análise da atividade de *classificação de materiais* e reconstruir caminhos de modo a operacionalizar os três domínios do conhecimento educativo e aproximar as dimensões taxonômica e evolutiva. Ao conceber sequências educativas, esse autor sugere a criação de um cenário que preveja e teoricamente justifique detalhadamente o processo de ensino-aprendizagem, como se espera que aconteça e por que se espera que aconteça dessa forma (LIJNSE, 2004). Em nosso cenário hipotético, do ponto de vista do discurso presente nas sequências didáticas, concluímos que a taxonomia se aproxima da evolução na medida em que os caminhos educativos trilhados ajudem os aprendizes a *elucidar equívocos comuns* relacionados a classificação biológica e que propiciem uma *visão menos antropocêntrica* da evolução da vida. Nosso cenário hipotético buscou revelar um número maior de possibilidades de ação e interação, por isso, não estabelecemos público-alvo, nem duração, *a priori*. Acreditamos que isso possa ser definido, ou adaptado, na própria ação e contexto docente.

Uma vez construído o cenário hipotético, deve-se reconhecer qual é o problema didático em questão e o que é oferecido como solução. Ao nosso ver, o problema didático da atividade em questão é, em última instância, a construção do pensamento filogenético, ou seja, o conhecimento sobre as relações evolutivas e de parentesco entre as espécies. Contudo, é no subsídio necessário para solucionar a atividade que se deterioram os domínios didático-epistemológicos das sequências didáticas que propõem essa atividade. Subentende-se que os planejadores esperam a manifestação do *método indutivo* para a realização desta atividade, mas em nenhum momento isso é explicitado. Isso pode ser deduzido na continuidade da atividade que, não raro, prevê o registro e socialização das características inferidas, ou trânsito do empírico ao teórico. A indução opera a partir do observável em busca da evidência científica. Não é o único método científico e, definitivamente, não é infalível.

Adicionalmente, e não menos fundamental, é o entendimento por parte dos professores em formação, em relação aos equívocos comuns relacionados à taxonomia dos animais. Por exemplo, Kattmann (2001) demonstrou em um grande estudo (com estudantes de 9 a 16 anos) que habitat e locomoção são características muito utilizadas para classificar os animais. Sabemos que esses atributos raramente são utilizados por zoólogos na classificação das espécies animais, a não ser para resolver questões locais. Caso sejam esses os atributos escolhidos (induzidos) pelos estudantes para classificar os materiais que receberem, o que o professor deve fazer para evitar que as conclusões dos aprendizes não configurem erros que se perpetuam por toda a escolarização? Deveríamos classificar todos os animais que voam em um único grupo apenas por que eles voam?

Categorizações baseadas no senso comum, como locomoção, ambiente, capacidade de voo, presença de coloração marcante, comportamento, e mesmo medo e nojo, são muito presentes na fala de estudantes sobre os animais e, definitivamente, terão influências ao guiar suas escolhas na classificação (JIMENEZ, 1998; KATTMANN, 2001; BREUER et al., 2015). O tema ‘do senso comum ao conhecimento científico’ foi trabalhado nas segunda e terceira aula da disciplina CPEZ (ver quadro 2), por meio de leitura, análise e socialização dos artigos supracitados neste parágrafo, entre outros, sendo que os licenciandos foram desafiados a planejar atividades para abordar esse tema em suas aulas na Educação Básica (figura 12). Segundo Villani e Pacca (1997, p. 205), no que concerne à competência científica

para promover a competência profissional de futuros professores, “parece extremamente útil que o futuro professor conheça detalhadamente, os problemas e os testes utilizados para a obtenção de informações sobre as concepções ‘erradas’”. Os autores ainda ressaltam que a reflexão deve possibilitar ao “futuro professor se aperfeiçoar na capacidade de seguir o raciocínio dos estudantes e auxilia-los no processo de aproximação ao conteúdo científico.” (VILLANI; PACCA, 1997, p. 206).

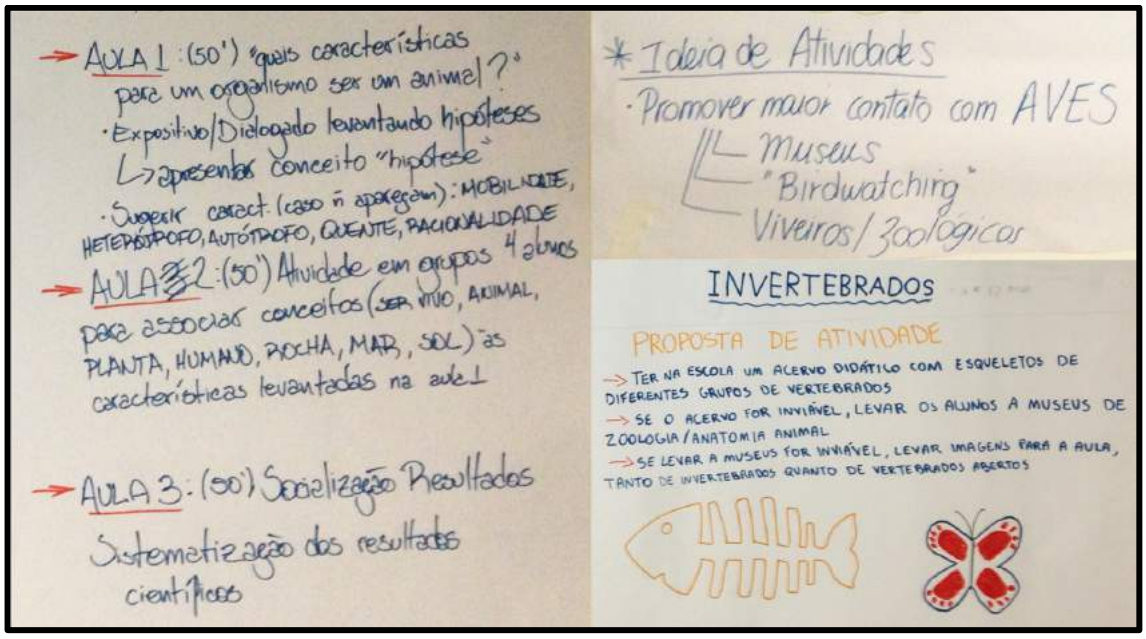


Figura 12 – Exemplos de atividades sugeridas pelos licenciandos para lidar com o tema “do senso comum ao conhecimento científico. Fonte: materiais de aula (CPEZ 2018).

Nota-se nas ilustrações uma série de alternativas para lidar com as percepções do senso comum, como sugestões de características (caso não apareçam), maior contato com aves e visitas a acervos zoológicos. Infelizmente, não vimos materialização dessas alternativas associadas as atividades de classificações de materiais. No que diz respeito à cognição, convimos com Lijnse (2004) que a aprendizagem científica é um processo no qual estudantes, aproveitando de seus próprios recursos conceituais, baseados em suas experiências e sistemas de crenças, acrescentam outros conhecimentos que provocam mudanças de significado. Essa sentença se aproxima bastante da ideia de tematização que Giordan (2008) propõe no modelo topológico de ensino, um elemento do planejamento didático capaz de aproximar os estudantes das esferas de comunicação e atividade da comunidade científica.

Invariavelmente nas sequências didáticas investigadas, pós *classificação de*

materiais projetam-se discussões mediadas pelas próprias construções hipotéticas dos aprendizes. É claro que isso tem seu valor, considerando a ação referenciada na enunciação de critérios estabelecidos para classificação, todavia, quanto dessa ação tornar-se-á comunicação e atividade científica? De fato, lidar com a classificação biológica requer um senso de apreensão e materialização de similaridades e diferenças na vida, nas mais diversas formas e interpretações que esse sistema pode causar. Mas é preciso reconhecer que a atividade possibilita operacionalizar outros procedimentos científicos, como vincular hipóteses de agrupamento à argumentação científica e a revisão pareada. São esses elementos, contextuais e temáticos, os fundamentos para que a discussão pós *classificação de materiais* esteja munida de argumentos científicos criteriosos em vista à construção do pensamento filogenético. Dessa forma, será tranquilo para o professor distinguir elaborações essencialistas de evolucionistas, podendo recorrer à filosofia e história da ciência, privilegiando ainda, os aspectos epistemológicos do conhecimento.

A classificação de materiais ainda abre espaço para discutir o antropocentrismo na classificação biológica. Essa é uma reflexão levantada ainda no capítulo introdutório desta tese. O método indutivo se assemelha a forma como o filósofo grego Aristóteles descreveu os animais em suas obras, uma perspectiva motivada pela semelhança essencial das espécies e do compartilhamento de parte dessas essências imutáveis entre espécies distintas. O *modus operandi* que vigora no ensino de Zoologia está atrelado a uma presunção essencialista da taxonomia, na medida em que fragmenta o conhecimento sobre os animais em grupos independentes entre si, sem qualquer relação evolutiva (AMORIM, 2008; SILVA et al., 2013). Ainda, é inegável que a apresentação da vida no ensino não é aleatória, ela reflete um ordenamento progressivo de caráter finalista, também conhecido como ortogênese ou progresso evolutivo. Essa finalidade decorreria de processos teleonômicos de longo prazo, que poderiam ser atribuídos a uma fonte externa, mas que também poderia ser interna dos organismos, rumo a uma suposta complexidade (FUTUYMA, 2009). Hoje em dia, a ortogênese é uma hipótese descartada pela vasta maioria dos cientistas, ainda que seus reflexos sejam evidenciados nos tradicionalismos educacionais e na visão antropocêntrica da evolução. O exemplo mais simbólico da ortogênese é a representação pictórica “do macaco ao homem”, amplamente difundida na mídia.

Dizemos isso reconhecendo o peso enorme que dimensão histórica do conhecimento exerce na estabilização de práticas educativas. Ainda hoje, é comum ouvirmos pessoas falarem em mundo animal, vegetal e mineral, nessa ordem de importância. Os cinco reinos propostos por Whittaker (1969) – *Monera*, *Fungi*, *Protista*, *Plantae* e *Animalia* – também nessa ordem, continuam sendo a base da produção de material didático na Educação Básica, mesmo que novas formas de organização oriundas da sistemática molecular tenham sido propostas (três domínios) pela academia no século passado (WOESE et al., 1990). O mesmo pode ser dito sobre estruturações da vida mais elaboradas, como a proposta evolutiva de Baldauf (ver figura 2).

Na graduação do IB/USP também se observam esses legados da tradição histórica. Por exemplo, as disciplinas que abordam os animais ainda são separadas em dois grupos, invertebrados e vertebrados, nessa ordem, ainda que o primeiro agrupamento não seja monofilético. Pelo menos, por mais fortes que sejam as convenções históricas, no IB/USP busca-se discutir a diversificação da vida animal segundo suas relações filogenéticas. Na Educação Básica, a vida animal segue o pensamento essencialista-teleonômico, dos poríferos aos mamíferos. Acerca desse tema, dois autores de uma SD ponderaram que:

> Muito se discute sobre a conveniência de apresentação dos grupos animais em um contexto evolutivo em vez da abordagem mais comumente usada, que foca muito mais na memorização de inúmeras características dos variados grupos, características que muitas vezes não tem valor sistemático, ou seja, não refletem a evolução e a unidade do grupo como um agrupamento monofilético. Algumas vezes, na tentativa de abordar a diversidade zoológica em um contexto evolutivo, muitos professores seguem a "ordem" de um cladograma ao apresentar os grupos a seus alunos. Tal abordagem não deixa de ser precária, porque não difere em praticamente nada das abordagens mais clássicas.
>
> [excerto da SD 2013_09]

A constatação dos licenciandos é crítica e aponta para um senso de formação que entendemos ser concernente com as práticas docentes intelectuais e reflexivas. Sobre o ordenamento dos grupos animais em decorrência da interpretação equivocada de cladogramas, os licenciandos apontam que a metodologia "não deixa de ser precária", vez que reforça também enfatiza a memorização de características e reforça a ideia de progresso evolutivo. É possível que estes equívocos tenham sua origem em interpretações intuitivas que os professores fazem da topografia de cladogramas. Nessa leitura, considerando um cladograma vertical (ver figura 13),

táxons basais (à esquerda) teriam dado origem aos táxons mais avançados (à direita) numa suposta progressão taxonômica, normalmente da esquerda para a direita. Outro erro comum é acreditar que algumas espécies vivas têm histórias evolutivas mais longas do que outras e, portanto, são menos evoluídas (GREGORY, 2008).

Para romper com o paradigma essencialista-teleonômico no ensino, primeiro é necessário compreender que a classificação biológica é uma atividade humana, sujeita a mudanças temporais no conhecimento referencial e nas tecnologias científicas. Por consequência dessas propriedades, é igualmente necessário admitir as mudanças trazidas pela Teoria da Evolução, como as relações de parentesco e ancestralidade comum exclusiva. Talvez a resposta para essa transformação esteja justamente na apropriação da linguagem filogenética.

4.2.2. Linguagem filogenética

Para iniciar a discussão sobre a apropriação da linguagem filogenética na formulação de propósitos docentes, tomaremos como referência uma sequência didática elaborada no ano de 2015. Toda sua narrativa está vinculada ao objeto didático *Uma história da diversidade de cordados*. Nele, as autoras distribuem a história evolutiva do filo *Chordata* a partir de uma representação filogenética e de 46 cartas (ilustrações + informações) de animais viventes que compõem os grupos taxonômicos explorados (figura 13). O objeto foi categorizado como solução de problemas, pois incita os aprendizes ao “enfrentamento de uma situação nova, a partir dos dados expressos na descrição do problema” (ANASTASIOU; ALVES, 2005, p. 86), neste caso, posicionar corretamente uma série de imagens de cordados nos ramos terminais da estrutura filogenética pré-estabelecida. Para realizar a atividade, os aprendizes devem notar que alguns táxons terminais do cladograma reúnem mais de um animal ilustrado. É, portanto, uma expansão da atividade de *classificação de materiais*, em que também são esperadas operações de identificação, classificação e organização de dados, elaboração de hipóteses e decisão.

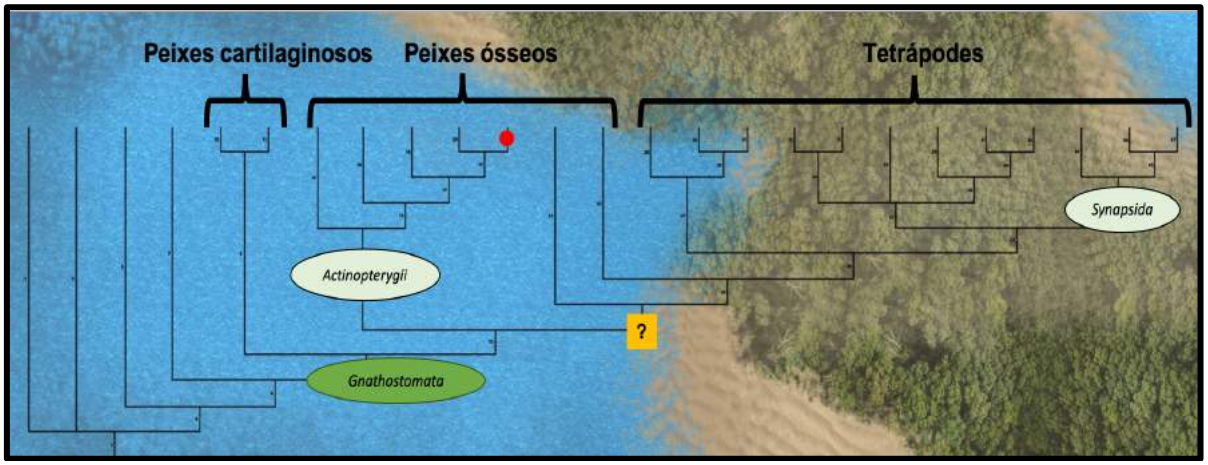


Figura 13 - Estrutura filogenética com adaptações do objeto didático *Uma história da diversidade de cordados* [2015_04]. Os três nós indicados em balões verdes, as chaves nomeadas acima dos táxons terminais, o ponto de interrogação e o círculo vermelho (táxon Teleostei) não estão presentes na figura original, mas foram demarcados por serem relevantes para a discussão. Fonte: adaptado de DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Tendo como panorama a discussão iniciada anteriormente, esse objeto didático, se mal-empregado, poderia conduzir a uma visão essencialista. Isso porque o cladograma representado está completamente resolvido, ou seja, pode não suscitar dúvidas evolutivas, mas também porque sua resolução depende apenas do encaixe correto dos grupos nos terminais. O cenário de fundo, por melhor das intenções que tenha ao relacionar os táxons ao ambiente, também pode levar a uma falsa conclusão de que os cordados “progrediram” do ambiente aquático para o terrestre. Mesmo que as autoras tenham reconhecido em sua descrição as limitações do modelo, indicando táxons que têm representantes em todos os tipos de ambientes (e.g., Synapsida tem representantes aéreos, aquáticos e terrestres, como morcegos, baleias e macacos, respectivamente). Todavia, a condução da atividade pode ser decisiva para evitar possíveis conclusões equivocadas. Primeiro, é preciso valorizar as informações sobre os animais contidas no verso das ilustrações, que descrevem características morfológicas, fisiológicas e comportamentais (figura 14).

Mesmo que seja possível realizar a atividade somente pelo método indutivo, combinando imagens e subjetividades, o montante de características elencadas sustenta também o uso de um outro processo mental, o *método dedutivo*. A dedução opera a partir de premissas para chegar a uma conclusão logicamente certa. Nessa atividade, a dedução é conduzida pela comparação de características e pelo gabarito da árvore filogenética. Isso acaba por tornar o objeto mais próximo do real, pois admite características ratificadas por taxonomistas e possibilita combinações mais precisas

do que as intuitivas.

Figura 14 - Exemplo de carta (frente e verso) que compõe o objeto didático *Uma história da diversidade de cordados* [2015_04]. Fonte: DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

É notório que os cartões trazem muitas informações e que, o excesso de nomenclatura técnica pode comprometer não só a compreensão das relações evolutivas entre os táxons, mas o tempo necessário para a realização da atividade. Essa foram preocupações levantadas na atividade analítico-discursiva de 2016, como demonstra o interessante diálogo do quadro 8.

Quadro 8 – Turnos de fala sobre nomenclatura científica da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016).

Roda de diálogo – CPEZ 2016	
OSCAR:	Acho que [o objeto didático] é muito legal, né, mas realmente tinha que ser com um número muito menor de animais pra cada táxon.
EDUARDO:	Mas é que eu não sei se esse número muito menor ia dar uma noção tão boa de diversidade
OSCAR:	Mas, só uma dúvida. O quão... a fundo ele chega na...classificação?
BRUNA:	Não muito... ah, da classificação, ah, então é bastante, tipo Teleostei, sei lá... é... então eles tipo... e aí a gente achou estranho também, porque a gente [universitários] tem mais contato com os nomes dos grupos, assim, na faculdade, e aí, qual? Qual a importância dos alunos no segundo colegial [2º ano do Ensino Médio] terem isso?
EDUARDO:	Tem um monte de nome “x”, que a gente aprende aqui, por exemplo, tem um monte de nome [!].

Notas: Estudantes de licenciatura exploram limites da nomenclatura científica no sistema filogenético proposto pelo objeto didático *Uma história da diversidade de cordados* [SD 2015_04].
Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

Oscar enfatizou e sua fala que um “número menor de animais para cada táxon” do cladograma seria mais indicado. Oscar não fala em diminuir o número de táxons, ele fala em reduzir o número de animais por táxon (e.g., um animal para cada táxon). Nessa sugestão, a estrutura da árvore filogenética não seria alterada. Enxugar o número de espécies reduziria o tempo de trabalho? Quais seriam as possíveis implicações para a atividade? Do ponto de vista de Eduardo, um menor número poderia prejudicar a compreensão sobre a diversidade. A palavra diversidade remete àquilo que é diverso, àquilo que é variável. Se considerarmos diversidade biológica como número de espécies apenas, o enunciado de Eduardo se aproximaria do conceito de *riqueza de espécies*, um conceito utilizado por ecologistas para amostrar à quantidade de espécies de uma determinada comunidade (FUTUYMA, 2009). Por outro lado, a árvore filogenética incita ao pensamento evolutivo do conceito de diversidade biológica. Neste caso, agregar-se-iam os padrões históricos de mudança na diversidade, e de origem e extinção de táxons, conceitos adotados comumente por sistematas (FUTUYMA, 2009). No que tange a ideia de biodiversidade, inclusive, deveriam ser consideradas as variações populacionais das espécies. Algo que um professor convidado[17] da disciplina CPEZ no ano de 2018 afirmou ser um problema bastante comum na lida com o tema diversidade na Educação Básica. Na ocasião, ele disse:

> Eu encontrei nesse fato de usar o singular na metonímia um bloqueio para ensino biologia evolutiva (...) o ideal é que tivesse uma foto com pelo menos dois (...) que algumas delas [cartas] tivessem mais de um indivíduo (...) por 10 anos eu fiquei fazendo pesquisa em taxonomia, e você vê que essa coisa daquilo que é espécie para um pesquisador, pode sofrer uma revisão taxonômica daqui a um ano e virar duas ou três.
>
> [fala de professor convidado, comunicação pessoal, CPEZ 2018]

Quando fez essa colocação, o professor convidado não estava analisando o objeto em questão, mas sua fala tem relevância para problematizar como a diagramação estética deste e de vários outros objetos criados pode interferir na compreensão abrangente do conceito de biodiversidade. A utilização do singular na metonímia, ou seja, de um indivíduo como retrato de uma espécie ou de um táxon,

[17] No ano de 2018, três professores da Educação Básica foram convidados para assistir e criticar as sequências didáticas produzidas naquele ano. Quando comentou sobre o problema descrito, o professor convidado estava analisando as cartas do jogo *Perfil dos Cordados*, pertencente à [SD 2018_03].

pode dificultar a compreensão das variações intraespecíficas e históricas dos táxons. Além, portanto, da não representatividade morfológica da espécie, percebe-se na fala do professor um cuidado com a interpretação social da taxonomia, que remete a transitoriedade da ciência filogenética, assunto que voltaremos a discutir mais adiante.

Seguindo no rumo do diálogo anterior, Oscar questionou qual seria a profundidade do objeto didático em relação à classificação. Mesmo que Bruna tenha negado em princípio, ela considerou que foi "bastante", e para dar uma dimensão do quanto isso significava, exemplificou: "tipo Teleostei". Em seguida, ela faz uma pergunta legítima, "qual é a importância dos alunos no segundo colegial (sic) terem isso?". De fato, se a atividade se ativer apenas ao conhecimento da nomenclatura técnica, à verbalização de "nomes dos grupos" ou "um monte de nome x" (como complementou Eduardo), sem qualquer contexto, o entendimento da diversidade biológica na perspectiva evolutiva pode ser prejudicado, tornando-se inclusive tedioso. Contudo, é no desdobramento da nomenclatura que podem estar os caminhos para o entendimento da filogenia. Vamos tomar o exemplo do clado Gnathostomata, que destacamos na figura 13. Além de ser um nome grego para designar um táxon superior, é uma hipótese filogenética estabilizada pela comunidade científica, que reúne a maioria dos vertebrados viventes, inclusive os terrestres e aéreos. Algumas implicações evolutivas podem ser extraídas da análise desse táxon. Primeiro, notar que o táxon se diversificou a partir de um ancestral comum mandibulado (*gnathos*). Além disso, uma leitura atenta pode extrair da filogenia que peixes não são um grupo monofilético, ou seja, não compartilham um ancestral comum exclusivo. Tetrápodes tem mais em comum com peixes ósseos, inclusive dos Teleostei, do que estes com peixes cartilaginosos.

Somente isso já seria suficiente para contrapor a ideia - bastante presente no senso comum - de que peixes são um grupo verdadeiro (monofilético). Um olhar atento para as relações evolutivas dos cordados mostraria que isso é uma falácia evolutiva. Por isso, em complemento ao objeto didático criado pelas licenciandas, sugerimos conduzir a atividade partindo da irradiação de Gnathostomata, contextualizando a história evolutiva do grupo, seguida de uma proposta investigativa sobre a conquista do ambiente terrestre/aéreo e das incertezas históricas sobre a classificação biológica. No objeto didático das licenciandas, essa história evolutiva está bem resolvida, no entanto, essa discussão já provocou muitos debates na

comunidade científica que pesquisa esse tema (para mais detalhes, ver BRINKMANN et al., 2004). Na figura 13, seria o nó que destacamos com a interrogação amarela. Em uma proposição investigativa, os aprendizes teriam que argumentar quem seriam os parentes vivos de tetrápodes: celacantos ou peixes-pulmonados (figura 15). Quais argumentos ajudariam a sustentar essa hipótese? Nesse sentido, argumentar sobre evidências que sustentem suas hipóteses, como características morfológicas (membros), fisiológicas (excreção e respiração), comportamentais (postura de ovos) e até mesmo, do ponto de vista molecular.

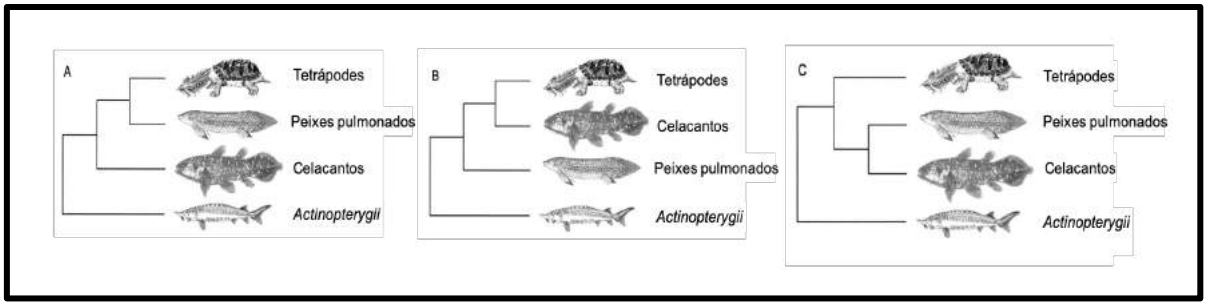


Figura 15 – Hipóteses de relações filogenéticas no clado *Sarcopterygii*. Em A, peixes-pulmonados seriam os parentes vivos mais próximos dos tetrápodes. Em B, celacantos seriam o grupo-irmão dos tetrápodes. Em C, ambos (celacantos e o peixes-pulmonados) formariam um grupo monofilético irmão de tetrápodes. Fonte: adaptado de BRINKMANN et al., 2004.

Para a construção do pensamento filogenético na taxonomia sem o viés essencialista-teleonômico, tal qual sugerimos na condução da atividade *Uma história da diversidade de cordados*, o conteúdo científico apresentado não pode ser visto como neutro, ou inerte, é preciso contextualizar também o seu caráter social. Essa construção não surge de uma hora para outra, nem apenas com um objeto didático, mas deve ser estimulada constantemente. Lopes e Vasconcelos (2014) demonstraram, a partir de reflexões de professores da Educação Básica, que existe uma lacuna de domínio da ferramenta filogenética, considerada como complexa. A falta de estratégias e metodologias de ensino também são citadas como dificuldades nesse tópico (LOPES; VASCONCELOS, 2014). Mesmo tendo sido proposta em meados dos anos 1960, a sua transposição para a Educação Básica brasileira ainda é incipiente. Esse reconhecimento também foi bastante presente na fala dos licenciandos que cursaram a disciplina CPEZ, exemplificadas a seguir:

> [...] isso [filogenia] é uma coisa que eu gostaria de ter tido, é... no sentido de... conseguir visualizar como que os grupos estão próx... "ah, esse é próximo desse, esse é próximo daquele" [aproxima os dedos indicadores], porque tipo, é bastante conteúdo, então o professor divide em várias aulas e ele fala: "ah, essa aula vai ser grupo tal e tal, próxima aula, vai ser grupo tal e tal" [metadiscurso] e ele dá "meio que numa ordem" [gesticula aspas com os dedos], só que, no fim, falta uma coisa pra você [cladograma], assim, conseguir ter a imagem... geral [abre os braços], sabe?"
>
> [fala de licencianda, roda de conversa, CPEZ 2016]

Nota-se que ela reconhece a importância da Sistemática Filogenética na Educação Básica, trazendo uma opinião pessoal sobre sua própria formação: "é uma coisa que eu gostaria de ter tido". Essa fala reflete um sentimento de apropriação do pensamento filogenético, provavelmente consolidado na Universidade, em contradição com a forma que aprendeu os grupos animais no Ensino Médio. A licencianda se mostrou entusiasmada, usou de gestos manuais para exemplificar essa ideia, expressando as relações de parentesco entre os grupos. Falou sobre a quantidade de conteúdos e projetou (em metadiscurso) intenções docentes: "ah, essa aula vai ser grupo tal e tal, próxima aula, vai ser grupo tal e tal". Para finalizar, a licencianda abriu os braços para o alto, associando a "imagem geral" ao cladograma proposto no objeto didático.

A seleção e adequação de conteúdos na educação, qualquer que seja a dimensão abordada e nível de ensino, é uma tarefa elementar da docência. No que se refere a filogenia, de modo geral, podemos afirmar que as propostas dos licenciandos mais se ocupam da representação imagética que os aprendizes farão da evolução de que com a construção de cladogramas. Um exemplo disso é a própria percepção que a licencianda fez acerca do objeto destacado na figura 13, quando enfatizou a representação pictórica. De novo, isso não é um problema, mas subestima o potencial de construção do conhecimento científico inerente ao procedimental filogenético. Duas exceções à essa condição geral devem ser destacadas. Uma delas é uma atividade inspirada em uma clássica atividade utilizada na disciplina de primeiro semestre *Princípios de Sistemática e Biogeografia* do IB/USP (Anexo 4). Essa atividade foi proposta em duas SD com semelhantes formas de condução docente e interação dos aprendizes com o objeto de ensino. As propostas se centram na construção de uma filogenia a partir de um grupo de animais fictícios, como os representados na figura 16 (acima).

Tal qual a atividade de *classificação de materiais*, os procedimentos científicos necessários para a elaboração dessas filogenias não são estritamente trabalhados,

ficando os critérios de taxonomia e construção da filogenia a cargo de cada aprendiz. Uma das possibilidades para elaborar essa filogenia seria elencar as características observáveis do grupo de indivíduos e proceder aproximações de acordo com número de características compartilhadas. Por exemplo, partiríamos do pressuposto que todos indivíduos compartilham as características “corpo formado por cabeça, dois braços e duas pernas”. Tomaríamos, portanto, o representante D como o grupo externo a esse conjunto de animais fictícios. Assim, é possível distinguir os indivíduos em dois grupos: sem apêndice (D) e com apêndice (A, B, C, E, F, G). Em seguida, em alados (A, B, C) e com rabo (E, F, G). Dentre os alados, dois tem olhos grandes (A, C), sendo que um deles tem antenas. Dentre os com rabo, dois tem chifres (F, G), sendo que um deles tem orelhas. Assim por diante, seria possível elaborar um cladograma como o representado na figura 16 (abaixo).

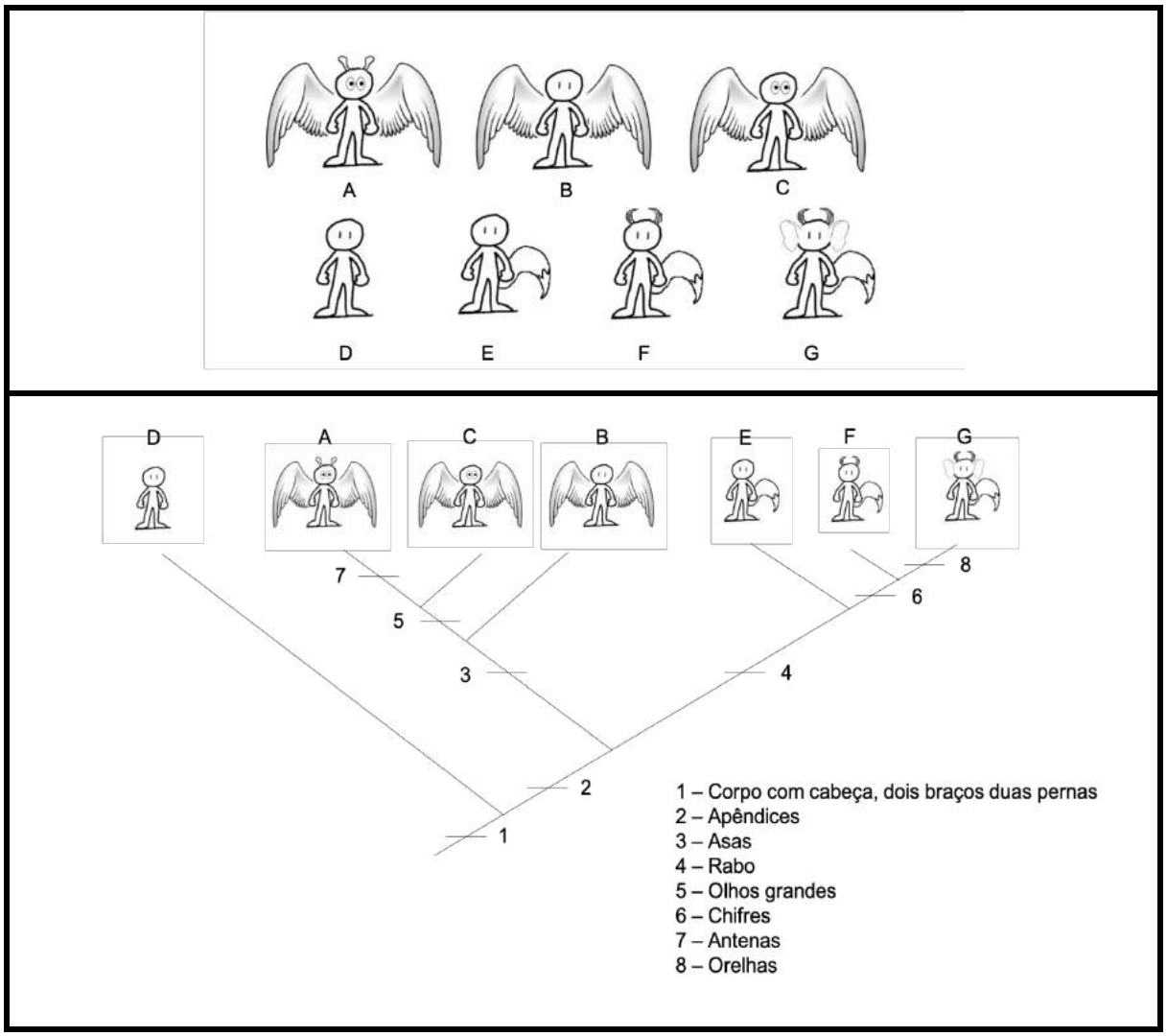


Figura 16 – Construção filogenética de animais fictícios. *Acima*. Representantes fictícios da [SD 2014_07]. *Abaixo*. Uma possibilidade de relação filogenética criada pelo pesquisador. Fonte: Autoria própria. Imagens adaptadas da [SD 2014_07] - SILVA; BARBOSA (2016).

Pela lógica exposta, todos indivíduos teriam um ancestral em comum, sendo D o indivíduo mais basal, por compartilhar com os demais apenas as características descritas no item 1. Mas *e se* a presença de asas surgiu na base dessa "história evolutiva" e essa condição foi perdida pelos indivíduos que não tem asas? Chifres e antenas teriam aparecido simultaneamente? Seriam chifres e antenas mesmo? E se tomássemos outro representante como grupo externo? São justamente essas discussões que se esperam de atividades como estas, ainda que esse propósito não esteja claro na narrativa das sequências.

Ponderamos que instrumentalizar demais a atividade tende a mecanizar os procedimentos docentes, por outro lado, a falta desse instrumental parece indicar que os licenciandos dão como certo o domínio dessa ferramenta, o que não condiz com os relatos da literatura. Na disciplina supracitada, os docentes do IB/USP utilizam esse, e outros exemplos similares, para trabalhar aspectos sobre inferência evolutiva e elaboração de matrizes de caracteres, métodos que facilitam a construção de cladogramas. Não é objeto desta análise descrever o procedimental relacionado a construção das matrizes de caracteres e suas decorrências, até porque existem espaços mais adequados para isso. Todavia, entende-se que o domínio desse procedimental pelos professores é essencial para o bom desenvolvimento de uma sequência sobre Sistemática Filogenética na Educação Básica. Esse procedimental vai ao encontro do domínio de conhecimento científico por parte do professor (competência disciplinar) e o torna capaz de reconhecer as variáveis relevantes, relações significativas e grau de simplificação na solução dos problemas (VILLANI; PACCA, 1997).

É o que podemos observar ao analisar a sequência didática *Filogenia e evolução: uma introdução às relações de parentesco entre os grupos de animais* [SD 2015_02]. Por toda a SD, os autores buscam o protagonismo dos aprendizes em debates, saídas de campo e tomada de decisões. Para iniciar, os autores elaboraram um vídeo que simula um debate de jornal televisivo em que dois 'especialistas' apresentam suas visões de evolução, uma progressivo-linear e outra divergente-ramificada. Acerca desse vídeo e condução da sequência didática, os autores consideram que a partir do debate "o professor pode investigar qual é a visão geral da sala e se esforçar para quebrar os conceitos errados que surgirem da discussão em cada aula desta sequência" [SD 2015_02, grifos nossos].

Construir talvez seja um termo mais adequado para especificar o esforço docente em relação a possíveis erros conceituais advindos do debate, tendo em vista as diferentes bases culturais e religiosas que ocupam os espaços escolares. No entanto, é notável o cuidado dos autores com a tematização (vídeo + debate), e desta com a continuidade da sequência, manifesto no trecho “discussão em cada aula desta sequência”. A proposta filogenética é muito similar a atividade com animais fictícios, no entanto, o cladograma a ser construído decorre da observação e registro de características morfológicas de mamíferos do Zoológico. Para isso, é sugerida uma tabela de registro de presença e ausência, com algumas características pré-determinadas e outras em aberto, que ficam por conta dos aprendizes (figura 17).

Os autores então abrem dois diálogos, um direcionado aos professores-leitores, em que exploram possíveis problemas advindos da atividade:

> Dependendo do seu [professor-leitor] objetivo e contexto, é necessário mudar os caracteres já definidos. Nesse ajuste, importante levar em consideração que uma liberdade maior para a escolha dos caracteres pode gerar um cladograma mais difícil de se discutir com os estudantes, levando a possíveis confusões nas próximas aulas; ou então ser interessantíssimo para discutir a relevância de determinados caracteres para a evolução dos animais e o processo de escolha deles na classificação. Já uma menor liberdade pode restringir a(o) estudante a ter um olhar próprio sobre as características e a compreender o processo de escolha dos caracteres.
>
> [excerto da SD 2015_02]

O outro tem como principal interlocutor os aprendizes, mas também aponta para as formas de interação na sala de aula. Não adentra no passo-a-passo de construção de cladogramas, no entanto, utiliza um artifício para construí-lo por meio do *software Past*[18]:

> Agora que você [aprendiz] já coletou os dados sobre as características dos animais no zoológico, é hora de colocá-los em um programa de análise de dados. Esse programa, assim como vários outros de mesma natureza, tem a finalidade de analisar dados numéricos através de vários tipos de estatísticas. Para nós [professores e estudantes], o que importa é uma análise chamada de Análise Cladística da Parcimônia. Não entraremos em detalhes aqui sobre ela, mas, basicamente, ela utiliza métodos estatísticos para agrupar indivíduos com o maior número de características em comum, utilizando o menor número de transições possível de um estado para outro (de 1 para 0, ou de 0 para 1), em um tipo de gráfico chamado “Cladograma”.
>
> [excerto da SD 2015_02]

A liberdade de escolha das características coloca todos como protagonistas da atividade. Como os registros e construção de cladogramas devem ser realizados

[18] O Programa PAST para a construção de árvores filogenéticas é de uso livre e pode ser baixado nesse endereço eletrônico: < https://folk.uio.no/ohammer/past/> Acesso em 18 out. 2019.

em grupos, diversos cladogramas serão possíveis, de quebra, trabalha-se a percepção da filogenia como uma atividade humana, sujeita a erros e acertos. Por fim, toca num assunto bastante recorrente da Sistemática Filogenética e pertinente à Educação Básica, o princípio de parcimônia. Segundo os autores da sequência, parcimônia é um método que reflete o “maior número de características em comum, utilizando o menor número de transições possível de um estado para o outro”. De acordo com Amorim (2002), o princípio da parcimônia propõe uma análise baseada epistemologicamente na economia de hipóteses propostas, ou seja, as que exigem menor número premissas e no menor número de homoplasias, as semelhanças adquiridas independentemente em dois ou mais táxons (AMORIM, 2002). Quando se trata de uma atividade com animais fictícios e poucos caracteres, como aqueles apresentados na figura 15, até é possível realizar esses procedimentos de forma manual. No entanto, à medida que se aumenta o número de táxons e características analisadas a utilização de um *software* pode ser uma solução razoável. Uma junção das duas propostas pode ser um caminho mais profícuo de construir esse conhecimento filogenético.

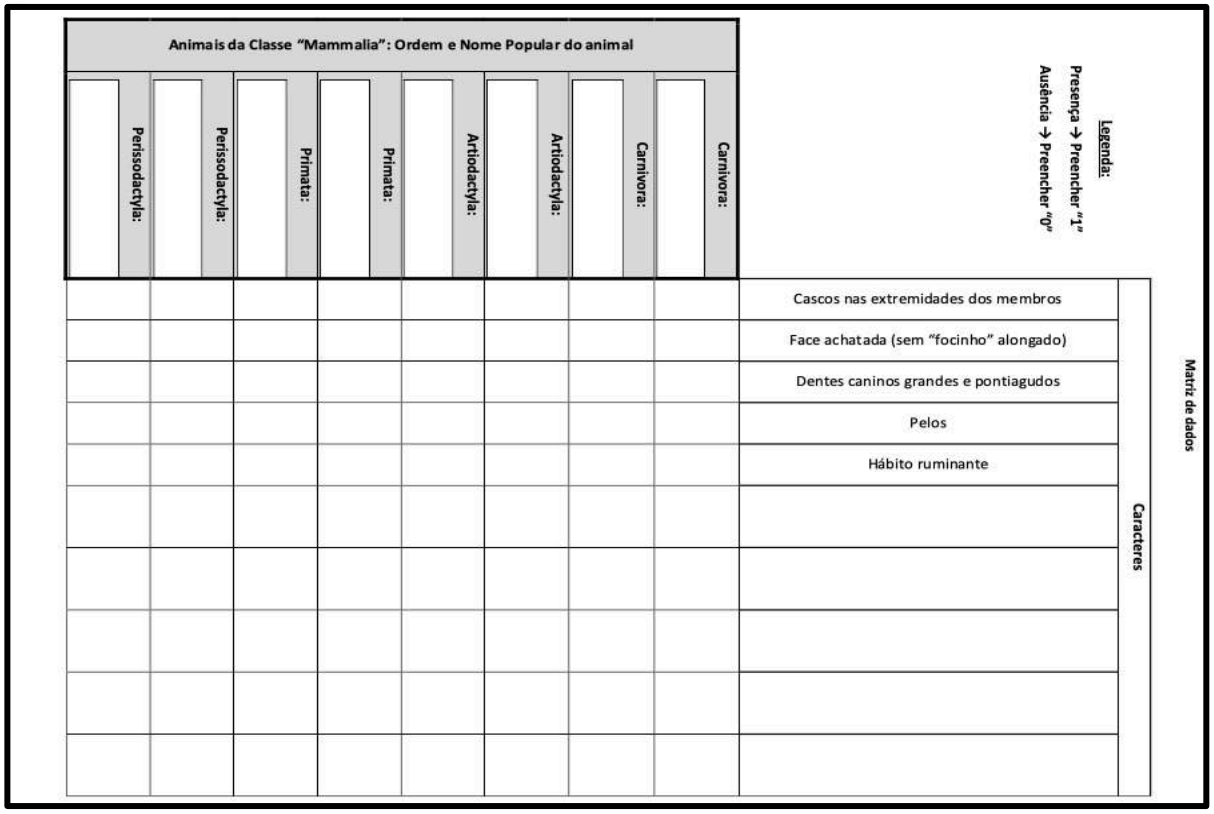


Figura 17 - Matriz de dados sugerida pela [SD 2015_02] para registo de presença e ausência de características de animais mamíferos. Fonte: DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

A linguagem filogenética também pode e deve ser trabalhada no estudo dos problemas relacionados à conservação das espécies. Os princípios evolutivos nos dizem como reduzir as probabilidades de deterioração genética em populações pequenas e ameaçadas, como medir a diversidade genética e como distinguir espécies, sendo indicativos de regiões prioritárias em nossos esforços pela conservação (FUTUYMA, 2009). É essa temática que a última atividade da [SD 2015_02], o estudo de caso *Pokémon em perigo* tenta problematizar. Nessa atividade, espera-se que os aprendizes tomem decisões relacionadas à conservação ambiental com base na leitura de um cladograma e um mapa. Foi escolhida uma situação hipotética (usando *Pokémon* como linhagens a serem preservadas), mas os autores sugerem que o professor-leitor possa adaptar esse exemplo ao seu contexto. Os aprendizes devem escolher duas entre quatro áreas delimitadas em um mapa para serem transformadas em áreas preservadas (figura 18). O exercício enfatiza a importância da tomada de decisão informada e suas consequências para a biodiversidade. Conrado et al. (2012) evidenciaram que a mobilização de conhecimentos evolutivos são pouco ou inadequadamente utilizadas em tomada de decisões em questões socioambientais, como as escolhas relacionadas a conservação ambiental. Esses autores defendem que os conhecimentos evolutivos podem contribuir para a tomada de decisões socialmente responsáveis, no entanto, as dificuldades de compreensão e aplicação enfrentadas pelos estudantes sobre esses conhecimentos são empecilhos para a sua efetivação na prática (CONRADO et al., 2012).

No estudo de caso *Pokémon em perigo*, a situação hipotética poderia resolver conflitos estéticos e afetivos relacionados à tomada de decisão, embora seja totalmente plausível que os aprendizes, e licenciandos, tenham suas predileções relacionadas as personagens. Mas a presença de um cladograma como materialidade do estudo de caso pode potencializar a apropriação de conhecimentos evolutivos na tomada de decisão. Por isso é necessário que a condução da atividade oriente os aprendizes a tomar sua decisão com base, principalmente, no mapa e no cladograma. Por exemplo, a preservação das áreas A e C poderia considerada uma decisão correta. A área A porque possui as linhagens mais antigas - uma história evolutiva única e muito importante para inferir sobre as características dos *Pokémon* da região. A área C porque é a área com o maior número de linhagens, portanto deveria ser

preservada também. Todavia, se os aprendizes escolherem as áreas C e D para serem preservadas, por serem as de maior extensão e maior diversidade de ambientes, não seria um contrassenso.

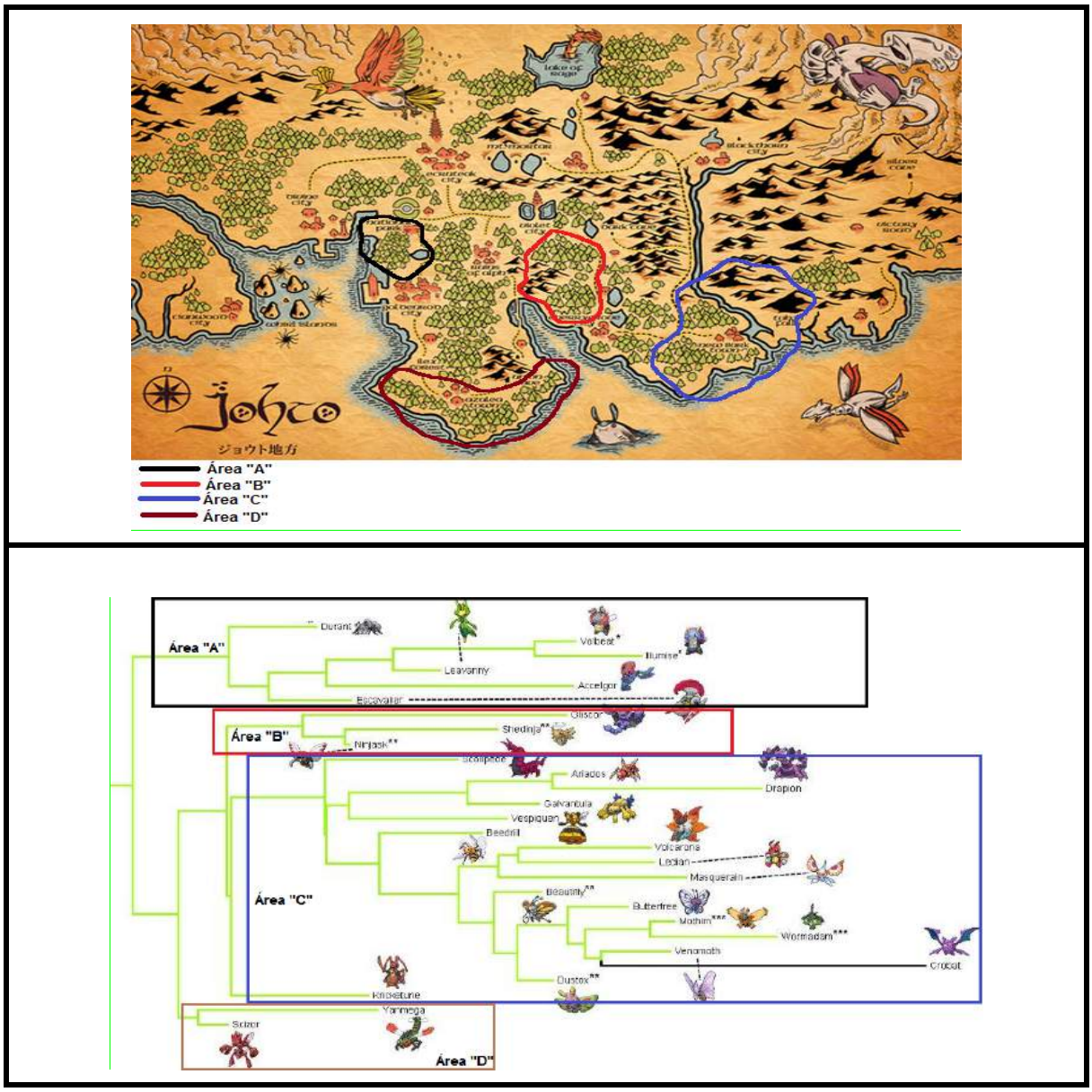


Figura 18 - Componentes do estudo de caso *Pokémon em perigo*. *Acima*. Mapa dos ambientes em que vivem os supostos grupos de Pokémon. *Abaixo*. Cladograma de relações filogenéticas de um grupo Pokémon (adaptado de SHELOMI et al., 2012). Fonte: [SD 2015_02] - DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Não obstante, três aspectos se fizeram presentes na análise desse objeto didático pelos licenciandos. O primeiro é que houve um reconhecimento geral de uma proximidade entre conteúdo proposto e o cotidiano dos estudantes, algo que pode ser um incentivador para a realização a atividade. A franquia *Pokémon* foi criada em 1995 e até hoje é uma mídia que interessa milhões de pessoas, principalmente crianças e

adolescentes. No momento da concepção deste recurso de ensino, ou seja, durante o segundo semestre de 2015, *Pokémon* completava vinte anos de existência e um dos aplicativos mais acessadas por jovens e adultos era o *Pokémon GO*, um jogo eletrônico de realidade aumentada para *smartphone*. Obviamente, esse fato teve uma grande influência no *design* do estudo de caso.

O segundo aspecto é que, no contexto da franquia *Pokémon*, a evolução ocorre quando os indivíduos passam de um estágio de desenvolvimento para outro, ganhando mais efeitos de poder. Os autores do OD destacaram isso em uma observação direcionada ao professor-leitor:

Tal acontecimento [evolução dos Pokémon] se assemelharia mais ao processo de desenvolvimento / ontogenia e, portanto, o termo [evolução] pode provocar confusão no contexto da sequência didática. É preciso deixar claro para os alunos que a "Evolução Pokémon" é diferente da "Evolução" no contexto biológico. Contudo, esse ponto pode inclusive suscitar uma discussão por parte deles e ser utilizado pelo professor para avaliar se eles compreenderam as diferenças."

[excerto da SD 2015_02]

Esse é um ponto em contradição com o conceito de evolução biológica, mas talvez seja justamente essa peculiaridade da animação que pode trazer (para a sala de aula) discussões mais profundas sobre o senso comum e o conhecimento científico em relação à evolução. Uma questão tão importante no raciocínio evolutivo que mereceu uma seção separada desta tese (*seção 4.2.3. Evoluir*).

O terceiro e último aspecto se apresenta no próprio procedimento de análise e socialização das percepções sobre o objeto didático nas atividades analítico-discursivas. Por diversas vezes, os licenciandos vivenciaram e se colocaram na perspectiva dos aprendizes, do objeto didático e de professores (metadiscursos), discutindo critérios de escolha das áreas a serem preservadas, limites e possibilidades do objeto didático, previsão de respostas dos aprendizes, como demonstram os exemplos no quadro 9.

O surgimento desses metadiscursos são evidências de uma análise crítica que esperamos estar presente na formação inicial de professores, uma vez que encenam o conhecimento de vários atores e diálogos da vida escolar. Reconhecemos os estudos de caso como uma importante ferramenta formativa de professores de ciências, na medida em que eles possibilitam prospectar diferentes formas de interação com o recurso material, que podem contribuir para formalizar um planejamento mais centrado nas relações que os aprendizes estabelecem com o

conhecimento científico. Nesse sentido, consideramos que a atividade analítico-discursiva que criamos para a disciplina CPEZ, além de fomentar a historicidade na construção didática, possibilita uma vivência dialógica. Algo que Villani e Pacca (1997) destacam como fundamental para desenvolver a habilidade didática dos futuros professores. Esses autores ponderam:

> Os futuros professores necessitam vivenciar, ao longo de todo o currículo, uma interação dialógica com seus docentes e com seus colegas. Isso sugere que sejam valorizadas, durante todo o currículo, as atividades que envolvem o discurso dos estudantes: debates durante a resolução de problemas [...] A atenção de docentes e futuros professores deverá ser focalizada sobre o conteúdo explícito e implícito das justificativas proferidas em cada caso, inclusive nas contestações, e sobre a capacidade de convencimento dos modos de argumentar. (VILLANI; PACCA, 1997, p. 206).

Quadro 9 – Metadiscursos nas atividades analítico-discursivas da disciplina CPEZ (2016 e 2018).

Roda de diálogo – CPEZ 2018/2019
[...] esta área [área C] tem uma... diversidade enorme de *Pokémon*, e ela é uma área muito maior, é óbvio que a gente tem que preservar ela, né?
[...] eles poderiam, sei lá argumentar que “ah, esse *Pokémon* ele não vai ser extinto porque ele é superpoderoso e ele pode derrotar todo.” [vozes de aprendizes - tomada de decisão]
[...] então fica aquela coisa muito rasa, do tipo... “ah, conservação é conservar, a maior área, com maior número de espécies, com maior diversidade" [voz de professor - limites do OD]
[...] será que os animais dessa área [área com rio], que a gente tá tirando... de... daqui... essa área que a gente não vai preservar e da um negócio... pra fazer alimento vão conseguir sobreviver em outras áreas?” [voz de professor – possibilidades do OD]

Notas: Estudantes de licenciatura dialogam sobre o objeto didático *Pokémon em perigo* [SD 2015_02], enunciando vozes de diferentes interlocutores, inclusive dos próprios objetos didáticos.
Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

Concluímos esta seção afirmando que a apropriação da linguagem filogenética aponta para uma melhor compreensão de conhecimentos evolutivos, incluindo a taxonomia, no que tange à natureza da ciência, seja pelo desenvolvimento de métodos indutivos ou dedutivos, seja pela investigação de incertezas científicas, seja pelos procedimentos para a construção de cladogramas, seja para a tomada de decisões socialmente responsáveis, como a conservação ambiental. Na próxima seção são abordados aspectos relacionados a atividades concebidas para lidar com o conceito de evolução, propriamente dito, e suas problematizações na Educação Básica.

4.2.3. Evoluir

A palavra evolução é usada pelas pessoas de inúmeras maneiras. Na mídia, é comum encontrar essa palavra associada ao sentido de desenvolvimento de um indivíduo (nascimento e morte), a melhoria de uma atividade/trabalho e também ao progresso de uma ideia, relações que transmitem um sentido de linearidade ao conceito. Já vimos extrapolações desse sentido linear inclusive na evolução biológica, quando discutimos processos teleonômicos na dimensão taxonômica. Para a ciência, evolução é uma palavra fortemente associada à Teoria da Evolução (de Darwin e Wallace), que propõe bases para a origem e a diversificação da vida. Uma teoria que explica mudanças nas espécies ao longo do tempo por meio da descendência com modificação e seleção natural, pressupondo a existência de variação em níveis populacionais (FUTUYMA, 2009).

Nas 34 sequências que dimensionaram a evolução emergem dois principais caminhos para promover o debate sobre os significados da palavra/conceito evolução: uma discussão iniciada e orientada por perguntas do professor e uma discussão mediada pela análise de materiais pelos aprendizes. No primeiro caminho, espera-se que ao formular perguntas o professor, conhecendo sua turma, pondere sobre as possibilidades de respostas e adapte as atividades subsequentes da sequência. Nessas propostas, as questões sugeridas para conduzir a atividade são, em sua maioria, retóricas e não investigativas, tais como: “O que você sabe sobre evolução? O que é evolução? Quem evolui? Como evolui?” Perguntas que tem mais interlocução com os leitores das sequências didáticas do que com o contexto escolar em si. Esse é um caminho que prioriza o papel do professor e depende da espontaneidade do diálogo.

O segundo caminho sugere que os aprendizes analisem materiais de diferentes naturezas, como histórias em quadrinhos e debates mediados por vídeos ou textos midiáticos. Acreditamos que esse caminho seja mais profícuo, pois potencializa a evocação de vozes externas à escola e agrega saberes sociais ao conhecimento científico. Também porque seus propósitos se aproximam da organização de ensino proposta no modelo topológico de ensino (GIORDAN, 2008). Por exemplo, a sequência didática *Evolução e noções de Sistemática Filogenética*

[SD 2013_09] propõe logo no seu início a resolução de uma lista de exercícios em que se objetiva a leitura e interpretação de histórias em quadrinhos sobre o antropomorfismo animal (Níquel Náusea & Calvin e Haroldo) e sobre diálogos imaginários entre figuras históricas e religiosas, como Darwin e Deus (e.g., ver ap. 4.6).

Quadrinhos como esses abordam temáticas biológicas, questões existenciais e críticas ao modo como a sociedade lida com o conhecimento científico, mobilizando a interpretação de figuras de linguagem, como analogias e comparações. Segundo os autores da sequência, atividades com essa (entre outras que elaboraram) pretendem que os aprendizes sejam capazes de "diferenciar o conceito biológico de evolução e dos demais conceitos trabalhados do seu significado segundo o senso comum, assim como aprimorar sua capacidade de discussão" [SD 2013_09]. Do ponto de vista do modelo topológico de ensino, é possível inferir neste excerto que os quadrinhos agiriam como meios de mediação para o embate das ferramentas culturais utilizadas no cotidiano (senso comum) e as ferramentas culturais a serem construídas na sala de aula (conceito biológico de evolução), promovendo assim, a ampliação das esferas de comunicação dos estudantes.

Uma professora convidada da disciplina CPEZ (2015) alertou que o tema evolução traz, recorrentemente, concepções alternativas, algumas delas ligadas a religiosidade dos estudantes, e que os professores devem estar preparados para lidar com essas e outras ideias. No que tange a dicotomia ciência e religião algumas precauções são necessárias para não incorrer em um erro bastante comum de professores de ciências quando o assunto é evolução: o dogmatismo científico. De acordo com Gérard Fourez (1995, p. 153) "em nossa filosofia espontânea, induzidos ou não por hábitos há muito herdados da história, tendemos a considerar a ciência como a busca da verdade única e a definir o progresso científico como tudo aquilo que nos aproxima dessa representação privilegiada". O autor faz essa consideração partindo de uma analogia entre o processo científico e um jogo de jornal, no qual se apresentam desenhos em quadrinhos (sem legenda) para os quais se deve encontrar uma legenda. Não é o caso dos quadrinhos presentes nas SD mencionadas anteriormente, no entanto, suas considerações acerca dessa trama são pertinentes às ações esperadas na interpretação de quadrinhos.

A Teoria da Evolução não deve ser tomada como uma verdade absoluta,

como a única explicação para a origem da vida e sua diversidade, embora seu poder de explicação para vida seja vasto. O que se espera nas aulas de ciências é a apropriação das bases do conhecimento científico que levaram Darwin e outros evolucionistas a produzir uma solução científica (não mítica) para o problema da vida. De preferência, em sua perspectiva histórico-social. Apresentamos alguns caminhos possíveis para essa apropriação na seção anterior (linguagem filogenética e natureza da ciência). Nesse sentido, a apropriação científica não deveria impedir os trânsitos epistemológicos dos estudantes em relação ao tema evolução. Portanto, é fundamental que o plano das ações educativas favoreça diferentes interpretações para um mesmo fenômeno de forma a ampliar o espectro da análise estudantil. Parafraseando Fourez, o que queremos chamar a atenção aqui é que a ciência não deveria ser subjetivada, mas entendida como uma instituição social, imbuída das particularidades humanas, ou seja, de erros e acertos. Ou então, nas próprias palavras de Fourez, “[...] para a ciência, trata-se de fazer com que um grupo aceite uma visão, em meio a relações de forças e de coerções de todo gênero. A ciência, quando deixou de ser uma espécie de jogo interpessoal [...] entrou de uma vez por todas na esfera do social.” (FOUREZ, 1995, p. 152).

Decorre desse exemplo, e outros similares, que desconstruir pensamentos equivocados sobre a evolução biológica requer lidar com o senso comum, com as diferentes interpretações sobre a vida e sua origem, bem como dos conflitos advindos destas, assuntos que podem ter melhores resultados quando tratados de forma tematizada e contínua. A discussão sobre existência, o que é vida e evolução, remontam as mais primordiais divagações filosóficas da humanidade e, ainda hoje, são assuntos polêmicos em aulas de ciências. Entre os muitos aspectos que compõem esses movimentos do pensamento humano, destacam-se no campo da biologia, as questões ideológicas sobre a constituição e história de vida no planeta, que confrontam visões progressivas e evolutivas das espécies, como começamos a ver na seção sobre *linguagem filogenética* e aprofundaremos a seguir.

No objeto didático *Jogo das Extinções* [SD 2015_05], o jogador-aprendiz deve percorrer um caminho com uma população de uma espécie hipotética, representada por um punhado de feijões. O tabuleiro contém início, meio e fim, é percorrido por sorteio de dados (figura 19). Interações com elementos do ‘meio’ (impactos, questões e reprodução) modificam a estrutura das populações dos jogadores, diminuindo ou

aumentando o número de indivíduos que as compõem. O fim do tabuleiro não representa necessariamente o final do jogo, podendo este ser determinado pelos jogadores, quando devem refletir sobre o tema extinções de espécies.

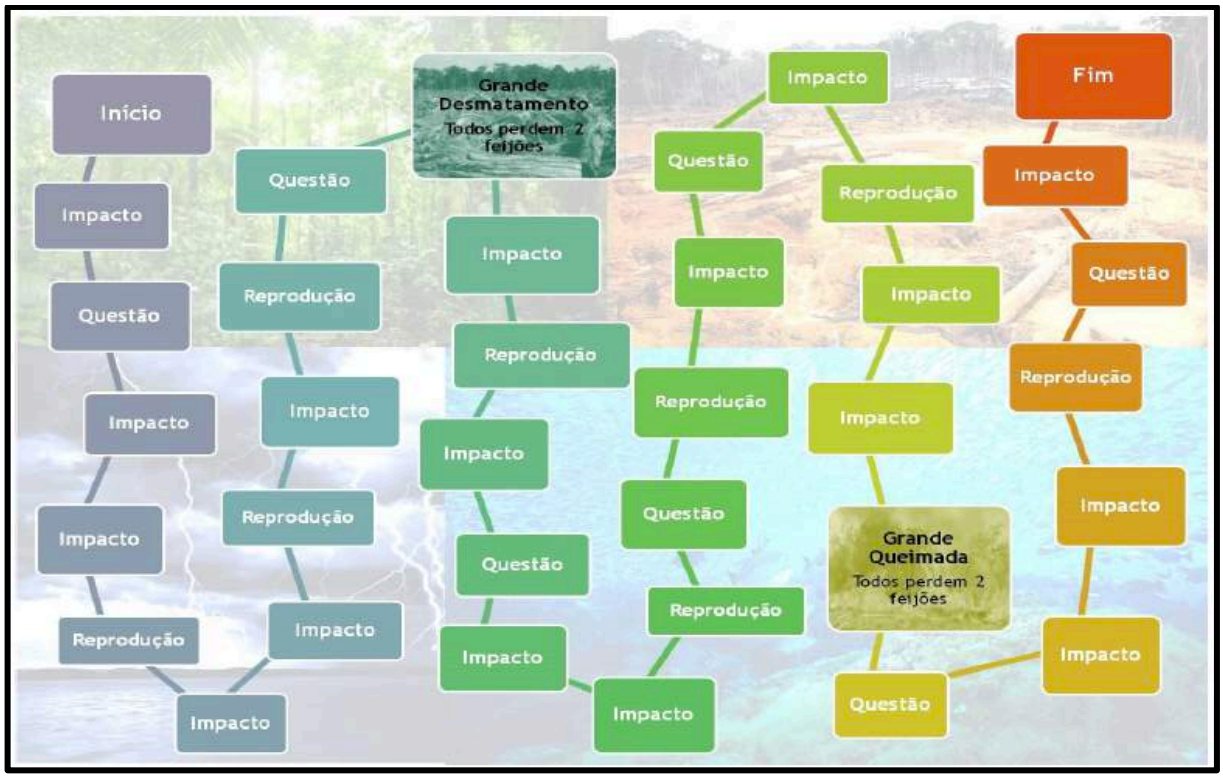


Figura 19 - Tabuleiro do Jogo das extinções. Fonte: [SD 2015_05] - DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Durante a atividade analítico-discursiva ocorrida em 2016, um licenciando elaborou uma importante reflexão sobre os propósitos didáticos do jogo e o caminho linear percorrido pelos jogadores. Nas conversas iniciais da atividade ele expressou esse sentimento de incomodo:

[...] o que mais me incomodava no jogo de tabuleiro... o fato de você seguir um caminho linear, você tá sempre caminhando em direção a um fim, um objetivo, quando na verdade, pra mim, um jogo que lida com evolução ou extinção, ele tem que seguir, os moldes de um jogo de estratégia, então você não tem um caminho definido.

[fala de licenciando, análise do OD, CPEZ 2016]

Por meio da expressão “na verdade” o licenciando contrastou as relações de equivalência “caminho linear - fim/objetivo” e “estratégia - evolução/extinção”. Para ele, a linearidade do tabuleiro poderia incitar um pensamento evolutivo progressivo (e.g., impactos necessariamente ocasionam a extinção de espécies). Por outro lado,

a perspectiva populacional que se desenha no desenrolar do jogo (mediada pela variação de feijões) traz um aspecto que desafia essa interpretação progressiva, mesmo considerando a ausência de variedade fenotípica nas populações (somente feijões).

Isto posto, para configurar uma perspectiva evolutiva no *Jogo das extinções*, ou seja, não progressiva, é essencial que jogadores façam um acompanhamento sistemático das populações e suas dinâmicas. Em seguida, o professor deve propiciar momentos de discussão sobre os processos evolutivos abordados em diversos tempos do jogo, como extinção, vulnerabilidade, sobrevivência das espécies e, principalmente, a seleção natural. É preciso ter em mente que apesar da aparente evidência dos desígnios e propósitos finalistas, as causas mecanicistas também podem explicar os fenômenos biológicos. Na visão de Futuyma (2009) essa seria a mais importante e imensurável contribuição de Darwin à ciência sobre o conceito de evolução: “uma combinação entre variação sem sentido e não-direcionada com o inflexível e negligente processo da seleção natural” (FUTUYMA, 2009, p. 5). No *Jogo das extinções*, os aspectos não-direcionados (sem sentido) variam por conta da aleatoriedade dos eventos (sorteio de dados e cartas do meio), que interferem na constituição das populações. Mas o processo de seleção natural, embora presente, não se destaca, podendo inclusive ser entendido como único (fim do jogo). Seria, portanto, um tabuleiro linear adequado para lidar dos temas evolução e/ou extinção?

Vejamos como se configurariam os processos evolutivos analisando um jogo de tabuleiro não-linear. O tabuleiro do jogo *Kiirus* [SD 2013_02] representa um planeta fictício, cujos ambientes são muito similares aos terrestres: florestas, savana, deserto e tundra (figura 20). No início do jogo, duas espécies fictícias de animais habitam a floresta desse planeta, diferindo apenas em relação ao seu bico - modo de alimentação. À medida que o jogo se desenvolve, eventos aleatórios representados pelas cartas de mutação e cartas ambiente (pressões seletivas), interferem na sobrevivência das populações e/ou conquista de novos ambientes. Nesse interim, novas espécies podem surgir e outras serem extintas. O objetivo do jogo é povoar o maior número de habitats diferentes antes que a carta mudança ambiental global (1/73) encerre o jogo. Um detalhe importante, em *Kiirus* “eventos como o surgimento da vida e a sua diversificação como conhecemos hoje, que demoraram bilhões de anos para ocorrer na Terra, desenvolvem-se muito mais rapidamente, em questão de

hora” [SD 2013_02].

A presença de um tabuleiro não-linear e o advento de mutações contribuem para um melhor entendimento dos processos evolutivos, se comparados ao *Jogo das extinções*. Isso porque obviamente haverá variação nas populações, fenotípica e numérica, mas também porque as mutações ocorridas na população possibilitam a conquista de outros ambientes. O advento da mutação torna o jogo mais complexo porque, para vencer, os jogadores dependem dos resultados obtidos no sorteio de dados, ou seja, seus passos no tabuleiro são influenciados pelo acaso, fatores que podem proporcionar melhores entendimentos sobre adaptações, conquistas de ambientes e seleção natural. Para controlar o surgimento das novas espécies, as autoras do jogo sugerem a construção uma “árvore filogenética” e exemplificam graficamente (figura 21).

Figura 20 - Tabuleiro do *Jogo Kiirus*. Fonte: [SD 2013_02] - SILVA; DEL CORSO (2016).

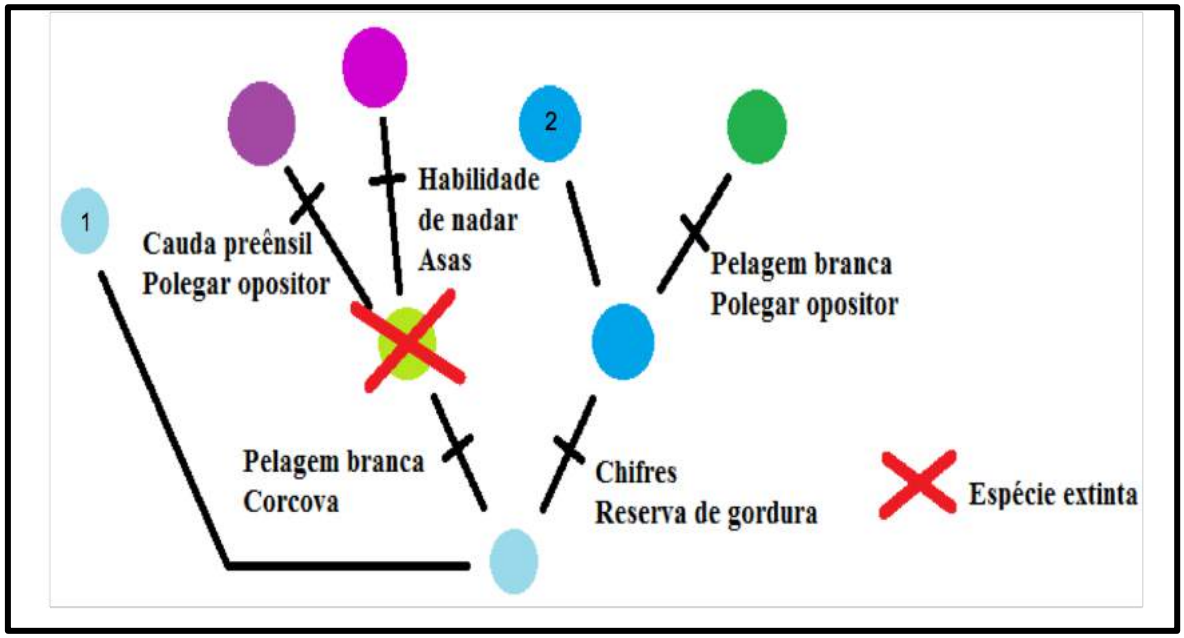


Figura 21 - Esquema para controlar o surgimento e extinção de espécies no jogo *Kiirus*. Os círculos representam espécies, controladas no jogo por meio de botões. Os números 1 e 2 não fazem parte da figura original e foram indicados para dar sentido a discussão representacional.
Fonte: Adaptado de [SD 2013_02] - SILVA; DEL CORSO (2016).

De acordo com as regras do jogo *Kiirus*, “se uma população acumular duas mutações, passará a ser considerada uma nova espécie, sendo indicada pelo acréscimo de um novo botão” [SD 2013_02]. Aqui é necessário fazer uma ponderação sobre a representação utilizada, conceitos filogenéticos e adequação de conteúdo na Educação Básica. Primeiro, deve-se fazer uma distinção entre o que são árvores filogenéticas e cladogramas. Amorim (2002) explica que árvores filogenéticas expressam “relações filogenéticas tanto entre táxons terminais, quanto entre espécies ancestrais e espécies descendentes”, enquanto cladogramas expressam “relações filogenéticas (ou genealógicas) apenas entre táxons terminais (espécies ou grupos supraespecíficos), evidenciados por sinapomorfias” (AMORIM, 2002, p. 60). Definitivamente, o esquema criado pelas autoras se aproxima mais de uma árvore filogenética, já que apresenta relações ancestral-descendentes. Todavia, tendo em vista que os nós correspondem às espécies, os círculos 1 e 2 e seus devidos ramos poderiam ter sido eliminados, de modo a evitar interpretações evolutivas equivocadas, já que espécies ancestrais não podem ser idênticas às descendentes (na lógica temporal e filosófica).

Por outro lado, sob uma ótica populacional, os dois aspectos principais da evolução estão retratados no esquema: a *anagênese*, mudança evolutiva de várias

características em cada um dos descendentes e a *cladogênese*, ramificação de uma linhagem em duas ou mais linhas de descendência (FUTUYMA, 2009). Todos os jogos de ensino têm limitações e espera-se que, ao usar esses recursos em sala de aula, os professores ajudem os aprendizes a identificá-las, para ampliar seu repertório sobre o conhecimento pretendido no recurso material. O jogo *Kiirus*, se bem compreendido por professores e aprendizes, pode trazer um olhar dinâmico da evolução das espécies e desmistificar a visão de progresso evolutivo. Isso devido a presença de eventos estocásticos e seleção natural em meio a um pensamento populacional, observados, é claro, os problemas temporais. É esperado que um jogo cujo tema seja a evolução e extinção das espécies, trabalhe aspectos relacionados a aleatoriedade dos eventos, a dinâmica de populações, a conquista de ambientes e a seleção natural. Com esse coletivo de fatores, é evidente que o jogo também se tornará mais complexo.

Um assunto abordado superficialmente em *Kiirus* é a reprodução, mas nos outros dois objetos didáticos que faziam parte do conjunto analisado (*Bate com a ilha* e *Simulando a evolução*; ver quadro 4) esse assunto é fundamental para a fruir a jogabilidade/simulação. Quando os licenciandos discorreram sobre a reprodução nas atividades analítico-discursivas, ou fizeram de forma superficial ou demonstraram dificuldades, como exprimem os trechos destacados no quadro 10.

Depreende-se da fala de Maria, mesmo estimulada pela docente, que ela gostou da ideia (discutir o papel da reprodução nos processos evolutivos), mas que isso tornou o jogo *Bate com a Ilha* [SD 2014_05] mais complicado. A flexão verbal “se fosse” marca essa ideia. Cássio também demonstrou dificuldades de falar sobre reprodução ao socializar suas percepções em relação ao objeto didático *Simulando a evolução* [SD 2015_03]. No primeiro trecho de sua fala fica evidente que ele acha o assunto reprodução “delicado”. Ele usa as próprias regras da simulação (excerto entre aspas) para explicar o motivo de sua preocupação: o conceito de espécie. Para prosseguir, Cássio teve dificuldades ao complementar sua explicação, confundindo-se entre sua trajetória na Educação Básica e Superior. Ainda assim, é possível depreender que o grupo acredita que alguns conceitos e processos associados ao tema reprodução-espécies são “confusos”, “complexos” e “limitantes”. Algo que Anderson chamou de linguagem [científica] “muito universitária”.

Quadro 10 – Turnos de fala sobre o tema reprodução das atividades analítico-discursivas - CPEZ (2016/2018).

Roda de diálogo – CPEZ 2016	
DOCENTE:	Esses aqui [Bate com a ilha], esse aqui vocês não gostaram? Esse das ilhas? De gerações?
CAMILA:	Ah, eu achei o mais complicado, né? A gente achou meio complicado.
MARIA:	É por causa da reprodução, porque eu acho que se fosse... se tivesse só a parte ... de mutação e... disponibilidade de alimento ia ficar mais... mais simples (...) as regrinhas de reprodução eu achei, tipo... tem que ficar voltando, assim, pra você entender, assim... então, tipo até.. até curti a ideia, mas faltou algumas coisas tal...
Roda de diálogo – CPEZ 2018	
CÁSSIO:	(...) uma coisa que eu estava reparando, só, sobre a reprodução que, aí, ele [Simulando a evolução] entra num... num ponto que eu acho um pouco delicado que é... que ele... deixa clara a regra, "somente indivíduos idênticos devem ser pareados, ou seja, dentro de uma mesma espécie, só indivíduos com o mesmo morfotipo devem se reproduzir"... aí eu não sei, aí eu acho que toca muito no conceito de espécie. É pra Ensino Médio [público-alvo do jogo], mas eu acho que isso é uma coisa muito... pelo menos, eu... só fui ter contato com isso aqui dentro [IB/USP]. Assim... espécie é alguma coisa muito mais definida na... é... durante a minha educação básica. Acho que fica um pouco confuso você falar só os morfotipos iguais vão ser pareados é... mas enfim acho que essa é uma limitação, mas... mas eu acho justo, assim pra... pra não mexer com outros temas também, dentro do... pra não ficar um jogo muito grande assim, ser só uma simulação mesmo, vai ter suas limitações mesmo, mas eu achei muito legal.
ANDERSON:	É, acho que uma coisa que a gente... conversou e acho que era uma... é um ponto negativo nesse da... nesse que ele [Cássio] acabou de falar... é que a linguagem dele é muito complexa em alguns momentos, ele usa termos muito universitários, por exemplo, morfotipo, ele usa o tempo todo, e não tem, não existe um glossário pra conseguir.. tirar essas dúvidas de vocabulário.

Notas: Estudantes de licenciatura dialogam sobre os objetos didáticos *Bate com a ilha* [SD 2014_05] e *Simulando a evolução* [SD 2015_03].
Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

Talvez seja realmente complexo abordar reprodução na Educação Básica, ou então, o tempo que tiveram para analisar os objetos didáticos na atividade proposta não tenha sido suficiente para compreender os processos por eles trabalhados. No jogo *Bate com a Ilha* [SD 2014_05], os jogadores controlam uma ilha e sua população de animais. A cada rodada, os indivíduos se alimentam e se reproduzem, quando podem surgir novos mutantes, que devem ser monitorados por meio de uma planilha (figura 22).

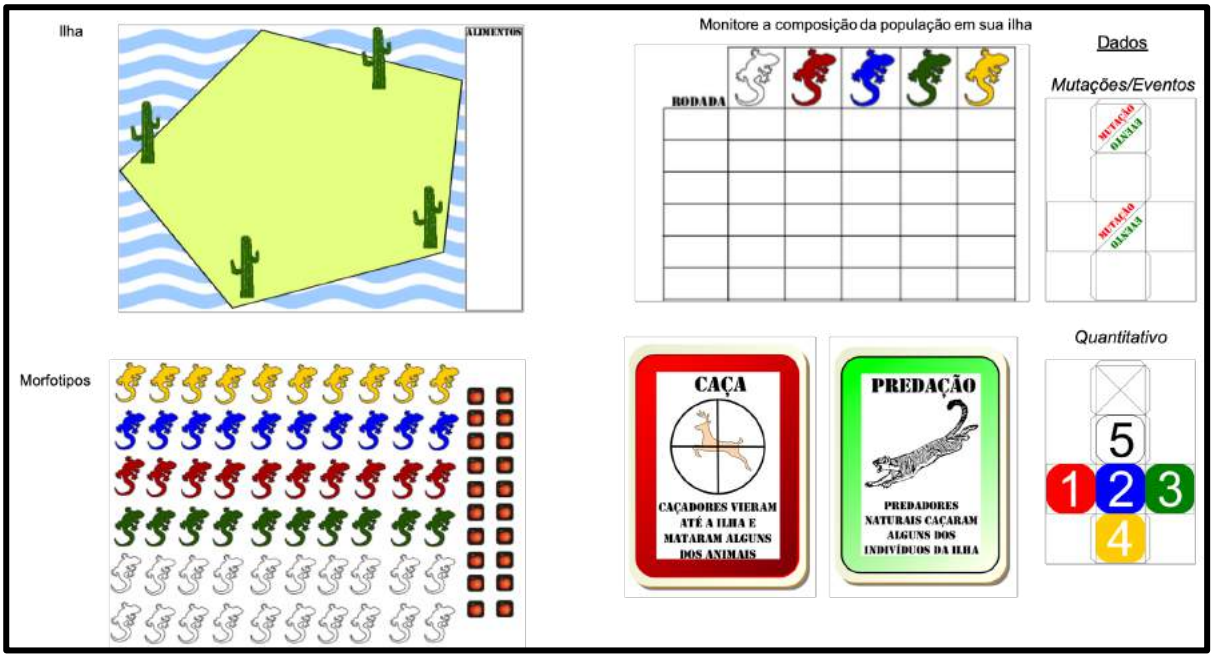


Figura 22 - Exemplos de componentes do jogo *Bate com a Ilha*. À esquerda, o ambiente (ilha), os morfotipos de lagartos que podem habitar a ilha e o alimento. À direita, tabela de controle populacional, exemplos de cartas evento e dois dados, um para determinar o aparecimento de mutações e eventos, o outro para quantificar essas alterações. Fonte: [SD 2014_05] - SILVA; BARBOSA (2016).

Em *Bate com a Ilha*, os morfotipos de animais são diferenciados por cores. A cada rodada, os animais são alimentados e se reproduzem, de acordo com o sorteio de dois dados, o primeiro indica se haverá (ou não) um evento/mutação na rodada. O segundo quantifica os impactos, aumentando ou diminuindo os indivíduos na população. Algumas regras foram estipuladas para os indivíduos se reproduzirem. Indivíduos coloridos formam casais preferencialmente com indivíduos da mesma cor. Se não houver indivíduos da mesma cor, indivíduos coloridos formarão casais com indivíduos incolores. Na ausência de ambos, os casais podem ser pareados por indivíduos de cores diferentes. Cada casal terá apenas um filhote por rodada, seguindo outras regras, condicionadas pelo lançamento dos dados supracitados. Somente essas regras já dão uma medida de quantas situações podem surgir e por que a reprodução pode ser um assunto complexo. A alternativa dos autores para acompanhar as mudanças populacionais é o monitoramento em uma tabela, de forma que a dinâmica populacional em ritmos e tempos distintos possa ser evidenciada.

A mecânica proposta neste jogo também provoca reflexões sobre a não linearidade dos processos evolutivos. Novamente, as limitações do objeto acabam por agregar conhecimento sobre a evolução dos animais, em relação às variantes

populacionais e estocásticas, mas também ocupam um espaço significativo na formação de professores, pois estimulam discussões sobre a dificuldade de transpor esses conhecimentos para a Educação Básica. O mesmo pode ser dito sobre o objeto didático *Simulando a evolução* [SD 2015_03]. Em linhas gerais, o objeto se assemelha com o jogo *Bate com a Ilha* e no que se refere a reprodução também especifica regras condicionais para o pareamento de casais. Os próprios autores da sequência didática que engloba esse OD reconheceram a necessidade de se abordar esses limites da transposição didática em sala de aula, oferecendo ao professor-leitor a autonomia para discutir esses problemas. A sequência diz que:

> O professor deverá também abordar alguns dos fatores que não estão presentes na simulação, como migração e gerações, tempo evolutivo, reprodução só de indivíduos exatamente iguais, aproveitando assim para destacar as limitações do modelo proposto. É interessante falar da importância de utilizar modelos científicos, como o fato de simplificar processos complexos."
>
> [excerto da SD 2015_03]

Este breve excerto sintetiza bem a discussão que quisemos provocar nesta seção. Fundamentalmente, é essencial que os professores em formação tenham ciência da complexidade que assunto evolução abarca. À vista disso, é evidente que a sua transposição para a Educação Básica requer se desafiar constantemente, lidando inclusive com suas próprias dificuldades, para criar atividades estruturadas que auxiliem os aprendizes ampliar suas esferas de comunicação e atividade sobre esta ferramenta cultural. Defendemos que essa ampliação depende de uma confluência de ações mediadas e diferentes meios de mediação que possibilitem a superação do pensamento evolutivo linear. Se o que queremos é formar professores críticos dos conhecimentos que devem lecionar, é mais do que necessário que eles tenham ciência das concepções evolutivas em sua trajetória histórica, que ressignifiquem as transformações lineares das coisas e, assim, possam criticar visões ortogenética nas falas e discursos do cotidiano. Somente assim, estarão seguros de que a transformação referenciada no título dessa seção, o "evoluir", transcende os conhecimentos de senso comum para a apropriação de uma visão evolutiva complexa, que temporaliza linhagens, relaciona parentescos, diversifica populações, aleatoriza mudanças e reproduz processos.

4.3. Zoologia, ambiente e sociedade

A dimensão Socioambiental nas sequências didáticas abarca contribuições para ensino de Zoologia que vão do papel do ser humano na conservação das espécies à antropomorfização dos animais. O conhecimento de nossas relações com as outras espécies e reconhecimento dos impactos que causamos nunca foi tão necessário na sociedade. Vivemos uma crise de civilização, poluímos o ambiente, assistimos diariamente à deterioração e diminuição constante dos recursos naturais, energéticos e alimentares, consumimos em excesso e com pouquíssimo critério. Dissociamos a cultura da natureza, os sentimentos da razão, priorizando a objetividade, a lei do mercado e a destruição da natureza. Vivemos um momento em que se questionam evidências científicas, em que impactos antrópicos são negligenciados e onde o que impera é a pós-verdade. Estamos à beira de um colapso orgânico-ambiental no que é denominado pela comunidade científica de sexta extinção em massa (RIPPLE et al., 2017).

No livro Epistemologia Ambiental, Enrique Leff (2001) critica reiteradamente o modo como a sociedade se moldou a partir da Revolução Industrial e consolidação daquilo que entendemos por ciência moderna, trazendo uma reflexão profunda sobre a problemática ambiental que vivemos atualmente. Leff critica a formação socioeconômica capitalista, cuja racionalidade está centrada no modo de produção que explora a força do trabalho em busca do lucro a curto prazo e afere poder ininterrupto às classes dominantes. O autor ressalta que essa condição social tem suas bases na consolidação da ciência moderna, nos saberes práticos da sociedade e institucionalização da racionalidade econômica (LEFF, 2001). Um pensamento convergente com aquele que apresentamos na introdução desta tese no discurso de Fourez (1995). Por mais de uma via, nos vemos diante uma sociedade que prioriza a fragmentação e objetificação da vida, o que torna muito difícil concretizar um saber ambiental articulado com processos de diferentes ordens de materialidade e racionalidade (LEFF, 2001). Processos que requerem ações integradas que considerem valores culturais, perspectivas ecológicas, apropriação de saberes tradicionais e científicos, além da própria organização produtiva.

Apesar do aprofundamento teórico-prático proposto nesta seção, preocupa-nos que as questões socioambientais pouco ocupem a centralidade dos propósitos educativos nas sequências didáticas investigadas. Embora presente em 75% delas, poucas criaram narrativas contextualizadas para dimensionar esse saber ambiental articulado. Desse modo, apresentamos a seguir a análise do planejamento de oito (8) sequências didáticas que entendemos terem potencial para promover o *construtivismo integrado* em sala de aula (ver quadro 6). Exploramos temas como recursos animais, espécies ameaçadas de extinção, ética, urbanização, antropomorfização e saberes tradicionais. Também abordamos aspectos sobre o ensino por investigação, espaços educativos não formais e interdisciplinaridade. No tocante ao modelo topológico de ensino, destaca-se a questão da materialidade, tematização e mediação do conhecimento.

4.3.1. Materialidade investigativa

Nesta seção discutimos quatro (4) sequências didáticas construídas na perspectiva do ensino por investigação, tecendo relações entre a produção material, dimensionamento temporal, pesquisa com ensino, estudos de caso e questões norteadoras. *Uma visita ao mar* [SD 2015_10] é uma sequência didática planejada para o 6º ano do EF II, com vistas a abordar ecossistemas marinhos e seus animais a partir da exibição e análise de vídeos da vida marinha e construção de dioramas. Partindo do conhecimento sobre cadeias alimentares, a sequência propõe discussões sobre a relação do ser humano com os chamados serviços ecossistêmicos, como alimentos e seus derivados, turismo e recreação, além da importância do mar para diversas comunidades caiçaras. As autoras da SD justificam que:

> [...] todos os seres humanos estão conectados com o mar de alguma maneira e dependem dele, porém a maioria das pessoas não tem esse conhecimento, acreditando que nós, seres humanos, por sermos seres terrestres estamos desconectados do ambiente marinho. Os oceanos garantem a manutenção da vida na Terra, regulando as condições climáticas mundiais, assegurando o equilíbrio químico do planeta e disponibilizando recursos para suprimento das necessidades humanas, como alimentação e lazer.
>
> [excerto da SD 2015_10]

O objeto didático desta sequência (ponto central) é a construção de dioramas sobre os diferentes ecossistemas marinhos e suas relações com a sociedade. Dioramas são objetos físicos que representam aspectos sobre a vida e os ambientes, muito presentes em museus de ciências, mas também pertinentes em ambientes escolares. Analisando as potencialidades e limites destes objetos para significação da biodiversidade, Marandino, Achiam e Oliveira (2015) descrevem possíveis relações mediadas por dioramas entre seres humanos e natureza, a partir das narrativas do observável em diferentes perspectivas e contextos, incluindo elementos da biodiversidade em seus domínios biológicos e culturais. Dioramas possibilitam aproximações entre o abstrato do real, principalmente se associado à sua construção se materializam conhecimentos sobre localização espacial, desenvolvimento artístico, aspectos estéticos, conhecimentos biogeográficos, relações tróficas e perspectivas socioculturais. Na temática ambiente marinho, ainda, podem ser abordadas questões sociocientíficas sobre a pesca predatória, invasão de espécies em recifes de corais, destruição de mangues, derramamento de petróleo, entre outros problemas que ameaçam esse ambiente.

A materialidade das ações docentes se destaca nesta SD. Para culminar na construção de um diorama, as autoras elencaram uma série de subsídios materiais direcionados ao professor. Logo de início, apresenta-se um conjunto de *hyperlinks* sobre elaboração de dioramas marinhos, que possibilitam diversificar o olhar do professor (e aprendizes) na construção de dioramas sobre esse ecossistema. Para conduzir as aulas foram elaboradas questões problematizadoras, do tipo: *Por que vocês acham que surgiram mais animais terrestres do que marinhos? Quais animais vivem no mar? Como os animais marinhos se relacionam? Como o homem se relaciona com o oceano?* Essas perguntas são respondidas brevemente na descrição da SD, com indicação de referências para aprofundamento. Quatro aulas antecedem a construção dos dioramas, sendo que duas delas propõem trabalhar com materiais multimídia. Em uma delas, projeta-se que os aprendizes caracterizem, discursivamente, os animais de ambientes marítimos observados em vídeo-documentários sobre o tema (as autoras selecionaram alguns). Na outra, os aprendizes devem trabalhar com mapas para entender a distribuição global dos

ecossistemas marinhos. Por fim, as licenciandas elaboraram um curto vídeo autoral[19] e um roteiro de construção para mediar a elaboração dos dioramas.

A sequência didática em questão serviu de inspiração para um projeto que o pesquisador principal desta tese realizou em uma escola de EF I (1º, 2º e 3º anos), sob o título *Mistérios do mar* - durante o doutoramento. Tendo como propósitos de ensino e aprendizagem os objetivos diagramados na [SD 2015_10], o projeto do pesquisador buscou trabalhar a criatividade dos aprendizes na construção dos dioramas, atentando para as características e diversidade de ecossistemas marinhos, compreensão das relações espaciais, relação dos seres vivos com o ambiente aquático e impactos ambientais causados pelos seres humanos. Teve duração de 1 trimestre com uma saída de campo para o CEBIMAR, da Universidade de São Paulo, na cidade de São Sebastião/SP. O produto final, tal qual a sequência mencionada, foi a elaboração individual de dioramas, sendo que sua construção foi planejada para ocorrer exatamente no tempo previsto pelas autoras da SD.

O *dimensionamento temporal* em sequências didáticas é uma questão elementar. Sobrestimar e subestimar o tempo é uma característica inerente ao planejamento didático, ainda mais se tratando de professores em formação. Em nossa visão, o grande diferencial desta sequência/projeto é que ela possibilita/possibilitou a dialogia em sala de aula, permitindo que diversos outros assuntos em relação à temática (não esperados, em princípio) se apresentem/apresentassem, como percepções espaciais e estéticas sobre a construção de espécimes para compor o diorama e lendas/mitos dos ambientes marinhos, situações que tomaram grande parte do tempo de aula, mas que eram inevitáveis e imprescindíveis. Talvez essa diferença seja em virtude do público-alvo, talvez não. Ponderamos, pós-projeto, que esses efeitos são inerentes da ação pedagógica e valorizamos que a escrita da SD em questão tenha margem de interpretação e ação docente, o que agregou valor contextual ao processo educativo. No que se refere a formação de professores, entendemos que algumas dessas nuances podem ser discutidas ao associar a construção de sequências didáticas e aplicação das mesmas no estágio supervisionado, o que depende de estabelecer relações entre disciplinas distintas e articular com conteúdos que sejam desenvolvidos nas escolas onde os estágios se

[19] As autoras da sequência didática *Uma visita ao mar* elaboraram o vídeo educativo "Como montar um diorama", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=80OFX_NrojM&feature=youtu.be> Acesso em 21 out. 2019.

realizam. Essa, em si, é uma limitação do processo de construção de sequências didáticas na formação inicial em disciplinas sem a presença de estágios.

Como já mencionamos, uma aposta da disciplina CPEZ para contornar esses problemas é a apresentação final das sequências didáticas na presença de professores da Educação Básica. Em todas as séries de apresentação final das SD o tempo foi um assunto marcante. O planejamento docente, associado a experiência dos pares se mostrou um elemento fundamental na formação dos saberes práticos docentes, e nessa investigação, revelou-se um importante elemento de articulação entre a formação inicial e a continuada. Dizemos isso não apenas em relação ao dimensionamento temporal, como também a tematização das projeções didáticas. Na apresentação final da SD *Uma visita ao mar*, apropriando-se da explicação de uma licencianda sobre a possibilidade de aproximar aprendizes do conhecimento tradicional (comunidades caiçaras) em ecossistemas marinhos, um professor convidado teceu o seguinte comentário:

Ligar [o conhecimento biológico do ambiente marinho] com as relações que as outras populações tem do mar, que nem ela [licencianda] falou... da visão dos caiçaras, acho que isso é genial, isso é uma das coisas que a gente [professor] tem que fazer na aula de ciências, que eles tem que entender que as pessoas tem visões diferentes do ambiente em que elas estão inseridas, isso é genial [!]

[fala de professor convidado, apresentação final, CPEZ 2015]

Nota-se na fala do professor convidado que as atividades planejadas pelas licenciandas tem potencial para mobilizar uma visão crítica sobre questões socioambientais, trazendo visões mais integradoras da vida marítima, pressupostos da Alfabetização Científica que almejam “a formação cidadã das/dos estudantes para que dominem e usem os conhecimentos científicos nas diferentes esferas de sua vida, ou seja, para que o ensino se constitua-se como construtor de conhecimentos práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente” (SASSERON, CARVALHO, 2011, p.60).

Falar em comunidade caiçara remete espontaneamente a outra sequência didática concebida no ano de 2018 denominada *Caranguejo-uçá: da biologia dos crustáceos ao recurso socioambiental* [SD 2018_06]. Foi muito interessante acompanhar o desenvolvimento desta sequência didática, pois desde o início da disciplina os licenciandos estavam determinados a trabalhar com o tema impactos

antrópicos. De primeira, idealizaram abordar efeitos das mudanças climáticas nos animais. À medida em que se desenvolveram as aulas da disciplina, foram aperfeiçoando o objeto de investigação até chegarem aos caranguejos-uçá. Na entrega da primeira versão da SD (out./2018), estava quase tudo finalizado, só faltava o objeto didático, que poderia ser um jogo ou uma página eletrônica inspirada em um *site* norte-americano sobre os tentilhões de Galápagos. No final, os licenciandos optaram pela criação da página e acreditamos que foi uma escolha acertada. Mas primeiro é importante analisar aspectos sobre a mediação do conhecimento nesta SD.

Tudo começa com um questionário *online* de múltipla escolha (seis questões) para levantamento de conhecimentos prévios sobre o caranguejo-uçá e suas relações com os seres humanos. Os autores sugerem que esse questionário seja prontamente avaliado pelo professor (ou seja, logo após a sua resolução pelos aprendizes), de modo a situar para os aprendizes o que se conhece sobre o tema e o que se projeta alcançar no desenvolvimento da sequência. Tão interessante quanto a interatividade propiciada pela ferramenta *online,* para sistematização de ideias discentes e projeção de gráficos, é o aprimoramento da função de *pesquisa em ensino* na sala de aula. Isso pode ser notado ao analisar os comentários elaborados pelos autores sobre as seis questões iniciais (ap. 4.7), que além de prepararem o professor para as possíveis respostas, encaminham a narrativa para a condução docente:

[...] as questões 1 e 2 permitem a discussão sobre qual tipo de recurso os caranguejos-uçá representam e quem se beneficia dele, posicionando sua exploração (e o impacto dela) como uma questão não apenas econômica, mas também socioambiental. Esse resultado pode ser apresentado na aula 4, após a exibição do curta “No rumo do Uçá”, para reflexão sobre as concepções prévias.

[...] a questão 3 investiga a concepção de sustentabilidade das/dos estudantes apresentando algumas motivações. A proposta de alternativa correta entende que a sustentabilidade envolve a atividade humana como parte do sistema que deve ser sustentável. A/o docente tem a oportunidade, também na aula 4, de integrar o ser humano no conceito de meio-ambiente e de valorizar os catadores de caranguejo, através da discussão dos resultados dessa questão.

[...] a questão 4 procura investigar a concepção (...) sobre desenvolvimento indireto, tendo como alternativas corretas aquelas que relacionam diferentes formas corporais durante a ontogenia, e seu resultado pode auxiliar a/o docente na aula 2, onde o ciclo de vida dos caranguejos é um conteúdo conceitual importante.

[...] as questões 5 e 6 investigam concepções sobre o habitat dos caranguejos do ponto de vista de sua biologia e de algumas relações ecológicas do manguezal. A questão 6 pode auxiliar a dar uma perspectiva do conhecimento sobre adaptações ao ambiente estuarino. A resposta à questão 5 também pode ser apresentada na aula 2, para apresentar usos econômicos dos crustáceos ou na aula 4, caso apareçam muitos erros, para refletir sobre como os humanos fazem parte das cadeias alimentares e, portanto, estão integrados no sistema de meio-ambiente.

[excertos da SD 2018_06, grifos nossos]

Uma análise minuciosa desses comentários seria suficiente para constatar a profundidade da narrativa planejada nesta sequência didática. Por exemplo, a questão 4 visa levantar o conhecimento sobre o desenvolvimento indireto de artrópodes, tema que é abordado logo na segunda aula, por meio de análise de um esquema geral dos artrópodes. Nessa questão, abordam-se aspectos sobre como interações ecológicas, fatores abióticos e seres humanos podem impactar o desenvolvimento dos caranguejos. Ou então, as questões 1 e 2, que buscam discutir os caranguejos como recursos alimentares, revelando aspectos sobre as ações humanas e a sustentabilidade do ambiente estuarino. Trazendo outros elementos de análise, das esferas ambiental e econômica, a narrativa conduz para uma atividade final, investigativa, mediada por uma outra ferramenta *online*, uma página eletrônica sobre o caranguejo[20]. No *site*, criaram um cenário hipotético, mas totalmente plausível, em que as populações de caranguejo-uçá do canal de Bertioga/SP diminuem drasticamente no curso de 30 anos, instigando os aprendizes a investigar os motivos. Diz o trecho inicial da página criada:

O caranguejo-uçá é um animal muito importante para muita gente no litoral do Brasil. Em comunidades caiçaras, pescadores catam esses caranguejos e os vendem como fonte de renda. Mas há um equilíbrio delicado entre o uso do animal e as atividades humanas na costa que podem ser impactantes.
Imagine que daqui há 30 anos duas comunidades do litoral brasileiro estejam tendo problemas com os caranguejo-uçá. O que pode estar acontecendo? Você consegue propor uma explicação para a crise dos caranguejos? Use as informações sobre o animal e as localidades para ajudar os catadores a descobrir e pensar soluções!

[excerto da SD 2018_06, grifos nossos]

Para investigar o que está acontecendo e discutir respostas aos problemas que serão enfrentados pela população caiçara, os aprendizes devem se enveredar pela biologia do caranguejo, experimentos de osmorregulação, condições climáticas, regulamentação de coleta e características ambientais do local afetado. Com isso, os autores esperam que os aprendizes "construam uma maior compreensão sobre as relações socioambientais associadas à exploração econômica do caranguejo-uçá" [SD 2018_06], posicionando-se em questões complexas que contemplam

[20] A página eletrônica *Caranguejo-Uçá e os impactos das atividades humanas*, elaborada pelos licenciandos pode ser acessada no endereço eletrônico <https://pedrovidal17.wixsite.com/caranguejouca> Acesso em 01 Nov. 2019.

perspectivas de diversos atores sociais frente ao impacto antrópico sobre populações de caranguejos.

A ideia de dar bases ecológicas e sustentáveis à produção, em busca de um equilíbrio entre sociedade e ambiente necessita de um processo de desconstrução. Precisamos cada vez mais lidar com a diversidade/heterogeneidade e integrar valores ao conhecimento, sem conduzi-los cegamente pelas leis de mercado. Vemos algumas dessas ideias presentes nas atividades planejadas desta SD (ver grifos nos trechos anteriores), marcando alguns dos princípios da cultura ecológica e democrática do desenvolvimento sustentável discutidos por Leff (2001):

> Os direitos das comunidades autóctones à autogestão de seus recursos ambientais para satisfazer suas necessidades e orientar suas aspirações sociais a partir de diferentes valores culturais, contextos ecológicos e condições econômicas. (...) O valor da diversidade biológica, a heterogeneidade cultural e a pluralidade política, bem como a valorização do patrimônio de recursos naturais e culturais dos povos. (...) A percepção da realidade a partir de uma perspectiva global, complexa e interdependente, que permita articular os diferentes processos que a constituem, entender a multicausalidade das mudanças socioambientais e sustentar um manejo integrado dos recursos (LEFF, 2001, p. 131)

No que se refere à construção da página eletrônica, podemos dizer que a disciplina CPEZ abordou, em diversas ocasiões, interações com objetos digitais e mídias educacionais, mas a julgar por algumas poucas produções de vídeos caseiros expositivos, essa foi a única construção material digital interativa. A construção de materiais didáticos digitais e sua utilização em sala de aula são objetos de pesquisa recém-chegados na área e que requerem mais atenção da comunidade acadêmica em relação a sua significação no ensino, ainda mais “se considerarmos as alterações nas noções de audiência e de fenômeno, resultantes das formas de interação que se vislumbram com essa tecnologia” (GIORDAN, 2008, p. 143).

As outras duas (2) sequências didáticas que compõem esta seção foram planejadas para discutir o papel do ser humano frente ao processo de extinção das espécies animais. Ambas têm em comum a estrutura conceitual do ensino por investigação, tendo como princípio o lema “conhecer para conservar”. A primeira delas aborda assuntos contemporâneos por meio de investigação de *estudos de caso*. Entre 2016 e 2018, o Brasil vivenciou surtos de febre amarela que acarretaram a morte de muitos primatas, incluindo humanos. Somente em São Paulo, estima-se que podem ter morrido desde julho de 2016 mais da metade dos bugios selvagens do estado e

90% do município[21]. *Por que a população de bugios-ruivos está diminuindo? Como você pode solucionar esse problema?* Essas são as duas perguntas que norteiam a sequência didática investigativa *Mamíferos ameaçados* [SD 2018_02].

Para além da resposta simplista “por causa da febre amarela”, é fato que o declínio dessa espécie na natureza também está relacionado a perda de habitat causada pelo desmatamento decorrente da urbanização. A fragmentação florestal pode provocar mudanças no comportamento da espécie, uma delas, é o aumento de consanguinidade nas populações isoladas. Se a sobrevivência das espécies já está comprometida pelo isolamento geográfico, os efeitos da endogamia na genética da população podem aumentar a suscetibilidade desses animais a doenças, como a febre amarela. Não bastasse isso, durante o surto, muitos bugios foram alvos da violência humana, mortos por tiros ou envenenados por falta de informação, já que essas espécies não transmitem a doença aos seres humanos. Respostas como essa são esperadas ao final da sequência didática e para alcançar esse propósito, as autoras elaboraram uma apostila de estudos de caso sobre cinco espécies de mamíferos ameaçadas de extinção.

Cada uma das cinco espécies investigadas tem características específicas que podem ser relacionadas com o seu grau de ameaça e é esperado que, ao longo da resolução desses estudos de caso, os aprendizes façam associações com o caso central sobre a diminuição de bugios. Trabalham-se os efeitos das ações antrópicas na alimentação, comportamento, reprodução, área de vida, interações ecológicas e biogeografia das cinco espécies. Destaca-se nesse objeto a riqueza de informações diagramadas na apostila (gráficos, figuras, mapas, metatextos), demonstrando um profundo cuidado das autoras pelas variadas formas de interação dos aprendizes com as diferentes facetas da linguagem científica. É provável que as autoras tenham dividido as tarefas, ficando cada uma com um animal para criar um roteiro de estudos. Essa é uma das prerrogativas do trabalho em grupo, neste caso, a fragmentação gerou confluência.

A outra sequência didática investigativa que aborda o tema extinção e conservação de espécies animais tem por título *Por que é importante conhecer a*

[21] Os dados apresentados foram publicados pela Agência Brasil e Portal *Nat Geo* Brasil, respectivamente disponíveis em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-02/oms-alerta-para-possivel-3a-onda-de-surto-de-febre-amarela-no-brasil>; <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/05/bugios-febre-amarela-epidemia-macacos-extincao> Acesso em: 21 out. 2019.

biodiversidade dos animais para conservá-los? [SD 2018_03]. Segundo os licenciandos autores da SD:

> A SD será composta por 6 aulas, sendo um momento inicial de levantamento de conhecimentos prévios e mobilização para o tema através de uma discussão que guiará para a proposição da pergunta investigativa norteadora: *"Por que é importante conhecer a biodiversidade e as características dos animais para a conservação deles?"*. Em seguida, para o momento de ampliação dos conhecimentos, propõe-se a aplicação de um jogo para que as características dos cordados sejam trabalhadas associadas à biodiversidade e à extinção dos organismos em seus biomas característicos. Por fim, uma sistematização dos conhecimentos através de atividades de pesquisa, elaboração de cartazes virtuais e compartilhamento de informações na forma de painel integrado. Como produtos desta SD destacam-se os registros escritos produzidos, bem como o cartaz virtual compilando os conhecimentos articulados das diferentes fontes de informação.
>
> [excerto da SD 2018_03, grifos nossos]

Nesse excerto contextual já é possível notar que os licenciandos buscaram estruturar seu discurso para contemplar o levantamento, ampliação e síntese de conhecimentos. O levantamento de conhecimentos prévios propõe uma análise de materiais (imagens de animais brasileiros) para a classificação e organização de conhecimentos taxonômico-biológicos, tal qual foi discutido em outras seções desta tese. Segundos os autores da SD, o "intuito dessa atividade é apresentar os animais típicos dos biomas brasileiros [...] que apresentam algum grau de ameaça de extinção" [SD 2018_03]. Até aí, tudo normal, à exceção de se tratar de caracterização e classificação de animais ameaçados de extinção da fauna brasileira. No entanto, é na ampliação do conhecimento que o processo se transforma, pois ela está centrada no objeto didático *Perfil dos cordados*, um jogo de mecânica similar ao clássico jogo Perfil, da empresa *Grow*™. Em Perfil dos cordados, o objetivo pedagógico é:

> Que as/os estudantes sejam capazes de se apropriar das características comuns dos Cordados, bem como de especificidades dos grupos e das espécies consideradas no jogo, como forma de reconhecer a biodiversidade animal brasileira em um contexto de preservação ambiental. Além disso, que desenvolvam o pensamento crítico frente as causas antrópicas ligadas ao quadro de extinção desses animais.
>
> [excerto da SD 2018_03]

O jogo é composto por cartas "animal", que contém dicas sobre as espécies a serem desvendadas, cartas "impacto" (ou gabarito), onde constam informações sobre as causas antrópicas que impactam especificamente uma determinada espécie e uma série de cartas "causas antrópicas" (figura 23). Como podemos observar, no que tange os domínios epistemológicos do conhecimento, o jogo possibilita ao aprendiz uma aproximação com a biodiversidade brasileira, por vezes desconhecida. Para além,

projetam-se ações mentais de modo a tecer relações entre as ameaças e as vulnerabilidades ambientais, comportamentais e físicas das espécies.

Para vencer o jogo, jogadores devem percorrer o tabuleiro até o final. Desvendar o animal ameaçado com o menor número de dicas é fundamental, pois, quanto menos dicas, maior o número de passos no tabuleiro. Logo, nota-se que os palpites devem ser bem calculados, se o objetivo do aprendiz é vencer. É evidente que o escopo de um jogo didático não é simplesmente vencer, senão construir conhecimentos de forma lúdica. Por isso mesmo, o papel do professor na condução da atividade é mais do que preciso, de modo a caracterizar as diferentes nuances conceituais envolvidas, bem como as atitudes dos aprendizes durante a atividade.

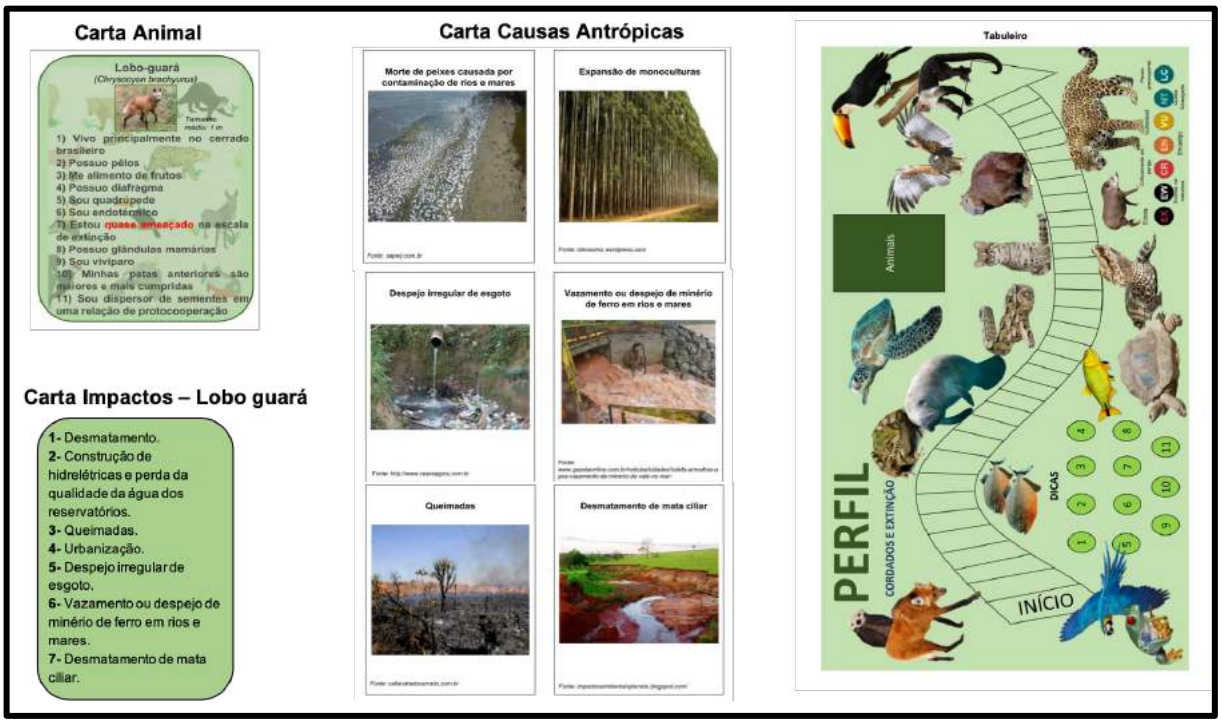


Figura 23 – Exemplos de componentes do jogo Perfil dos Cordados. À esquerda, ao alto, um exemplo de carta “animal” com as 11 dicas. Logo abaixo, a carta “impacto” aponta para as principais atividades antrópicas que ameaçam a vida deste animal. Ao centro, ilustrações sobre essas ameaças e, à direita, o tabuleiro. Fonte: [SD 2018_03] - DE MOURA SILVA; SILVA (2018).

Na esfera da ampliação dos conhecimentos construídos do jogo são dimensionadas atividades de pesquisa. Espera-se que os aprendizes elaborem um registro escrito – mediado por uma atividade de pesquisa - reunindo informações morfológicas, fisiológicas, ecológicas e socioambientais relacionadas ao grupo animal. Aqui há de se fazer uma ressalva, pois os licenciandos consideram alguns grupos não taxonômicos para a realização desta pesquisa, como peixes. Eles

sugerem ao professor-leitor que esclareça que “essa forma de agrupar os cordados não considera as relações de parentesco nos grupos, mas que tem fins históricos e didáticos” [SD 2018_03]. Entendemos que o melhor seria continuar a investigação partindo dos animais trabalhados no jogo, rumando para aspectos de classificação biológica com fins taxonômicos, contextualizando inclusive, os fins didáticos e históricos. Ponderamos que essa seja uma limitação epistemológica que pode afastar a apropriação de conceitos evolutivos das questões de conservação.

Superada essa limitação, caminha-se para o fechamento da sequência didática, por meio de uma atividade de *Painel integrado*. Nela, os aprendizes devem elaborar múltiplos cartazes que sintetizam aspectos relevantes sobre os grupos investigados e suas principais ameaças, socializando esse conhecimento por meio de discussão oral. Para subsidiar na condução dessa atividade os licenciandos elaboraram a seguinte projeção de resposta, um exemplo que pode auxiliar o professor-leitor na generalização dos propósitos pretendidos pela SD:

A partir dessa discussão direcionar para o fim da SD estimulando as/os estudantes a responderem à pergunta investigativa norteadora a partir dos conhecimentos de diferentes naturezas que agruparam, por exemplo ao afirmar: “Então o grupo X nos disse que os peixes do Pantanal estão ameaçados de extinção. O grupo Y nos trouxe a informação de que isso ocorre uma vez que a má qualidade das águas causada pelo descarte inadequado de esgoto atrapalha a respiração desses animais, já que ela ocorre através das brânquias, portanto somente na água. Vocês reconhecem a importância de conhecermos as características desse animal para estarmos conscientes do nosso papel de cidadãos frente ao descarte de esgoto?”. Pretende-se com isso estimular a comunicação de resultados obtidos a partir das discussões, pesquisas e do jogo, além de garantir o bom aproveitamento das atividades da SD, considerando as discussões provindas dos cartazes produzidos em sala de aula, partes da avaliação formativa.

[excerto da SD 2018_03]

Ponderamos que atividades que projetam a confluência entre escrita e oralidade, como o painel integrado, possibilitam desenvolver o poder de síntese e socialização. No que se refere à compreensão das características dos animais ameaçados de extinção e ameaças às essas espécies, parece-nos que essas duas estratégias (estudos de caso e jogos) podem ser importantes aliados dos professores. Contudo, notamos que escasseiam atividades que promovam um posicionamento mais crítico acerca das ações políticas que cada indivíduo pode e deve tomar frente ao cenário de desmantelamento ambiental que vivenciamos. Essa é uma ação que deve ser mais bem trabalhada nos processos formativos. As sequências didáticas referenciadas nesta seção apostam nas relações socioambientais dos seres humanos

com serviços ecossistêmicos e no conhecimento científico da fauna brasileira ameaçada de extinção como uma forma de valorizar a biodiversidade. Veremos a seguir sensos éticos e estéticos que adensam o valor sobre a biodiversidade.

4.3.2. Zoológicos e coleções biológicas

Uma instituição muito importante no que se refere ao estudo socioambiental dos animais são os Zoológicos. Algumas proposições de atividades presentes nas sequências didáticas com saídas de campo para esses ambientes se desenharam para iniciar ou complementar conhecimentos sobre taxonomia e biodiversidade. Esses conhecimentos também são indispensáveis para a execução da sequência didática *Zoo + Ciência – Para além da exposição dos animais* [SD 2015_06], entretanto, algo a mais se destaca nesse planejamento: a discussão sobre a função social desses espaços. Em busca disso, os autores sugerem que os aprendizes realizem entrevistas com os visitantes durante a saída de campo, investigando as impressões do público sobre os papeis desempenhados pela instituição visitada. Na volta para a sala de aula, propõe-se a análise das entrevistas e o desfecho da sequência se dá com a produção de um cartaz para o público espontâneo, em que se apresentem problemas levantados a partir das entrevistas e soluções de melhorias.

O papel das entrevistas como estratégia didática se justifica como parte fundamental da construção do conhecimento social. Conhecer e fundamentar a perspectiva de outras pessoas em relação a questões sociais, ambientais e culturais é uma forma de interação social incomum, infelizmente, nas atividades escolares. Do mesmo modo, vemos com bons olhos a concepção de atividades estruturadas para trabalhar com aprendizes o reconhecimento de outras funções do zoológico que não sejam apenas a taxonomia do conhecimento animal, o entretenimento, o lazer e a contemplação. Segundo os autores:

> A maior diferença da proposta, reside na incorporação da dimensão produtora de conhecimento, a produção de conteúdo científico do zoológico, e na operacionalização de métodos que facilitem a alfabetização científica dos alunos visitantes. E também, tem por função, reafirmar a importância das atividades em zoológicos, jardins botânicos, museus de ciência, parques naturais, etc.; com base em seu potencial educativo e alfabetizador nas ciências.
>
> [excerto da SD 2015_06, grifo nosso]

Devemos, ainda, refletir sobre os dilemas éticos da preservação animal em zoológicos, antecipando que esse tema foi proposto única e exclusivamente nesta SD, ao nosso ver, de maneira superficial. Munidos da percepção *in loco* e pós-análise de entrevistas sobre o zoológico, os autores da SD sugerem que seja realizado um debate a favor e/ou contra a existência desses ambientes. Para isso, trazem como apoio pedagógico quatro textos jornalísticos e o *site* da Sociedade Brasileira de Zoologia. Dado como certo "o debate", passam para outra atividade, sem fazer qualquer apontamento sobre a mediação do conhecimento. Não esclarecem quais são os propósitos da atividade, mas nós presumimos alguns, como fomentar a argumentação científica, respeitar opiniões e explorar o consenso. Somente esses três já são indicativos de que esse debate não ocorrerá sem mediação, esperando-se que as falas e interações discursivas se auto-organizem, ainda mais tendo como alicerces de argumentação textos que apresentam os fatos de maneira dicotômica. Algo que nos chamou atenção de modo geral em relação a proposição de debates nas SD é que parece haver um certo receio em lidar com temas controversos contemporâneos. Isso pode ser um indicativo de que essa temática não é trabalhada na formação inicial de professores de ciências do IB/USP. Ou mesmo que seja, ainda não se materializa na produção acadêmica.

Na esfera das relações humanas com outros animais, um assunto que se apruma das questões éticas são as coleções biológicas. Para discutir esse tema, aproveitaremos o planejamento da sequência didática *A importância das Coleções Biológicas* [SD 2015_09]. A sequência objetiva fazer com que aprendizes compreendam a importância, o funcionamento e a aplicabilidade das coleções zoológicas, além de expandir o entendimento quanto a aplicação de conhecimentos sociocientíficos na conservação de espécies. O encadeamento das atividades ao longo da SD se dá por meio de questões como: "por que alguém coleciona alguma coisa? Você acredita que exista alguma norma em relação à coleta de animais e plantas? Qual o principal objetivo de um museu, na sua opinião?". Os objetos didáticos desta SD são um tutorial de confecção de animais hipotéticos com massinha de modelar, uma chave dicotômica e um estudo de caso (figura 24).

Trabalhar com animais hipotéticos pode ser uma alternativa para abordar aspectos da taxonomia, na medida em que se trabalha um número reduzido de características disponíveis para proceder a classificação. Esse direcionamento pode

ser inconsistente do ponto de vista natural, no entanto, pode facilitar a interpretação de aprendizes inexperientes. Neste caso ainda, a chave dicotômica de classificação possibilita ao aprendiz entrar em contato com características singulares dos indivíduos e agrupamentos. De maneira análoga objetos didáticos discutidos anteriormente, para realizar a atividade trabalham-se em conjunto o método indutivo (levantamento subjetivo de características) e dedutivo (leitura das características na chave dicotômica).

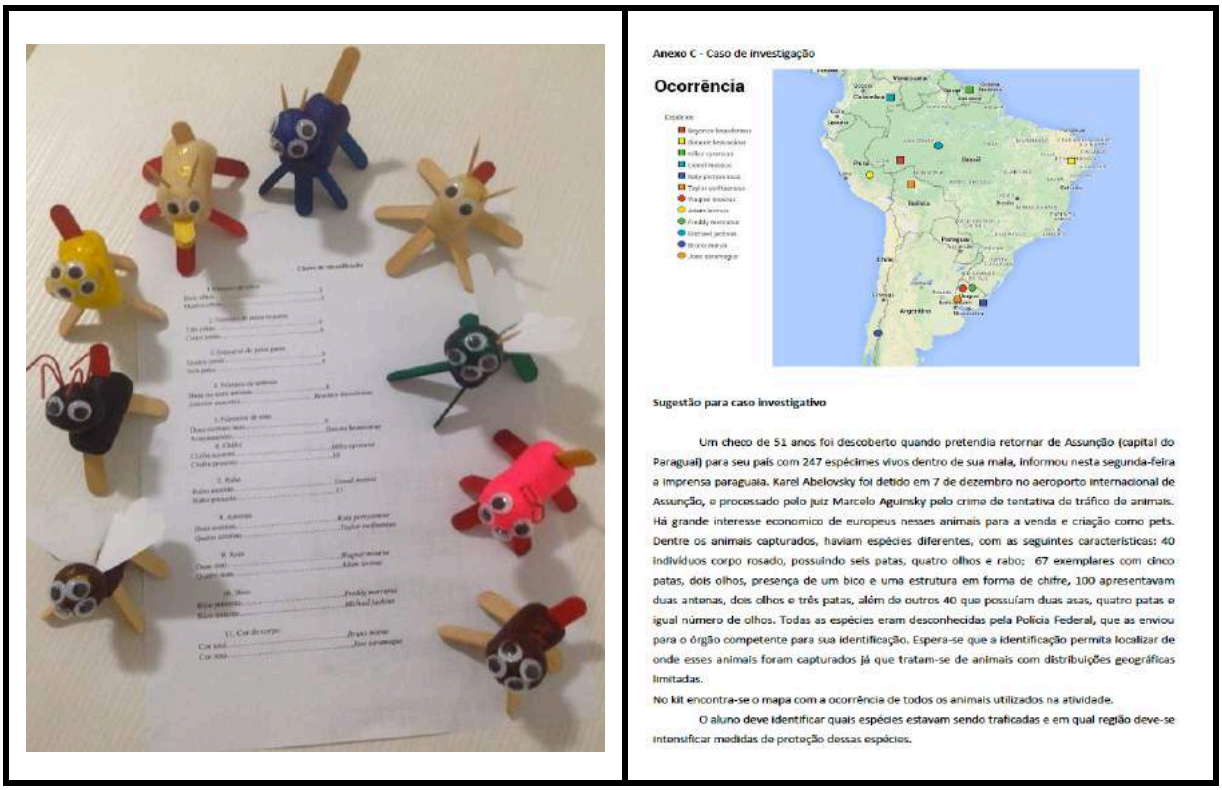


Figura 24 - Atividades propostas pela SD *A importância das Coleções biológicas*. À esquerda, os "animais hipotéticos" utilizados para discutir taxonomia foram representados sobre uma chave dicotômica de classificação. À direita, o estudo de caso final proposto pela SD, que aborda questões relacionadas ao tráfico de animais. Fonte: [SD 2015_09] - DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Para a continuidade das ações, após investigar conteúdos de taxonomia animal, projeta-se uma visita a um museu que contenha coleções zoológicas. A intenção dos autores nessa saída de campo é aproximar aprendizes de coleções reais e viabilizar discussões sobre "os aspectos éticos relacionados as coleções" e como os museus "representam a diversidade biológica". Richter et al. (2017) destacaram em suas pesquisas que o trabalho com coleções biológicas enfatiza a concepção prática do ensino, pois despertam o interesse e curiosidade de aprendizes, sendo estes vistos como sujeitos mais independentes, capazes de estabelecer relações entre teoria e prática. Ratificamos esse entendimento em relação a essa as atividades desta SD,

mas também destacamos o potencial emancipatório que esta sequência pode alcançar, do seu ponto de vista ético. No estudo de caso sobre tráfico de animais, aprendizes devem assessorar a tomada de decisão sobre a preservação de áreas endêmicas, de modo a impedir o tráfico de espécies ameaçadas de extinção. Essa ação deve resultar em movimentos de alteridade, na medida em que provoca embates com os dilemas éticos da atividade taxonômica, mobilizados por sentimentos de indignação pelo comportamento do traficante e empatia pelos animais ameaçados.

Fourez (1995) afirma que o sofrimento é um encontro com a alteridade, uma etapa fundamental para a construção do debate ético. Ele diz que: “a ética parte sempre de uma consciência do que simbolicamente denominamos de mal, percebido de início como uma situação que provoca sofrimento, e a respeito da qual alguma coisa nos diz, em nós e a nossa volta, é necessário?” (FOUREZ, 1995, p. 247). No estudo de caso mencionado, o debate ético poderia suscitar questões para os aprendizes do tipo: por que esses “bichinhos” não poderiam ser animais de estimação? Não seria melhor se eles fossem *pets* do que depositados em coleções biológicas? Não seria essa uma forma de conservar a espécie, que nem fazem os zoológicos? Sob outro ponto de vista, poderiam suscitar questões do tipo: se não existissem registros de coleta desses animais traficados, seria possível descobrir de que região eles são? Sem os museus, o que saberíamos sobre as características físicas das espécies? É possível reduzir o número de indivíduos coletados por espécie? Poucos indivíduos dariam uma noção sobre a composição da população? É evidente que o debate ético deve ser conduzido pelo professor não apenas no estudo de caso, mas nas relações que forem sendo construídas no decorrer da SD, mas o modo como a sequência foi construída abre caminhos de mediação para explorar esses domínios psicológicos e epistemológicos do conhecimento.

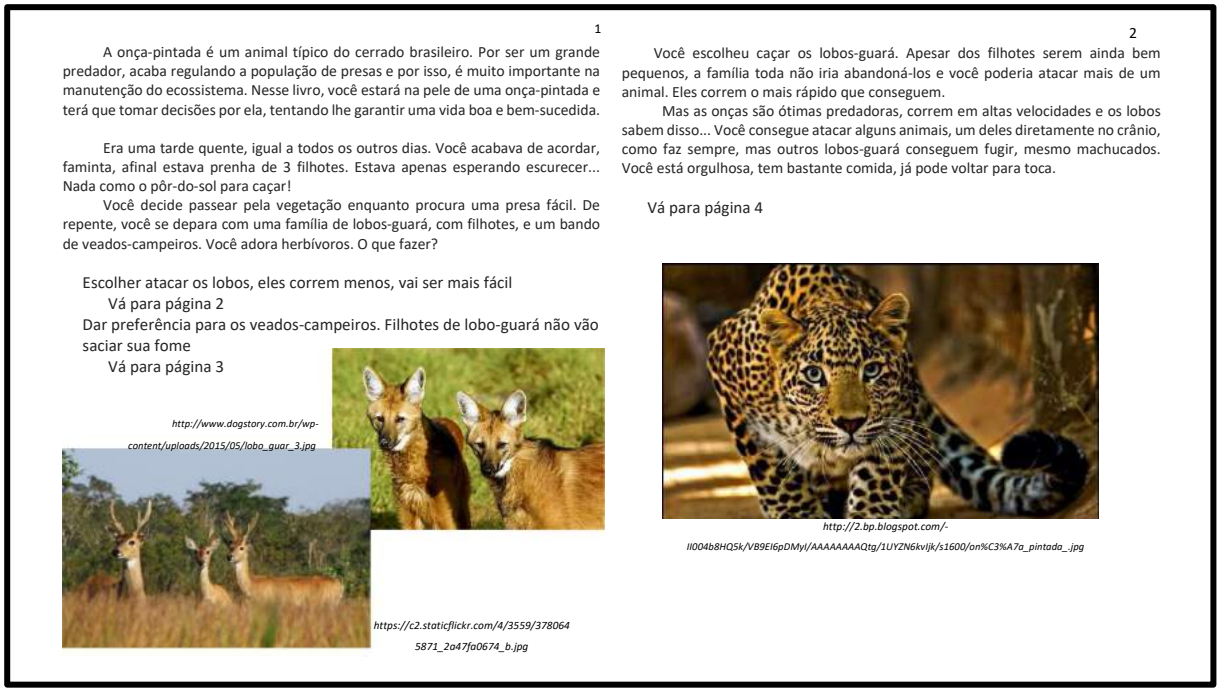
Há um ponto conflitante acerca da atividade museológica nas escolas, do ponto de vista situacional e histórico, que merece ser discutido. Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009) as coleções didáticas escolares se fortaleceram juntamente com o ensino laboratorial em meados do século XX. As autoras ressaltam as variadas funções que os objetos, como as coleções didáticas, exercem no ensino de ciências, de modo a ilustrar, demonstrar, explicar e até mesmo, transformar o conhecimento. Muitas escolas, principalmente particulares, têm laboratórios com coleções belíssimas de animais, incluindo vertebrados.

Porém, a criação e utilização de animais em atividades educacionais de ensino e pesquisa é restrita a estabelecimentos de ensino superior e educação profissional técnica em nível médio da área biomédica (BRASIL, 2008). Essa lei se aplica apenas as espécies classificadas como filo *Chordata*, subfilo *Vertebrata*. Em nosso entendimento, isso significa que o uso científico desse táxon, seja em aulas práticas demonstrativas ou experimentais, não pode ser realizado na Educação Básica, a não ser nas devidas instituições técnicas credenciadas no Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). E sobre os demais animais não vertebrados, poderiam ser realizadas atividades de construção e manutenção de insetários, por exemplo? A resposta técnica para essa questão, em princípio, é não. A coleta de material zoológico deve ser autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, por meio do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (BRASIL, 2014). Essa norma se aplica ao ensino superior e não há qualquer menção à atividade de coleta na Educação Básica nessa instrução normativa. No entanto, subentende-se que não seja permitida, devido a obrigatoriedade de se obter licença para coletar quaisquer materiais zoológicos. Mais motivos para valorização dos museus em atividades educativas.

Mesmo com essas regulamentações a atividade experimental com animais, que já foi bem mais presente nos laboratórios de ciências das escolas brasileiras (BONES, 2012), ainda ocorre. Assim como o uso demonstrativo de coleções didáticas escolares em práticas científicas, demonstrando um descompasso entre as leis de regulamentação e a realidade das escolas. Como vemos, esse é um debate ético em ação. Justamente por isso, não vamos emitir opinião sobre essas questões sem que se faça presente a dialogia inerente a esse dilema ético. Entendemos que, no mínimo, deveriam ecoar as vozes das práticas educativas consagradas, da legislação recente e do papel das coleções didáticas no ensino de ciências, algumas delas não contempladas no escopo desta tese.

4.3.3. Zoologia e cultura: antropomorfismo e saberes tradicionais

Há mais dois tópicos relevantes para tratar sobre as relações zoologia, ambiente e sociedade: a antropomorfização dos animais e a valorização dos saberes tradicionais. Para falar do primeiro, aproveitaremos o planejamento da SD *O fantástico mundo do cerrado brasileiro* [SD 2015_07], cujo objeto didático é uma série de quatro livros paradidáticos no modelo *escolha sua própria história*[22]. Narram histórias de quatro animais carismáticos do cerrado brasileiro: lobo-guará, onça-pintada, veado-campeiro e coruja-buraqueira (figura 25).


1

A onça-pintada é um animal típico do cerrado brasileiro. Por ser um grande predador, acaba regulando a população de presas e por isso, é muito importante na manutenção do ecossistema. Nesse livro, você estará na pele de uma onça-pintada e terá que tomar decisões por ela, tentando lhe garantir uma vida boa e bem-sucedida.

Era uma tarde quente, igual a todos os outros dias. Você acabava de acordar, faminta, afinal estava prenha de 3 filhotes. Estava apenas esperando escurecer... Nada como o pôr-do-sol para caçar!

Você decide passear pela vegetação enquanto procura uma presa fácil. De repente, você se depara com uma família de lobos-guará, com filhotes, e um bando de veados-campeiros. Você adora herbívoros. O que fazer?

Escolher atacar os lobos, eles correm menos, vai ser mais fácil
Vá para página 2

Dar preferência para os veados-campeiros. Filhotes de lobo-guará não vão saciar sua fome
Vá para página 3

http://www.dogstory.com.br/wp-content/uploads/2015/05/lobo_guar_3.jpg

https://c2.staticflickr.com/4/3559/3780645871_2a47fa0674_b.jpg

2

Você escolheu caçar os lobos-guará. Apesar dos filhotes serem ainda bem pequenos, a família toda não iria abandoná-los e você poderia atacar mais de um animal. Eles correm o mais rápido que conseguem.

Mas as onças são ótimas predadoras, correm em altas velocidades e os lobos sabem disso... Você consegue atacar alguns animais, um deles diretamente no crânio, como faz sempre, mas outros lobos-guará conseguem fugir, mesmo machucados. Você está orgulhosa, tem bastante comida, já pode voltar para toca.

Vá para página 4

http://2.bp.blogspot.com/-Il004b8HQ5k/VB9EI6pDMyI/AAAAAAAAQtg/1UYZN6kvIjk/s1600/on%C3%A7a_pintada_.jpg

Figura 25 - Páginas do Livro *O fantástico mundo do cerrado brasileiro* mostrando um trecho da história da onça-pintada. Fonte: [SD 2015_07] - DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Os roteiros se passam no bioma Cerrado e os movimentos das personagens mobilizam conhecimentos sobre adaptações e comportamentos dessas espécies, bem como de interações ecológicas estabelecidas no bioma. Para prosseguir na história é quase que inevitável personificar sentimentos humanos nos animais, pois os enredos são repletos de elementos melodramáticos que provocam nos leitores

[22] Em livros desse tipo, para prosseguir na história, o leitor deve escolher uma dentre duas (ou mais) soluções propostas apresentadas para um problema. E, assim por diante, tomando decisões que acarretam consequências (boas e ruins) aos personagens da trama.

sentimentos de angústia e prazer, gerando dúvida e reflexão nas tomadas de decisão. Isso ficou evidente no discurso das licenciandas que analisaram o objeto em 2016 (quadro 11).

Quadro 11 – Turnos de fala sobre o tema antropomorfização da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016).

Roda de diálogo – CPEZ 2016	
JOANA:	(...) bem, eu acho que... é... é um dos pontos fortes... dessa atividade é que ele... é... faz com que o aluno é... se ponha no lugar do... do indivíduo... porque a... as coisas erradas que você faz... muitas vezes não são tão óbvias (...) por exemplo, uma onça-pintada é ah... você perdia um filhote, você... acabava... num zoológico (...)
HELENA:	Bom, que essa história a criança tem que pensar, como um predador, ela vai comer, sei lá, o bichinho bonitinho, é que como, a gente é a onça, a gente pensa, "nossa, ela realmente tem que caçar pra alimentar o filhinho?" [metadiscurso], aí ficou.. aparece uma cobra falou "nossa, eu fujo, deixo a cobra comer o filhinho? Ou eu tenho que lutar com ela pra salvar todos os filhinhos?" [metadiscurso] (...)
JOANA:	É, então, nessa... nessa parte é interessante porque... é... ele não coloca o predador, por exemplo, como um ah... como uma coisa ruim (...) entende, como uma coisa malvada, assim, é... coloca o ponto de vista dele [animal] também que, precisa se alimentar, ele precisa sobreviver, então...

Notas: Estudantes de licenciatura dialogam sobre o objeto didático *O fantástico mundo do cerrado brasileiro* [SD 2015_07].
Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

A antropomorfização existente nas falas de Joana e Helena – "se ponha no lugar do indivíduo", "tem que pensar como um predador", "o ponto de vista dele" – são indicativas da volição (tomadas de decisão) esperada dos leitores destes livros. Não sabemos exatamente a que trecho do livro Helena estava se referindo em seu comentário, mas buscamos representar na figura anterior aquele que mais se aproximou da descrição dela. Para ocupar o lugar da onça, segundo o trecho em destaque, algumas premissas devem ser construídas. A onça está prenha de 3 filhotes. Ela sabe que a melhor hora para o ataque é no final da tarde (menos quente), assim como sabe que lobos correm menos que veados, portanto, são mais fáceis de caçar. Por fim, a onça adora herbívoros. As "presas em potencial" são essencialmente herbívoras, embora o lobo também se alimente de outros pequenos animais. Sendo assim abrem-se duas escolhas, relacionadas ao gasto e ganho energético. Se optar pelo lobo, em teoria, a onça terá menor gasto energético, mas também terá menos alimento para saciar sua fome. Se optar pelo veado, priorizará o ganho energético, no entanto, pode ter uma tentativa frustrada, em vista da velocidade deste animal.

Optamos por representar apenas uma das páginas seguintes do livro

paradidático (opção pela caça ao lobo), por ser suficiente para contextualizar esta argumentação. Nota-se que, em meio a ideia de predação, o objeto materializa algumas questões que podem gerar sentimentos conflitantes ao leitor-aprendiz, relacionadas ao sentido familiar da matilha, a tentativa de fuga e a efetivação orgulhosa da caça, pelo ataque ao crânio do lobo. Fizemos questão de elencar esses elementos ecológicos e antropomórficos para situar as possíveis influências na tomada de decisões de um leitor-aprendiz. Os autores da sequência e dos livros assumem que, aparentemente, essa tomada de decisão poderia estimular os jovens aprendizes a se apropriar de conceitos ecológicos, interações entre espécies, como competição e predação. Pensando nisso, elaboraram um texto para orientar a mediação desses conhecimentos, dos quais destacamos alguns trechos relevantes a seguir:

Os livros paradidáticos se apresentam como uma forma de aumentar o interesse dos alunos pelo ensino de ecologia e zoologia. [...] Na natureza estes animais apresentam interações ecológicas de herbivoria, predação, competição por recursos e outros. Dessa forma, durante as histórias ocorrem interações entre esses e outros animais do cerrado. Assim, é possível trabalhar uma discussão com os alunos sobre a interação deles entre si e com os recursos disponíveis no meio ambiente. A capacidade de escolha dos alunos depende um pouco de intuição, além de conhecimentos conceituais sobre os animais trabalhados. Os nichos ecológicos desses animais se definem de acordo com características específicas de cada espécie, como tamanho, comportamento, região que vivem, entre outros. Os livros [paradidáticos] apresentam explicações sobre os motivos de uma escolha ser bem ou malsucedida, e as consequências que elas trazem, mas cabe ao professor contextualizá-lo com a realidade e conhecimentos prévios dos alunos, além de complementar as explicações.

[excerto da SD 2015_07]

Nesse excerto, nota-se que os autores enfatizam os aspectos ecológicos das narrativas e, ainda que situem a “intuição” do leitor-aprendiz nas suas escolhas, dão pouca ênfase a ela. Em nossa opinião, a intuição é um aspecto muito relevante para o bom desenvolvimento desta SD, pois é nela que se constitui grande parte das narrativas criadas pela leitura individualizada. Na leitura da peça destacada na figura anterior, os aspectos antropomórficos certamente terão um grande peso na tomada de decisões. Os próprios metadiscursos de Helena são indícios dessa interpretação, quando ela se refere aos filhotes no diminutivo e sugere conflitos sentimentais com o processo de predação. Sendo assim, é fundamental que a mediação dos conhecimentos esperados na sequência didática, sentimentos humanos, como a frustração e a compaixão, não sobreponham o entendimento dos aspectos orgânicos

nos fenômenos investigados, constituindo-se em verdadeiros obstáculos epistemológicos à formação do espírito científico (BACHELARD, 1996).

Havendo o reconhecimento dos conflitos cognitivos inerentes às leituras propostas, ponderamos que o objeto didático possibilita adentrar a realidades que transcendem a experiência sensível e aproximam o leitor dos hábitos desses animais, das questões de sobrevivência e da alimentação. Em alusão ao modelo topológico de ensino (GIORDAN, 2008), a ampliação das esferas de atuação e comunicação dos aprendizes ocorreria na medida em que seja fomentado o embate entre as ferramentas culturais empregadas no cotidiano, neste caso intuitivas e volitivas, e aquelas usadas nos cenários construídos na sala de aula, os conhecimentos ecológicos.

No segmento antropomórfico dos animais evidenciamos uma relação bastante intima com a sabedoria popular que se materializa na forma de lendas na sequência didática *O imaginário ambiental na tradição oral: contos e mitos sobre animais como ferramenta para o ensino de biologia* [SD 2015_13]. O objeto didático desta SD, *Lendas e contos brasileiros com animais*, apropria-se dessa perspectiva sociocultural para aproximar saberes tradicionais de comunidades indígenas e saberes científicos. Ao todo, são sete contos folclóricos que versam sobre animais brasileiros, contextualizados para o ambiente escolar. Os aprendizes são convidados a explorar e problematizar características dos animais e suas relações com o ambiente, contrapondo saberes científicos e populares.

Os licenciandos autores projetam a SD em 6 aulas. Nas duas primeiras é esperado que o professor promova a leitura (contação) e/ou encenação da história *Como surgiram os bichos?*, uma lenda da tribo ameríndia *Ofayés*, que costumava viver na região do Mato Grosso do Sul. Os autores justificam que essa ação docente visaria engajar os aprendizes intelectual e emocionalmente. Logo nessa primeira contextualização, já se fazem presentes interpretações biológicas e tradicionais sobre a origem dos animais. Referida pelos autores como uma ferramenta didática pouco valorizada, a contação oral seria a disparadora de uma aula dialógica sobre a importância dos contos e lendas e suas diferenças com a literatura científica. Algumas questões foram elaboradas pelos licenciandos pra mediar a discussão sobre as lendas, trabalhando aspectos sobre o senso comum, importância das lendas para seus criadores e interlocutores, relações espaço-temporais dos indígenas com o

ambiente e os seres vivos, já enunciando alguns conflitos possíveis do embate entre escrita popular e científica. Esses assuntos devem ser explorados nas aulas 3 e 4, quando se projeta trabalhar com lendas específicas de alguns animais brasileiros. Na história que escolhemos para representar o objeto didático, os mutuns são caracterizados em relação a sua distribuição geográfica e também ao dimorfismo sexual (figura 26).

Figura 26 - Páginas do objeto didático *Lendas e contos brasileiros com animais*. À cima, páginas do livro do estudante sobre a lenda do mutum e abaixo, páginas do livro dos professores, com orientações para o uso do livro. Fonte: [SD 2015_13] - DE MOURA SILVA; SILVA (2016).

Há também um acesso digital (*QR code*), que direciona o leitor ao canto do mutum-de-penacho, umas das espécies do grupo. A lenda apresenta um conflito entre o pajé *Kanassa* e o mutum, ave que está a confeccionar um penacho para afastar "índios chatos". Trava-se um diálogo sobre o apetrecho, até que o pajé impele a ave a usar o tal penacho. Com medo de uma "loucura indígena", o mutum coloca o penacho, sendo elogiado pelo pajé, que não fora afastado. Nisso, a ave voa descontroladamente, perde o penacho e o pajé lhe lança um feitiço. Daí em diante, segundo a lenda indígena, os mutuns passaram a ter penacho em suas cabeças. Trata-se de uma lenda relativamente simples, mas que revela importantes conhecimentos sobre a relação das comunidades indígenas com a natureza.

Acompanha o objeto didático um livro de instruções para o professor com propostas para abordar essas lendas em sala de aula. No caso do mutum, é proposta a seguinte questão: *Qual a importância e funções das penas para as aves? Qual a importância da construção de ninhos para as aves?* De forma análoga à sequência didática anterior, no livro do professor, os licenciandos enfatizam os aspectos científicos relacionados a ave, como habitat, ameaças e comportamento, ficando a cargo dos professores-leitores a interpretação da lenda e dos saberes populares, ou seja, não se apresentam formas concretas de mediar esse embate, por exemplo, formas de trabalhar o conflito origem do penacho do mutum na lenda (feitiço) e o processo de seleção natural.

Para encerrar esta sequência sugere-se a produção material de outras histórias pelos aprendizes nas aulas 5 e 6, reforçando uma preocupação com a criatividade e expressão verbal, a partir da escrita, uso de simbologias e outros sentidos. Promove-se o protagonismo na criação de outros contos e no compartilhamento desses saberes criados e recriados, contemplando inclusive, aspectos interdisciplinares entre ciências, língua portuguesa e artes.

Na roda de conversa ocorrida em 2016, os aspectos estéticos do livro deram voz ao episódio com maior turno de falas ocorrido naquele ano (quadro 12). O burburinho se fez presente em todo esse diálogo, muitas vozes ecoaram juntas. A confluência de vozes é uma mostra do impacto estético que o objeto didático causou nos participantes da roda. Alguns movimentos desses turnos de fala trazem reflexões importantes para o planejamento docente.

Quadro 12 – Episódio com maior turno de fala da atividade analítico-discursiva - CPEZ (2016).

Roda de diálogo – CPEZ 2016	
BRUNA:	E é muito bonito o desenho, que eu *tô vendo*.
JOANA:	A ilustração é bem [pausa 4s] bem bonita mesmo.
CAMILA:	Esse, esse dos... esse dos contos [e lendas] ... esse... foi os próprios alunos que fizeram?
DOCENTE:	Sim.
BRUNA:	Eles que inventaram?
DOCENTE:	Não, eles buscaram as lendas, sintetizaram em uma página e fizeram... [inaudível, confluência de falas]. Não, a lenda é lenda!
PAULO:	QR code, tal? [olhando para a docente] ... profissa!
CAMILA:	Não, mas é que [inaudível]... bem feito [referindo-se a capa e diagramação]
PESQUISADOR:	Sim, sim, foram eles que fizeram! [ênfase para responder Camila] Papel, caixinha, manual, foram eles.
DOCENTE:	Ah, sim, isso foram eles que fizeram.
CAMILA:	Tem até negócio atrás pra eles tirarem foto.
PESQUISADOR:	QR code.
CAMILA:	É, então...
DOCENTE:	É, fizeram até [inaudível, confluência de falas]
HELENA:	É, eu esqueci de falar isso [QR code, quando da apresentação do OD aos colegas]
PESQUISADOR:	Esse é o da, esse é o das... lendas [aponta para o objeto que está nas mãos de Bruna]
BRUNA:	Eu sei. É muito bonito.
PESQUISADOR:	Caprichoso né?
SANDRA:	Tem até, tem até o negócio pra guardar, achei mor bem feito.
BRUNA:	Ah, eu queria falar do delas [objetos didáticos analisados pelo grupo], porque... eu achei legal que eu nunca tinha pensado, quando a gente estava pensando na nossa sequência em alguma coisa cultural, desse jeito, assim, era sempre relacionado a... sistemática, evolução... conteúdo mesmo... e eu achei isso tão bonito!
LEANDRO:	Conteúdo... de... vestibular mesmo.
HELENA:	Eu achei muito legal. É... vai lá, tal aldeia de índios que vivem em tal lugar do Brasil, com essa lenda aqui com a explicação do surgimento dos bichos.
BRUNA:	É até poético, isso!
CAMILA:	Acho que já foi, né, assunto... [questões culturais foram assunto da disciplina]
SANDRA:	É que a gente pensou também... mais em... colegial
BRUNA:	É, esse é Fundamental 1, talvez, 2.
HELENA:	É... eles não falaram, mas a gente ache que é. (...)

Notas: Estudantes de licenciatura dialogam sobre o objeto didático *Lendas e contos brasileiros com animais* [SD 2015_13].
Fonte: Autoria própria – Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

No início, Camila e Bruna parecem surpresas em relação a criação dos objetos didáticos. Os questionamentos finalizados com as palavras “fizeram” e “inventaram” reforçam esse sentido de dúvida. Em seguida, enquanto a docente faz um esclarecimento sobre as lendas, explicando que estas foram extraídas de contos tradicionais – “a lenda é lenda” – Paulo chama a atenção de Camila para a presença de *QR code* nos objetos. Como já dissemos, o recurso tecnológico foi colocado no objeto didático para levar o leitor a páginas da internet com mais detalhes sobre esses animais.

Os aspectos estéticos do objeto didático foram enunciados pelos participantes dessa roda de diálogo. Palavras como “atraente”, “bem-feito”, “bonito”, “profissa”, “caprichoso”, “poético” destacaram o capricho e cuidado com a produção material. Surpresa e encanto são bons descritores da interlocução dos licenciandos com este objeto didático. Para além do fascínio suscitado pela análise, a fala de Bruna – “nunca tinha pensado (...) em alguma coisa cultural” – revela, novamente, como o foco no conteúdo conceitual é um paradigma difícil de ser rompido e como processos de construção discentes podem ajudar a explorar esses elementos.

Mesmo mais adiante, quando Sandra e Bruna especulam sobre o público-alvo do objeto, é notável como o conteúdo hermético, descritivo e inerte, assume o protagonismo no pensamento sobre a produção material. O tal “conteúdo de vestibular”, como Leandro ponderou. A proposição de conteúdos em uma perspectiva sociocultural possibilitou um diálogo aberto e uma reflexão crítica em relação à transmissão formal de conteúdos que prevalece nas disciplinas universitárias e, inconscientemente, molda o pensamento e criatividade de muitos licenciandos.

Trabalhar com saberes tradicionais, como bem apontam os autores desta sequência didática, estimula atitudes de respeito às culturas tradicionais, de valorização de conhecimentos populares, a socialização de conhecimentos diversificados, o uso do imaginário para projetar ações de conservação, inclusive, o espírito investigativo para compreensão do pensamento científico. Ponderamos que, estratégias didáticas dialógicas, que promovam discussões de saberes docentes realmente transformadores, são adequadas aos desafios e necessidades que os licenciandos terão em suas carreiras no que tange a vida em sociedade e as potencialidades interdisciplinares da escola. Mas para que isso ocorra é essencial que as atividades estejam conectadas, trazendo significado para aquilo que é ensinado.

Encerramos este longo capítulo de resultados e discussão conscientes de termos apresentado problemáticas relevantes para a materialização de práticas docentes, relacionadas às atividades, formas de interação e mediação do conhecimento, atentando para a percepção acerca dos limites e possibilidades oriundos das sequências didáticas investigadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão central de pesquisa que orientou esta investigação foi *como futuros professores de Ciências e Biologia pensam e materializam o ensino e aprendizagem de Zoologia?* Para percorrer os caminhos do pensamento e materialização didática seguimos a rota de planejamento de sequências didáticas em uma disciplina de graduação, atentando para elementos da linguagem científica, aspectos epistêmico-pedagógicos e mediação dos conhecimentos. Analisamos um conjunto de 44 sequências didáticas construídas ao longo de 5 anos de oferecimento dessa disciplina, portanto, um estudo longitudinal que viu nascer e se modificar questões educacionais e do ensino de zoologia. De início, procuramos integrar as principais abordagens e temas apresentados pelos licenciandos no delineamento de cada sequência didática para categorizá-las como um todo. Nesse sentido, as ferramentas metodológicas da análise de conteúdo (BARDIN, 2007) se mostraram apropriadas. Ali emergiram as quatro dimensões do ensino de Zoologia, que se destacaram na análise dos dados e guiaram as escolhas temáticas desta tese.

O amadurecimento do perfil analítico discursivo sociocultural veio pós segunda qualificação, quando as lentes de observação verteram para as atividades, formas de interação e encadeamento das ações projetadas. Entraram no escopo de análise questões sobre domínios do conhecimento, para aprimorar a análise das sequências e seus objetos. Desta vez, foram os referenciais teórico-metodológicos sobre a construção de sequências de ensino e aprendizagem (ver MÉHEUT; PSILLOS, 2004) e a estruturação teórico-metodológica do modelo topológico do ensino (GIORDAN, 2008) que se apresentaram como ferramentas de análise.

Nesse sentido, os objetos didáticos (meios de mediação), tornaram-se importantes aliados de pesquisa. Para além dos processos constitutivos da materialidade, estes objetos propiciaram elaborações mais sólidas da interação dos sujeitos de pesquisa com a projeção didática. Também ampliaram o olhar analítico de pesquisa no que se refere a análise de discurso sobre as possibilidades e desafios relacionados à formação de professores de ciências na Educação Básica, principalmente no que se refere ao compartilhamento de saberes docentes e temáticas da Zoologia, como questões temporais, filosóficas, curriculares e estéticas.

Seguramente, as ações analítico-discursivas perante a esses meios de mediação contribuíram para a gênese de novos processos formativos na própria disciplina no decorrer do tempo desta investigação.

Importante situar que contamos com a validação de professores convidados para revelar problemas, adaptações e possibilidades de ações dimensionadas nas sequências. A relação entre a formação inicial e continuada é algo considerado extremamente relevante na perspectiva da legislação de formação docente e da literatura da área. Nesta proposta invertida - que trouxe os professores para uma disciplina da universidade - ressaltamos o papel sócio-interacionista entre formação inicial e continuada. Notamos que interação com os professores atuantes teve um grande impacto na percepção dos limites e possibilidades da prática educativa, tanto na produção dos textos finais das SD, como na edição do material para a sua publicação.

Defendemos que o planejamento didático mediado pela construção de sequências didáticas é uma atividade fundamental na construção da carreira docente. Afirmamos isso certos da capacidade de materialização didático-epistemológica e do potencial de projeção psico-cognitiva que evidenciamos neste trabalho. Além do mais, valorizamos o caráter inovador dessa prática formativa, especialmente na produção de objetos didáticos, como forma de transcender a segmentação de conteúdos e o *status quo* do livro didático como único material de apoio na Educação Básica.

A análise revelou aspectos gerais sobre as sequências didáticas, entre eles, a marcante presença de projeções expositivas de conteúdos. A necessidade de aulas expositivas na Educação Básica é manifesta, mas nos chamou a atenção o volume em que estas apareceram nas propostas investigadas, dada a liberdade de criação e as diferentes estratégias didáticas vivenciadas na própria disciplina. Para nós, este é um reflexo direto do *habitus* acadêmico (ANASTASIOU; ALVES, 2005) que, em última instância, não contribui para a materialização de processos dialógicos de ensino. Toda construção didática apresentará limitações, principalmente se tratando de aspectos em projeção.

Avaliamos que a materialização da linguagem científica neste conjunto de sequências didáticas privilegia domínios epistemológicos. Na esfera da alfabetização científica (SANTOS, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2011), notamos a prevalência de atividades que se aproximam do ensino descritivo de Zoologia, com enfoque em

conceitos fundamentais e nomenclatura científica, embora tenham sido encontradas sequências centradas em aspectos sociocientíficos, como aquelas apresentadas na seção 4.3 e, em menor número, sobre natureza da ciência, dispostas em algumas poucas atividades, em breves trechos escritos e/ou sugestões de discussões, como aquelas pós *classificação de materiais*. Talvez o grande problema para o licenciando nem seja o fato de conceber sequências didáticas que também enfoquem aspectos sociocientíficos e a natureza da ciência, mas o ato de materializar processos pedagógicos relativos a esses eixos em produção escrita, quando acreditamos que podem se esvair os propósitos educativos e as questões teóricas idealizadas. Nesse sentido, entendemos que o processo dialógico das atividades analítico-discursivas realizado em confluência com a materialidade encontrou ressonância pedagógica, tornando o processo de planejamento didático mais crítico.

Investigar um grande número de sequências didáticas possibilitou evidenciar diferentes formas de abordar um mesmo conteúdo, inclusive para constituir temas para o ensino de Zoologia, principalmente nas dimensões evolutiva e socioambiental, e também trazendo elementos para problematizar a saúde. A proposição de temas possivelmente seja um dos obstáculos mais desafiadores do planejamento didático. Seguramente, é um dos processos educacionais de maior importância, considerando que são eles que regulam os propósitos de ensino e aprendizagem, propiciam a elaboração e encadeamento de atividades e modulam as formas de interação possíveis. Indicamos, a partir da análise, que a dimensão da *Saúde* poderia ser mais enfatizada na formação inicial de professores de Ciências e Biologia, vislumbrando problematizações emancipadoras. Nesse sentido, abordagens como estudos de caso e jogos de papéis (RPG) se mostraram importantes aliadas na projeção de processos interacionistas e socioculturais sobre a saúde, ao planejar atividades que buscam promover aprendizados ativos e dialógicos, mediados pela ludicidade e tomadas de decisão conscientes e críticas. Ao buscar a intelectualidade nas ações esperadas de estudantes ao lidar com tais materiais, os próprios licenciandos puderam imergir em um processo de construção da intelectualidade docente para superar o paradigma biologicista do ensino de saúde.

Vimos nascer caminhos inovadores para tematizar a evolução em uma perspectiva menos antropocêntrica, por meio de modelos que problematizam a classificação biológica, a partir da apropriação da linguagem filogenética e

significação do conceito evolutivo. Desde a infância, somos constantemente convidados a categorizar seres vivos ou objetos em grupos-estanque, a partir de especificidades que, na maior parte das vezes, são subjetivas. Isso não seria um problema, já que esse mecanismo nos convém para criar gêneros e distinguir padrões, como prevê o pensamento essencialista. Mas à medida que a subjetividade se transforma em estabilidade conceitual, sem qualquer interferência sociocultural, há uma grande chance de se criarem paradigmas que podem perdurar por toda a vida.

Por isso, situamos os procedimentos indutivos e dedutivos, geridos pela formulação de hipóteses, como fundamentais para a realização de atividades que problematizam a classificação biológica, entendendo que esses podem ser os principais elementos de aproximação dos aprendizes com o conhecimento científico. Ponderamos que a tomada de consciência, por parte de professores e aprendizes, em relação a esses procedimentos pode contribuir, inclusive, para responder dúvidas típicas sobre os resultados e conhecimentos construídos oriundos de abordagens que promovem os conflitos cognitivos. Ora, os resultados são a apropriação de vias de raciocínio científico fundamentais para elaborar o conhecimento filogenético. Compreender regras e estabelecer critérios de classificação, coloca-los em prática, vivenciando aspectos da construção do conhecimento científico nos parece um grau razoável (não hermético) de entendimento sobre o pensamento filogenético na Educação Básica.

Pelo menos, por enquanto, a Sistemática Filogenética tem contribuído muito para a compreensão das relações evolutivas entre os seres vivos, mas precisamos lembrar que esse conhecimento está em constante transformação, já que a aferição de características fósseis e fatores estocásticos ainda são grandes empecilhos para a estabilização das relações de parentesco entre os organismos. Por sua vez, entre o paradigma essencialista e a estatística estocástica existe uma grande ruptura epistemológica e mesmo ontológica que pode desempenhar um papel fundamental na formação de professores de biologia, vez que abre o debate para apropriação de processos pedagógicos sobre natureza e história da ciência, como inferência evolutiva, elaboração de hipóteses filogenéticas, transitoriedade e persistência de paradigmas e sobre a função social da ciência, no sentido de contribuir para o entendimento e conservação da biodiversidade. Nesse sentido, concordamos com os autores (AMORIM, 2008; SANTOS; CALOR, 2007; RODRIGUES et al., 2011; LOPES;

VASCONCELOS, 2014) de que a sistemática filogenética tem potencial para desconstruir a ideia de progresso linear da evolução, bem como de problematizar o acúmulo e persistência de ideias positivistas, tão comuns nas práticas escolares, principalmente nas de ciências. A própria característica de instabilidade inerente a essa ferramenta, citada anteriormente, pode ser a chave pra compreender a evolução de maneira não dogmática.

Foi diante desse momento de análise que verificamos que a grande maioria das atividades propostas nas SD raramente se apoia nos registros da literatura acerca dos embates cognitivos do estudante com o conteúdo a ser ensinado. Consideramos que o desenvolvimento de uma postura investigativa, estruturada na valorização da reflexão e intelectualidade docentes, deveria possibilitar ao professor em formação encontrar meios de se inteirar das prováveis ações dos aprendizes no decorrer de atividades planejadas. As oficinas de análise realizadas na disciplina CPEZ anos finais - para que os licenciandos apreciassem os objetos didáticos construídos pelos pares - tiveram esse propósito de ensino. No que se refere a aproximação com o conhecimento gerado em pesquisas da área, entendemos serem necessárias mais atividades formativas de interpretação e extrapolação de publicações científicas, compondo subsídios para planejar cenários e cenas possíveis que resolvam os problemas do senso comum e do conhecimento científico.

Um processo muito similar àquele pretendido pelas atividades analítico-discursivas investigadas nesta tese. Uma das intenções dessas atividades foi promover a confluência de conhecimentos ano após ano, trazendo historicidade à narrativa da disciplina. A outra, além de ser alicerce de pesquisa, foi simular movimentos de sala de aula que possibilitassem considerar aspectos sobre a construção esperada do conhecimento científico dos modelos analisados. A interação entre a criação e análise de objetos didáticos provocou reflexões importantes na formação destes licenciandos, registradas na profusão de diversos tipos de metadiscursos, como os modos de pensar dos aprendizes, a projeção da condução das atividades, certas vezes, enunciando inclusive, vozes dos próprios objetos didáticos. Entendemos estes metadiscursos como momentos de reflexão intelectual, coerentes com as reflexões que podem vir a ser realizadas em futuras práticas docentes.

Essa abordagem revelou-se de grande valia para discutir com os licenciandos

suas futuras práticas docentes, como seleção de conteúdos e adequação destes aos seus propósitos de ensino. Nessa seara, a referência ao passado escolar e o olhar sob a perspectiva dos estudantes propiciaram discussões pertinentes ao planejamento didático. A imersão nesta atividade também fez manifestar bagagens de conhecimentos anteriores - da história de vida escolar - dos licenciandos, tão presentes nos saberes profissionais dos professores (TARDIF, 2002), provocando em alguns momentos, reflexões que podem gerar mudanças de crenças e práticas docentes. Como fonte de pesquisa, as atividades analítico-discursivas também potencializaram a aproximação entre os domínios epistemológico e didático de conhecimentos a serem mobilizados nas sequências e esboçaram embates psico-cognitivos possíveis da mediação desses conhecimentos.

A investigação de sequências didáticas se mostrou um importante instrumento de planejamento do ensino e reflexão da prática pedagógica realizada na Licenciatura, possibilitando pensar e projetar novas abordagens para aprofundar aspectos sociocientíficos relacionados ao ensino de Zoologia. Apresentamos na seção *Zoologia, ambiente e sociedade* propostas que podem ter reflexos positivos no processo de ensino-aprendizagem de ciências/biologia, pois fogem dos métodos convencionais e se aproximam da realidade discente, podendo abarcar conhecimentos científicos a partir de objetos didáticos investigativos e abordagens interdisciplinares. Algumas dessas sequências foram elaboradas na perspectiva do ensino por investigação, uma tendência temporal observada em nossas análises. Nos últimos anos da disciplina mais sequências didáticas investigativas foram criadas, especialmente nos anos de 2016 e 2018. Não é de hoje que se fala em investigação no ensino de ciências, aliás, essa é uma das bases da alfabetização científica (CARVALHO, 2013). Também não é uma particularidade da disciplina CPEZ trabalhar especificamente o ensino por investigação, embora essa abordagem tenha sempre sido encorajada pela docente da disciplina. Todavia, creditamos essa inclinação pela abordagem investigativa a um senso teórico-prático que está se formando na relação *academia-produção material* da Licenciatura do IB/USP, algo que pode ser constatado em disciplinas de estágio supervisionado e metodologia do ensino de ciências do Instituto.

Outros desenhos didáticos apresentados nesta seção constituem importantes aspectos sobre a construção do conhecimento científico da biodiversidade, seja na

forma de estudos de caso, de jogos didáticos ou apropriação de espaços não-formais de ensino, como Zoológicos e Museus de Ciências. Significamos a biodiversidade na medida em que abarcamos a complexidade que a compreende, sobretudo para dimensionar as múltiplas relações que estabelecemos com ela. Notamos que no decorrer dos anos da disciplina essas perspectivas foram se adensando nas produções dos licenciandos, grande parte delas para construir um sentido de biodiversidade mais complexo. Apostamos que essa constatação seja devida a processos inerentes da relação longitudinal desta pesquisa com os sujeitos de investigação, que provocou transformações nas atividades e ações realizadas na disciplina CPEZ e, consequentemente, nas produções mais recentes, uma dialogia histórica. Certamente a estruturação didática do corpo docente da Licenciatura no IB/USP também é um aspecto a ser considerado nesse desenvolvimento, na medida em que aportou referenciais de produção acadêmica parametrizados em relações com a alfabetização científica, história das ciências, aspectos sociocientíficos, educação não formal e do ensino por investigação.

Ratificamos ser necessário, em nível de formação inicial e planejamento didático, um maior aprofundamento sobre os aspectos político-econômicos que regulam tomadas de decisões sobre a biodiversidade. Precisamos encaminhar formas de estruturar a produção material na formação inicial, de modo a agregar ao planejamento didático, caminhos que também mobilizem a participação política do aprendiz em relação a esse tema, subsidiando posturas mais críticas à racionalidade econômica capitalista e consumista. Para fomentar ainda mais a participação do jovem aprendiz, manifestamos que professores em formação devem planejar atividades estruturadas para gerar temas correlatos ao domínio epistemológico sobre espécies ameaçadas de extinção, de natureza controversa inclusive, como alimentação humana, mudanças climáticas, mudanças no uso da terra, diversidade funcional da biodiversidade, legislação ambiental, uso racional de recursos ecossistêmicos, entre outros assuntos pouco discutidos nas sequências investigadas.

No que tange as aproximações entre biologia e cultura, discutimos como questões de natureza antropomórfica e saberes tradicionais podem ser valorosas na compreensão de características dos animais e suas relações ecológicas. Ponderamos que, por mais sinestésicos que sejam os eventos literários suscitados pelos objetos didáticos apresentados na *seção 4.3.3*, é preciso considerar os trânsitos epistêmicos

entre os conhecimentos de natureza subjetiva e objetiva, de modo a valorizar os saberes tradicionais e sustentar a construção do espírito científico. Outro ponto de destaque desses objetos didáticos é a marcante característica estética, fator que fomentou a construção de diálogos reflexivos sobre a proposição de conteúdos na construção material do pensamento docente.

Na introdução desta tese apresentamos o distanciamento entre a academia e o ensino como um processo sociocultural brasileiro e marcamos o perfil docente contemporâneo como instrumentalizado, técnico e pouco reflexivo. Acompanhamos, com consternação, todos os retrocessos na política educacional ocorridos ao longo dos últimos anos, que aprofundam a desvalorização da profissão docente e precarizam o ensino público. Temos ciência de que esses fatos decorrem de um processo de longo prazo e que, para resistir, entre tantas ações possíveis e necessárias, precisamos romper as barreiras que afastam pesquisa e educação. Procuramos por toda esta tese trabalhar uma escrita que evidenciasse, cientificamente, problemas e soluções sobre a formação inicial e o planejamento didático, mas que não afastasse outros leitores. A articulação entre as vozes provenientes da formação profissional, da experiência na profissão e de pesquisa confluíram para esse tipo de escrita. Em vias de diminuir as distâncias academia-ensino, recomendamos uma maior integração entre as disciplinas com e sem estágio supervisionado, ou seja, uma construção contínua do planejamento e maior presença de atores escolares na universidade para validação externa de conhecimentos planejados.

A pesquisa com o pensamento e materialização de sequências didáticas na formação inicial pode provocar a integração de conhecimentos, a adaptação a mais de um contexto e possibilidades diferentes de lidar com as propostas pedagógicas. Concluímos assim, essa confluência de atividades que melhor representam, em nossa opinião, a construção de saberes científicos e dialógicos no ensino e aprendizagem de Zoologia dispostos nas sequências didáticas investigadas. Esperamos ter contribuído para diversificação vozes e ações educativas desse campo do conhecimento científico de modo a tornar esses temas, tão pertinentes, mais presentes nas pesquisas e salas de aula de ensino de ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLCHIN, D. From science studies to scientific literacy: A view from the classroom. **Science & Education***,* v. 23, n. 9, p. 1911–1932, 2014.

AMORIM, D.S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002. 136 p.

AMORIM, D. S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de Zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, v. 36, p. 125-150, 2008.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In:_____ (Org.). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2005. p. 67-100.

ARAÚJO-de-ALMEIDA, E. A sistemática Zoológica ensinada sem o uso das categorias taxonômicas. In:_____. **Ensino de zoologia**: ensaios interdisciplinares. 3 ed. João Pessoa: Editora Universitária, 2011, p. 79-99.

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique: quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui? **Les Dossiers des Sciences de l'Éducation**. v. 8, p. 59-71, 2002.

BACCI, D. L. C.; JACOBI, P. R.; SANTOS, V. M. N. Aprendizagem social nas práticas colaborativas: exemplos de ferramentas participativas envolvendo diferentes atores sociais. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 227-243, 2013.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

BAHAR, M.; JOHNSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting learning difficulties in biology. **Journal of Biological Education**, v. 33, n. 2, p. 84-86, 1999.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. Tradução de M. Lahud e Y. F. Vieira. 11. ed. São Paulo: Hucitec, 2004. 196 p.

BALDAUF, S. L. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. **Journal of Systematics and Evolution**. v. 46, p. 263–273, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de L. A. Reto e A. Pinheiro. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2007.

BÉVORT, E.; BELLONI, M. L. Mídia-educação: conceitos, história e perspectivas. **Educação e Sociedade**, v. 30, n. 109, p. 1081-1102, 2009.

BIZZO, N.; EL-HANI C. N. Darwin and Mendel: evolution and genetics. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 3, p. 108-114, 2009.

BONES, V.C. O uso de animais em aulas práticas do Ensino Médio. **Educação e Cidadania**, v. 14, p. 8-15. 2012.

BRASIL, MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/Secretaria da Educação Fundamental, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

BRASIL, MEC. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação – Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas**. Parecer CNE/CES 1.301/2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130101Biologicas.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

BRASIL, MEC. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+):** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. **Estabelece procedimentos para o uso científico de animais**. Brasília, 8 de outubro de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm>. Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Fixa normas para a utilização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBio**. Instrução Normativa n. 03, 01 set. 2014. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/INSTRUÇÃO_NORMATIVA_ICMBio_Nº_3_DE_2014__com_retificação_do_DOU28_08_15.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL, MEC, Conselho Nacional de Educação. **Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial e continuada**. Resolução n. 02, 01 jul. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Versão final. Brasília: 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

BREUER, G. B.; SCHLEGEL, J.; KAUF, P.; RUPF, R. The Importance of Being Colorful and Able to Fly: Interpretation and implications of children's statements on selected insects and other invertebrates. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 16, p. 2664-2687, 2015

BRINKMANN, H.; DENK, A.; ZITZLER, J.; JOSS, J. J.; MEYER, A. Complete Mitochondrial Genome Sequences of the South American and the Australian Lungfish: Testing of the Phylogenetic Performance of Mitochondrial Data Sets for Phylogenetic Problems in Tetrapod Relationships. **Journal of Molecular Evolution**, v. 59, n. 6, p. 834–848, 2004.

BUTY, C.; TIBERGHIEN, A.; MARÉCHAL, J. L. Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching–learning sequences. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 579-604, 2004.

CARMO, R. S.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. É legitimo explicar em termos teleológicos na biologia? **Revista da Biologia**, v. 9, n. 2, p. 28-34, 2012.

CARVALHO, A. M. P. D. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 21, p. 89-100, Set./Dez. 2003.

CONRADO, D. M.; LEAL, F. B.; CARVALHO, I. N.; CRUZ, L. M. S.; SOUZA, M. M. O. R.; ALMEIDA, T. P.; MOURA, U. O.; SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Uso do conhecimento evolutivo na tomada de decisão de estudantes do ensino médio sobre questões socioambientais. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 7, p. 345-368, 2012.

COSTA, L. O.; WAIZBORT, R. F. Concepções de alunos do ensino médio sobre o tema classificação biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 18, n. 3, p. 667-680, 2013.

DE MOURA SILVA, G.; SILVA, R. L. F. Problematizando o ensino de Zoologia na educação básica a partir de sequências didáticas produzidas por licenciandos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindoia. **Anais**... Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015, p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/>. Acesso em: 09 nov. 2019.

_____. A produção de sequências didáticas como elemento articulador da formação inicial e continuada no curso de Ciências Biológicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 3., CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES, 13., 2016, Águas de Lindoia. **Anais**... São Paulo: UNESP/Prograd, 2016, p. 1469-1480. Disponível em: <https://www.geci.ibilce.unesp.br/logica_de_aplicacao/site/index_1.jsp?id_evento=64>. Acesso em: 09 nov. 2019.

_____. (Org.). **Possibilidades didáticas para o ensino de Zoologia na educação básica**. v. 3. São Paulo: Instituto de Biociências, 2016. 340 p. Disponível em: <https://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98>. Acesso em: 08 nov. 2019.

_____. A concepção e formalização de sequências didáticas no ensino de Zoologia: uma visão crítica do processo de formação de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: ABRAPEC, 2017(a), p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/trabalhos.htm>. Acesso em: 09 nov. 2019.

_____. Sequências didáticas e o potencial para discutir a construção de saberes de futuros professores de ciências. **Enseñanza de las Ciencias - n. extraordinário**. p. 5171-5176, 2017(b).

_____. (Org.). **Possibilidades didáticas para o ensino de Zoologia na educação básica**. v. 4. São Paulo: Instituto de Biociências, 2018. 253 p. Disponível em: <https://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98>. Acesso em: 08 nov. 2018.

_____. (Org.). **Possibilidades didáticas para o ensino de Zoologia na educação básica**. v. 3. São Paulo: Instituto de Biociências, 2019. 246 p. Disponível em: <https://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98>. Acesso em: 08 nov. 2019.

DUIT, R., GROPENGIEßER, H. KATTMANN, U. KOMOREK, M. PARCHMANN, I. The model of educational reconstruction: a framework for improving teaching and learning science. In: DORIS, J.; DILLON, J. **Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective.** Sense Publishers, 2012, cap. 2, p. 13-37. Disponível em: < https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/ELED261/Kariotoglou%20Petros/Papers/Parousiaseis/Duit_Educational%20Reconstruction_2012.pdf> Acesso em: 16 mar. 2020.

DUNN C. W.; GIRIBET, G., EDGECOMBE, G. D.; HEJNOL, A. Animal phylogeny and its evolutionary implications. **Annual Review of Ecology Evolution, and Systematics**, v. 45, p. 371–395, 2014.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo. Editora UNESP, 1995.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 3. ed. Brasília: Liber livro editora, 2008.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Política e Educação**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FUTUYMA, D.J. **Biologia Evolutiva**. 3. ed. Ribeirão Preto: Funpec-RB, 2009.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S.; ANDRÉ, M. E. D. A., ALMEIDA, P. C. A. **Professores do Brasil**: novos cenários de formação. Brasília: UNESCO, 2019.

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GIROUX, H. Los profesores como intelectuales: hacia uma pedagogia crítica del aprendizaje. Tradução de Isidro Arias. 7. ed. Barcelona-Buenos Aires-Mexico: Paidós, 1997.

GOÉS, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cad. CEDES**. v. 20, n. 50, 2000.

HURD, P. D. H. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1997.

JACOBI, P.R. (Coord.). Aprendizagem social e unidades de conservação: aprender juntos para cuidar dos recursos naturais. São Paulo: IEE/PROCAM, 2013.

JIMENEZ, A. M. Concepciones sobre algumas especies animales: exemplificaciones del razonamiento porcategorias. **Ensenanaza de las ciencias**, v. 16, n. 1, p.147-157, 1998.

JENKINS, E. Scientific and technological literacy: meanings and rationales. In: _____ (Ed.). **Innovations in science and technology education**, v. VI. Paris: UNESCO Publishing, 1997. p. 11-39.

KATTMANN, U. Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials: students' conceptions of animal classification. **Journal of Biological Education**, v. 35, n. 3, p. 141-147, 2001.

KEOGH, J. S. The importance of systematics in understanding the biodiversity crisis: The role of biological educators. **Journal of Biological Education**. v. 29, 293–299, 1995.

KLASSA, B.; SANTOS, C. M. D. Sobre a introdução da Sistemática Filogenética no Brasil: os primeiros sistematas e sua influência na consolidação da biologia comparada no país. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2012. **Anais...** Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2012. p. 517-529.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela; revisão de Paulo Freire Vieira. São Paulo: Cortez, 2001. 240 p.

LEMKE, J. L. **Talking science: Language, learning, and values**. Norwood, NJ: Ablex, 1990.

LIJNSE, P. L. 'Developmental Research' as a way to an empirically based 'Didactical Structure' of science. **Science Education**, v. 79, n. 2, p. 189–199, 1995.

_____. Didactical structures as an outcome of research on teaching–learning sequences? **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 537-554, 2004

LINNÉ, C. **Systema naturæ per regna tria naturæ**, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio duodecima, reformata. Holmiæ: Salvius, 1766, p. 1–532

LIPORINI, T. Q.; DINIZ, R. E. S. O ensino de Sistemática e Taxonomia Biológica: mapeando produções em evento da área de ensino de Ciências. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**. v. 12, p. 75-94, 2019

LOPES, P. L. Águas livres: a biodiversidade no Ensino Básico. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2015. v. 1. 430 p.

LOPES, R.; TOCANTINS, F.R. Promoção da saúde e a educação crítica. **Interface - Comunic., Saúde, Educação.** v.16, n.40, p. 235-46, 2012.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. Sistemática filogenética no ensino médio: uma relação a partir das concepções de alunos e professores da rede pública de Pernambuco, Brasil. **Revista de Educación en Biología**, v. 17, n. 1, p. 38-54, 2014.

MARANDINO, M.; ACHIAM, M.; OLIVEIRA, A. D. The diorama as a means for biodiversity education. In: TUNNICLIFFE, S. D.; SCHEERSOI, A. (org.). **Natural history dioramas - History, construction and educational role**. 1th ed. London: Springer, 2015, p. 251-266.

MARANDINO, M., SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, I. Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observações de sala de aula. In: Santos, F. M. T.; Greca, I. M. (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil e suas Metodologias**. 1ed.Ijuí: Editora da Unijuí, 2006, p. 297-321.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: **Research and Quality of Science Education** (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer, 2005.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

MERCER, N. La construccion guiada del conocimiento. Barcelona: Paidós, 1995.
MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences**, v. 112, n. 12, p. 29-48, 1983.

MINAYO, M. C. de S.**O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 2000.

MORAES, R Construção e organização de materiais para um aprender reconstrutivo. In: BORGES, R. M. R. **Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**: coletânea de textos publicados. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013. p. 87 -100.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Philadelphia: Open University Press. 2003, 141 p.

NASCIMENTO, L. M. M.; GUIMARÃES, M. D. M.; EL-HANI, C. N. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. 2009. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

NOVICK, L. R.; CATLEY, K. M. Teaching tree thinking in an upper level organismal biology course: testing the effectiveness of a multifaceted curriculum. **Journal of Biological Education**, v. 52, n. 1, p. 66-78, 2018.

NÓVOA, A. Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. **Revista de Educación**, v. 350, p. 203-218, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; SILVA, L. H. A. 2015. O ensino de evolução e a construção de significados. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10, 2015, Águas de Lindoia. **Anais**... Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015, p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/>. Acesso em: 09 nov. 2019.

ORWEL, G. **A revolução dos bichos**: um conto de fadas. Tradução de Heitor Aquino Ferreira. Companhia das Letras, 2007. 147 p.

RICHTER, E.; LENZ, G.; HERMEL, E. E. S.; GÜLLICH, R. I. da C. **Ensino de zoologia**: concepções e metodologias na prática docente. Ensino & Pesquisa, v. 15, p. 27-48, 2017.

RIPPLE, W. J.; WOLF, C.; NEWSOME, T. M.; GALETTI, M.; ALAMGIR, M.; CRIST, E.; MAHMOUD, M. I.; LAURANCE, W. F. "World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice". **BioScience**. v. 67, n. 12, p. 1026–1028, 2017.

ROCHA, A. L. F da.; DUSO, L.; MAESTRELLI, S. R. P. Contribuições da Filogenética para um ensino crítico da Zoologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2013, Águas de Lindoia. **Atas...** Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

RODRIGUES, M. E.; JUSTINA, L. D.; MEGLHIORATTI, F. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do Ensino Médio**. Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v. 13, n. 2, p. 65-84, 2011.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. **Ciência e Educação**. v. 9, n.1, p. 27-39, 2003.

SADLER, T. D. Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. **Journal of Biological Education**. v. 39, p. 68-72, 2005.

SÃO PAULO, Conselho Estadual de Educação. **Fixa Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica**. Deliberação CEE n. 111, 2012. Disponível em: < http://www.ccg.unicamp.br/files/cpfp/legislacao/Deliberao-CEE-111-2012---atualizada-pela-Deliberao-CEE-154-2017-.pdf> Acesso em: 20 Dez. 2019.

SANDERS, M.; NGXOLA, N. Addressing teachers' concerns about teaching evolution, **Journal of Biological Education**. v. 43, n. 3, p. 121-128, 2009.

SANTOS; W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - I. **Ciência & Ensino***,* v.1, n. 1, p. 1-8, 2007a.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - II. **Ciência & Ensino***,* v.2, n. 1, 1-8, 2007b.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 59-77, 2011.

SHELOMI, M., RICHARDS, A.; LI, I., OKIDO, Y. A phylogeny and evolutionary history of Pokémon. **Annals of Improbable Research**. v. 18, n. 4, p 15-17, 2012.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 4, p. 4-14, 1986.

SILVA N, R.; SÁ, T. S.; MUNIZ, C. R. R.; SARMENTO, A. C. H.; EL-HANI, C. N.; ALMEIDA, R. O. Introduzindo o pensamento filogenético no ensino de zoologia através de uma dinâmica de classificação de invertebrados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindoia SP. **Anais...** Águas de Lindoia, SP: ABRAPEC, v. 1, p. 1-8, 2013.

SILVA, A. P. G. V; NETO, J. F de O.; SHUVARTZ, M. A discussão sobre o ensino de zoologia nos Enpec's e na RBPEC: um estado da arte. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis SC. **Anais...** Florianópolis, SC: ABRAPEC, v. 1. p. 1-11, 2017.

SILVA, R. L. F.; BARBOSA, P. P. (Org.). **Possibilidades didáticas para o ensino de Zoologia na educação básica**. v. 2. São Paulo: Instituto de Biociências, 2016. 128 p. Disponível em: <https://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SILVA, R. L. F.; DEL-CORSO, T. M. (Org.). **Possibilidades didáticas para o ensino de Zoologia na educação básica**. v. 1. São Paulo: Instituto de Biociências, 2016. 220 p. Disponível em: <https://www2.ib.usp.br/index.php?option=com_docman&Itemid=98>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SIMPSON, G.G. **Principles of animal taxonomy**. New York & London. 1995, 245 p.

SOARES, M.; DINIZ, R. Sentidos sobre o ensino de Biologia: considerações críticas a partir das vozes dos licenciandos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13. ed. Petrópolis, R.J.: Editora Vozes, 2002.

TARDIF, M.; MOSCOSO, J. N. A noção de "profissional reflexivo" na educação: atualidade, usos e limites. Tradução de Claudia Schilling. **Cadernos de pesquisa**, v. 48, p. 388-411, 2018.

THOMPSON, D. W. **On Aristotle as a biologist**. Clarendon Press, 1913.

TRIVELATO, S. F.; Silva, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: CENGAGE, 2011.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de ciências. **Rev. Fac. Educ.** São Paulo, v. 23, n. 1-2, p. 196-214, 1997.

WATTS, E.; LEVIT, G.S.; HOSSFELD, U. Ernst Haeckel's contribution to Evo-Devo and scientific debate: a re-evaluation of Haeckel's controversial illustrations in US textbooks in response to creationist accusations. **Theory in Biosciences**., v. 138, n. 9. 2019.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind**: a sociocultural approach to mediated action. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

WHITTAKER, R.H. New concepts of kingdoms of organisms. **Science**. v. 163, p 150-160, 1969

WOESE, C.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 87, n. 12, p. 4576–4579, 1990.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ANEXOS

Anexo 1 - Roteiro de elaboração das sequências didáticas – versão 2016/2018

ROTEIRO PARA SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD)

Entregar o arquivo em formato word (*doc ou docx*), de acordo com a formatação solicitada e espaçamento 1,5

TÍTULO: TIMES NEW ROMAN 12PT TIMES NEW ROMAN 12PT

AUTORES: Times New Roman 12 pt. e Times New Roman 12pt

CONTEXTO: Explicar e justificar a importância do tema selecionado para a formação dos alunos, tendo em vista as discussões teóricas realizadas em sala de aula, durante a disciplina, bem como os currículos de Ciências e Biologia da educação básica e outros referenciais teóricos que julgarem pertinente. Nesse tópico também é necessário descrever de maneira geral a dinâmica pretendida na SD, considerando as estratégias didáticas utilizadas, o(s) produto(s) gerado(s), o momento em que a SD será aplicada e conteúdos prévios.

OBJETIVOS: Apresentação dos objetivos de ensino da sequência geral, associando aos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. (ver slides primeira aula)

NÚMERO DE AULAS: Mínimo de 5 aulas.

RECURSOS DIDÁTICOS NECESSÁRIOS: descrever quais recursos são necessários para as aulas (ex. data show, filmes, equipamentos de laboratório, jogo, filme, apostila, animação, objetos de aprendizagem, modelo etc.

DESCRIÇÃO DAS AULAS: descrição da sequência de aulas/encontros (ver possibilidades em Krasilchik, 2004), considerando as intenções do professor (ver quadro abaixo). Na descrição das aulas é importante detalhar:

- Conteúdos a serem trabalhados;
- Atividades de levantamento de conhecimentos prévios, ampliação de conhecimentos e sistematização;
- Modalidades didáticas.

AVALIAÇÃO: Descrição das ações avaliativas, com critérios a serem utilizados. A avaliação se articula com os objetivos propostos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E SUGERIDA: Listar os todos os materiais que foram consultados para elaborar suas aulas. São considerados materiais de apoio: livros, *sites*, artigos de periódicos, revistas de divulgação científica, jornais, etc. Esta lista deve conter as referências completas de todas as obras aos moldes da ABNT.

ANEXOS: Recurso didático produzido e outros materiais de apoio às atividades.

Quadro A – Intenções do professor (adaptado de Mortimer & Scott, 2002).

Intenções do professor	Foco
Criando um problema	Engajar os estudantes intelectual e emocionalmente.
Explorando a visão dos estudantes	Explorar as ideias prévias sobre o tema.
Introduzindo e desenvolvendo o tema científico	Disponibilizar as ideias científicas (conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais).
Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas	Dar oportunidade aos estudantes para falar e pensar sobre essas novas ideias em grupo e/ou por meio de atividades com toda a classe.
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas	Aplicar para diferentes contextos e transferir aos estudantes o controle e responsabilidade por seu uso.
Mantendo a narrativa sustentando o desenvolvimento da temática	Prover comentários e relações com o currículo como um todo.

Outras orientações:

A sequência deve considerar os eixos da Alfabetização científica (ver SASSERON e CARVALHO, 2011). Deve propor os conteúdos de Zoologia na perspectiva ecológico-evolutiva e contemplar um pluralismo metodológico.

Sugestões de leitura:

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo, EDUSP, 2004. Cap. 3

MORTIMER, E. F.; Scott, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**. v. 7, n.3, 2002.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, 2011.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto alegre, Artmed, 1998. Cap. 3

Anexo 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(maiores de 18 anos)

Análise das sequências didáticas de ensino em Zoologia produzidas na formação docente

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós.

Eu, ...(inserir nome e profissão), residente e domiciliado(a) na ....., portador(a) da Cédula de Identidade, RG ....., inscrito(a) no CPF/MF....., nascido(a) em ____/_____/_____, abaixo assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo "*Análise das sequências didáticas de ensino em Zoologia produzidas na formação docente***", e esclareço que obtive todas as informações.**

Estou ciente que:

I) O estudo se faz necessário para investigar e analisar fatores que determinam a concepção e desenvolvimento de sequências didáticas relacionadas ao ensino de ciências, em suas perspectivas metodológicas e pedagógicas;

I.1) O estudo pretende investigar o processo de desenvolvimento dessas sequências no contexto educacional da licenciatura, relacionando o conteúdo à apreciação do conhecimento científico pelo estudante e pelo professor, dentro e fora do contexto da sequência didática;

I.2) É também objetivo dessa pesquisa identificar a contribuição da produção de sequências didáticas na formação inicial de professores de Biologia;

I.3) Assim, serão realizadas análise de produções individuais/grupo, entrevistas, questionários, gravações de áudio e vídeo;

II) A participação nesta pesquisa não envolve riscos físicos ou psicológicos, podendo apenas existir algum constrangimento quando da presença da filmadora e gravadores de voz;

III) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

IV) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

V) Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa

( ) Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

( ) Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

VIII) Caso tenham sido tiradas fotografias,

( ) concordo que sejam incluídas em publicações científicas, se necessário

( ) concordo que sejam apresentadas em aulas para profissionais da saúde

( ) não concordo que sejam incluídas em nenhum tipo de publicação ou apresentação.

IX) O material colhido será armazenado sob a responsabilidade do Instituto de Biociências e sob a guarda da Professora Dra. Rosana Louro Ferreira Silva, pelo tempo necessário para publicação dos dados e resultados advindos dessa pesquisa.

São Paulo, de de

_____

Assinatura do Participante

_____

Assinatura do Pesquisador Responsável pelo Projeto

(Gabriel de Moura Silva, Mestrando do Programa Interunidades de Ensino em Ciências)

Gabriel de Moura Silva, rua do Matão 101, travessa 14, Butantã, São Paulo/SP, 3091-0949, gmoura.bio@usp.br

Rosana Louro Ferreira Silva, rua do Matão 101, travessa 14, Butantã, São Paulo/SP, 3091-0949, rosanas@usp.br

Comitê de Ética em Pesquisa – Seres Humanos
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
Rua do Matão – Travessa 14, 321 – Cidade Universitária
05508-090 – São Paulo – SP
cepibusp@ib.usp.br
Tel. (11) 3091-8761

Anexo 3 - Atividade proposta pelo pesquisador para a turma de 2016 e 2018, com objetivo de conhecer, analisar e dialogar sobre os objetos didáticos produzidos nas sequências didáticas dos anos anteriores (2013-2015).

Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores

Objetivos

- Analisar objetos didáticos construídos por licenciandos da disciplina CPEZ em anos anteriores (2013-2015)
- Discutir sobre a construção e relevância de objetos didáticos educacionais e suas utilizações em sala de aula;
- Socializar percepções acerca dos materiais analisados.

Parte 1 - Explorando os objetos didáticos

A dinâmica consiste em se familiarizar com os objetos didáticos e atentar para as possibilidades e limitações desses recursos em sala de aula.

As perguntas abaixo foram elaboradas para guiar as discussões nos grupos:

- Qual a primeira impressão que vocês têm dos objetos didáticos que receberam?
- As propostas e as regras estão compreensíveis?
- Os conteúdos visuais são coerentes com os conteúdos conceituais propostos pelos recursos? As imagens apresentam escalas?
- A linguagem utilizada é coerente com a faixa etária pretendida?
- Você utilizaria algum deles em suas práticas docentes? De que maneira?
- Possibilitam trabalhar conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais?
- Que momentos/objetivos de aprendizagem vocês consideram que esses recursos são mais significativos para serem utilizados (ex. introdução a tema, revisão do tema, fixação de conceitos, contextualização do tema etc.).

Parte 2 - Socialização (gravação de áudio e vídeo)

- Os grupos terão um tempo para socializar suas percepções com os demais colegas por meio de uma discussão em roda. Pensem em organizar o discurso levando em consideração os seguintes aspectos:
  - ✓ Apresentação geral do objeto didático;
  - ✓ Público-alvo;
  - ✓ Objetivos educacionais;
  - ✓ Contextualização;
  - ✓ Possibilidades e limites em sala de aula;
  - ✓ Conteúdos pretendidos (conceituais, atitudinais e procedimentais);
  - ✓ Inspiração para a produção do recurso do grupo.

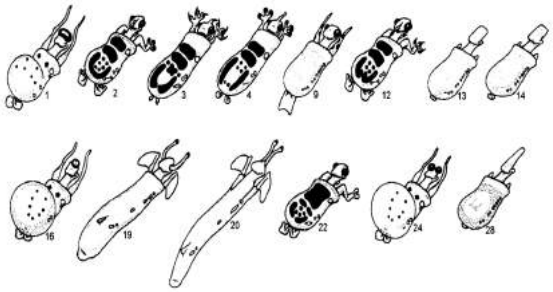
Anexo 4 - Atividade prática da disciplina Princípios de Sistemática e Biogeografia.

Exercício 8

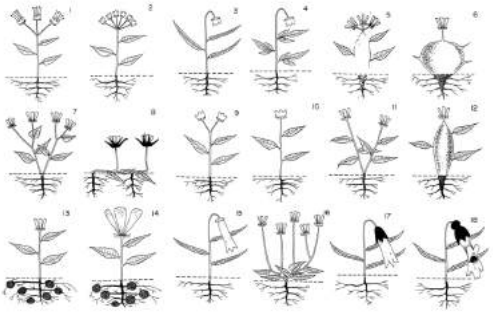
Este próximo exercício deverá ser feito em grupo (com no máximo 3 alunos) e **deverá ser entregue no final da aula aos monitores**. O grupo deverá escolher **um**, dentre os dois grupos de organismos fictícios apresentados abaixo: **membros viventes** de Caminalculidae ou de Dendrogramaceae. Caberá ao grupo organizar os membros de uma dessas famílias em **gêneros** e **espécies** (MANTENDO REFERÊNCIA AO NÚMERO ATRIBUÍDO A CADA UM DELES) de acordo com alguma idéia de evolução desses grupos. A organização destes organismos deve vir acompanhada **do(s) critério(s) adotado(s)** para a composição dos grupos, ou seja, por que o grupo decidiu que um determinado conjunto de organismos deve formar um gênero. Você deverá seguir o seguinte formato (exemplo para Caminalculidae):

Gênero 1:
Característica: região posterior abaulada.
Composição: 1, 16 e 24[a].
Espécie 1: olhos fundidos (1 e 16).
Espécie 2: olhos separados (24).

[a] Esses números se referem àqueles atribuídos a cada representante na ilustração.

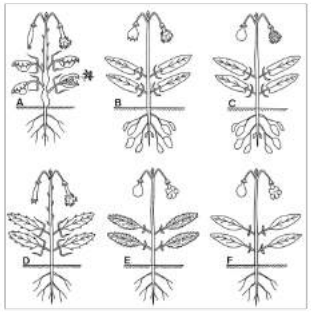


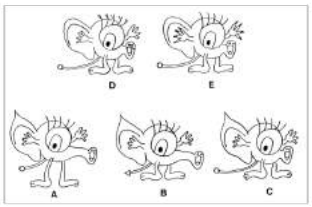
Caminalculidae

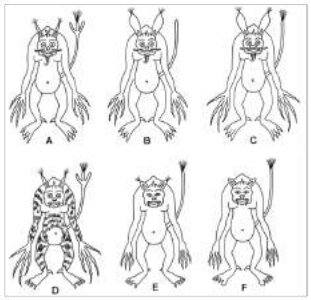


Dendrogramaceae

***Nota histórica**: Em 2001, há 19 anos atrás, quando o pesquisador cursou a disciplina em questão, a atividade já era realizada, com outros organismos fictícios, destacados a seguir. Em conversa pessoal, o docente responsável pela disciplina informou que a mudança gráfica não teve motivo muito claro, disse que "na realidade estava buscando um pouco mais de realismo nos exercícios".*







APÊNDICES

SUMÁRIO DE APÊNDICES

Apêndice 1	Número, ano, título, público alvo, aulas e objetos didáticos das Sequências Didáticas produzidas em 2013, 2014 e 2015.	171
Apêndice 2	Mapa de eventos 1 da vídeo-gravação da roda de diálogo realizada para discutir a atividade Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores realizada em 22/09/2016	182
Apêndice 3	Categorias e quantitativos de referências codificadas no *software NVivo*.	191
Apêndice 4	Materiais suplementares ao capítulo 4	200

Apêndice 1 - Número, ano, título, público alvo, aulas e objetos didáticos das Sequências Didáticas produzidas em 2013, 2014 e 2015.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2013_01	Adaptação dos grupos de invertebrados a diferentes ambientes	Ensino Médio	1 a 8. Aulas expositivo-dialogadas sobre adaptações dos organismos a ambientes aquáticos, terrestres e aéreos, utilizando como levantamento de conhecimentos prévios questões dirigidas, exibição de vídeos (grupos: Annelida, Arthropoda, Cnidária, Echinodermata, Mollusca, Nemathelminthes, Porifera e Plathelminthes) Avaliação: participação nas aulas expositivas-dialogadas 9. *Aplicação do objeto didático*	Jogo bicho-a-bicho - adaptado do jogo cara-a-cara, deve-se determinar qual espécie o oponente tem. Traz um guia de perguntas que considera características morfológicas, tem pouca conexão com as aulas anteriores, sobre adaptações
2013_02	Introdução à Sistemática Filogenética	6º e 7º anos do Ensino Fundamental II	1. Aula expositivo-dialogada sobre classificação biológica. 1. Solução de problemas: classificação biológica a partir de imagens de animais e outros objetos 2. Exposição de conteúdos sobre evolução e seleção natural 3. Saída de campo - Estação biologia - IB-USP: contato com seres vivos não comuns/existentes em áreas urbanas 4 e 5. Exposição de conteúdos - sistemática e filogenia 6 e 7. Aulas expositivo-dialogadas de construção de árvores filogenéticas - página do IB-USP 8. *Aplicação do objeto didático* 9. Estudo de caso - consultoria ambiental sobre aterramento de lago - espécies endêmicas 10. Prova escrita individual Avaliação: prova escrita	Jogo Kiirus - trata de dinâmica de populações, onde o objetivo é povoar o maior número de habitats (ao estilo de jogo *war*), e conseguir o maior número de espécies e territórios, antes que a carta mudança ambiental global encerre a partida. Conta com eventos aleatórios e mutações
2013_03	Diferenciação dos grupos animais e processo de extinção	6º e 7º anos do Ensino Fundamental II	1. Aula expositivo-dialogada sobre processos e consequências da extinção com levantamento de conhecimentos prévios realizado por meio de exibição de vídeos (extinções, ações antrópicas) 2 e 3. *Aplicação do objeto didático* 4 e 5. Aulas expositivo-dialogadas sobre classificação biológica e habitat 6. Aula expositivo-dialogada sobre processos de extinção causados pelo homem, e previsão de impactos ambientais 7. Seminário sobre os resultados obtidos nos jogos (em grupos) 8. Projeto sobre processo de extinção - trabalho e grupo com produção de cartazes para exposição na escola Avaliação: atividades escritas individuais e socialização das discussões geradas nos grupos de trabalho	Jogo Mau-mau das extinções - semelhante ao mau-mau/uno, o jogo trabalha aspectos relacionados a extinção, trazendo imagens de animais, eventos ambientais e causados pelo homem.
2013_04	Invertebrados: quem são eles?	Ensino Fundamental	1. Aula expositivo-dialogada sobre critérios de classificação, características dos invertebrados e seus respectivos ambientes, com levantamento de conhecimentos prévios via solução de problemas (uso de mídia - Teia da Vida) 1. Solução de problemas - classificação de objetos e animais - estratégias dos estudantes na hora de classificar, culminando com o início de uma construção coletiva de cladograma para ser fixado em sala de aula.	Jogo quebra a teia - trata de ações antrópicas no meio ambiente e seus impactos nos seres vivos. O objetivo do jogo é discutir a manutenção do equilíbrio do ecossistema, evidenciando que a retirada de uma espécie pode afetar outras.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2013_04 *(cont.)*			2 a 8. Aulas expositivo-dialogadas sobre poríferos, cnidários, platelmintos & nematelmintos, anelídeos, moluscos, artrópodes e equinodermos (1 aula por grupo(s)) - as mesmas contam com exibição de vídeos, aulas demonstrativas, construção de modelos e árvores filogenéticas. 4. Dramatização - audiência pública sobre problemas de saúde na cidade de São Clemente e a esquistossomose 9. Projeto - construção e socialização de diorama sobre um determinado grupo animal estudado e a representação de seu ambiente 10. *Aplicação do objeto didático* Avaliação: participação nas aulas (pensamento lógico e capacidade de relacionar características com o ambiente)	
2013_05	Diversidade dos seres vivos: fatores de ameaça e o papel do ser humano na conservação das espécies	2º ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada sobre ecossistemas, características físicas e climáticas do planeta, geologia e história evolutiva das espécies - utilização de mapa-múndi para reconhecimentos de biomas 1. Seminário - início dos seminários que serão apresentados no final da SD: temas - biomas brasileiros e seus representantes 1. *Aplicação do objeto didático* 2 e 3. Aula expositivas com exibição de vídeos sobre os biomas brasileiros, demonstração de espécies taxidermizadas e contextualização das espécies com os ambientes globais. 4 e 5. Aulas expositivas sobre biomas brasileiros (cont.), aquecimento global, impactos ambientais antrópicos, grandes extinções e espécies ameaçadas 4. Projeto - levantamento de problemas de impacto ambiental no bairro em que vivem 6. Seminários (biomas brasileiros, animais ameaçados e as principais causas da perda de biodiversidade) Avaliação: produção individual de textos, relatório de atividades, apresentação nos seminários	Jogo Dominó Filogenético - diagnóstico inicial. Adaptado do jogo Dominó, traz nas cartas características nos animais, imagens e nomes de grupos para serem pareados.
2013_06	Integrando diversidade e evolução	3º ano do Ensino Médio	1. Lista de exercícios diagnóstica (roteiro) para levantamento prévio dos estudantes. 2. Aula expositivo-dialogada, com retomada dos exercícios realizados na primeira aula - tema: classificação da biodiversidade e sua relação com a história evolutiva das espécies 3. Aula expositivo-dialogada sobre sistemática filogenética 4. *Aplicação do objeto didático* 5. Aula expositivo-dialogada sobre problemas na classificação filogenética e conceitos de espécie 6. Saída de campo ao Jardim Zoológico de São Paulo (com roteiro dirigido) Avaliação: lista de exercícios e participação nas aulas	Jogo Qual é a filogenia - montar uma hipótese filogenética para o grupo *Reptilia*, partindo de um jogo similar ao "Jogo da Vida", onde o participante pode visitar um laboratório, biblioteca, recebendo cartas que lhe trarão dicas/consequências sobre a montagem da árvore
2013_07	Ensino de Zoologia com ênfase em classificação	3º ano do Ensino Médio	1. Solução de problemas - classificação de objetos, com fechamento do professor sobre o tema classificação biológica 2. Aula expositivo-dialogada sobre sistemática filogenética de cordados	Solução de problemas - Filogenia animada - construção de cladogramas com cartas representando desenhos animados de cordados

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2013_07 *(cont.)*			2 e 4. Projeto - início de atividades sobre importância econômica e ecológica dos peixes, com confecção de cartazes (tarefa de casa com apresentação na aula 4) 3, 5, 6, 7 e 8. Aulas expositivas sobre grandes grupos de cordados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos), com o suporte de um filme animado no início para mobilizar a turma sobre o grupo tratado. As aulas tratam de características gerais, panorama histórico, diversidade e ecologia 8 e 9. Elaboração de quadro com as características gerais dos cordados 9. Aula expositivo-dialogada com revisão geral dos grupos, utilizando a quadro construída pelos estudantes 10. *Aplicação do objeto didático* Avaliação: Cartazes e quadros de características	com suas características
2013_08	Parasitoses: do parasita a prevenção	7º ano do Ensino Fundamental II	1, 2 e 3. Aulas expositivo-dialogadas sobre filos animais com representantes parasitas, relação ecológica e coevolução, parasitas e vetores 4. Aula demonstrativa com exemplos de animais taxidermizados 5. Aula prática - com técnicas de captura de ectoparasitas 6. Discussão sobre saneamento básico a partir da exibição de vídeo "Saneamento - Projeto Embrião/IB/UNICAMP" 7 e 8. Projeto - atividade em grupos para confecção de folhetos sobre doenças parasitárias 9. *Aplicação do objeto didático* Avaliação: comprometimento, participação nas atividades, disciplina e capricho do panfleto	Jogo Mundo das parasitoses - jogo de tabuleiro, com várias referências a parasitoses, meios de combate aos vetores e parasitas, medidas de saneamento básico, políticas públicas de saúde etc.
2013_09	Evolução e noções de Sistemática Filogenética	1º ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada sobre conceitos de evolução e processos que modelam a biodiversidade (especiação, extinção e seleção natural) 2 e 3. Aulas expositivo-dialogadas sobre cientistas e suas teorias - Lamarck e Darwin 4. Painel integrado sobre temas ligados a evolução - produtividade agrícola, reciprocidade macho-fêmea, seleção natural com pinças e feijões, competição, seleção artificial de cães) 5 e 6. Solução de problemas - construção de cladogramas a partir de organismos fictícios para discutir conceitos relacionados a sistemática filogenética (2 aulas) 7. Estudo de texto - artigo científico (a critério do prof.) que trata de filogenia de algum grupo 8. Aula expositivo-dialogada - Revisão da lista de exercícios 9. *Aplicação do objeto didático* Avaliação: lista de exercícios (entregue na aula 1, acompanha toda a SD), participação no painel integrado e na montagem de cladograma	Jogo Tabu filogenético - parecido com o jogo mímica, um integrante do grupo, de posse de uma carta conceito, dá dicas aos colegas sobre esta, para que os mesmos adivinhem de que conceito se trata.
2014_01	Arthropoda - Diversidade e Filogenia: uma Abordagem para o Ensino Médio	2º ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada com apresentação de filme para levantamento de conhecimento prévio (introdução aos grupos de artrópodes, suas adaptações e histórias de vida) 2. Aula expositivo-dialogada sobre Chelicerata, trazendo aspectos CTSA (aspectos econômicos, medicinais e ecológicos)	Jogo Arthropoda - Diversidade e filogenia: em grupos, deve-se associar espécies de insetos aos respectivos ambientes (por meio de fichas de imagens), finalizando com *quiz* (respostas de múltipla escolha)

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2014_01 *(cont.)*			3. Aula expositivo-dialogada sobre Crustacea e Miriapoda, trazendo aspectos CTSA (exibição de vídeos) 3. Lista de exercícios (vestibular e livro didático) 4. Estudo de texto (aspectos positivos e negativos de Insecta) 4. *Aplicação do objeto didático* 5. Discussão para fechamento da SD - filogenia e aspectos de sucesso evolutivo do grupo Arthropoda 6. Saída de campo - jardim, parque 7. Prova individual Avaliação: prova individual	
2014_02	Artrópodes: uma abordagem filogenética	2º ano do Ensino Médio	1. Aula prática investigativa sobre Artrópodes com levantamento de conhecimentos prévios em jardim ou área verde - registro fotográfico de espécies em jardim 2. Aula expositivo-dialogada sobre os registros fotográficos de espécies do jardim - em grupos 3. Exposição de conteúdos (características dos artrópodes, sinapomorfias) 3 e 6. Seminário - pesquisas que relacionam artrópodes e CTSA, proposta dos alunos - questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais (inicia na 3 aula e finaliza a SD) 4. Exposição de conteúdos (ancestralidade, associações filogenéticas) 4. Construção de filogenia dos artrópodes (tarefa para casa) 5. *Aplicação do objeto didático* Avaliação: apresentação das pesquisas e construção da filogenia	Jogo da memória - artrópodes: construído pelos alunos a partir dos registros fotográficos, classificação biológica e descrição de características.
2014_03	Biodiversidade e adaptação	7º ano do Ensino Fundamental II	1. Aula expositivo-dialogada com levantamento de conhecimentos prévios em grupos e exibição de vídeos (biodiversidade, adaptações) 2 e 3. Projeto com pesquisa (internet) de imagens de animais, suas características morfológicas e suas relações com os biomas que habitam. 3. Registro escrito 4. *Aplicação do objeto didático* 5. Aula expositivo-dialogada com retomada do jogo para explicação das adaptações, convergência e divergência, seleção natural 6 a 8. Projeto - elaboração e socialização de infográficos com questões CTSA (3 últimas aulas) na forma de minicongresso Avaliação: produção e socialização de infográfico	Jogo Animais e Ambientes - associar imagens de animais a imagens de seus respectivos ambientes de vida (dinâmica similar ao jogo 'porco')
2014_04	Diversidade de Organismos Vertebrados	7º ano do Ensino Fundamental II	1. *Aplicação do objeto didático* 2. Discussão sobre o jogo passa ou repassa e levantamento de conhecimentos prévios de vertebrados 3. Exibição de trechos de filmes infantis que servirão de base para elaboração das pesquisas 4, 11, 13, 14 e 15. Projeto - com base na exibição dos filmes infantis os grupos desenvolverão uma pesquisa sobre algum animal exibido. (inicia na aula 4 e finaliza a SD, na aula 15 -atividades de sala de aula)	Jogo - passa ou repassa animal - diagnóstico, com perguntas de múltipla escolha - 88 questões

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2014_04 *(cont.)*			4 a 10. Aulas expositivas sobre os grandes grupos de vertebrados e conceitos evolutivos (6 aulas, sem descrição dos tópicos a serem abordados, apenas os títulos: peixes; anfíbios; répteis; aves; mamíferos; evolução, homologia e analogia) 12. Saída de campo ao MZUSP (com roteiro) Avaliação: participação no jogo, socialização dos painéis e visita ao museu	
2014_05	Ensino de Zoologia com Ênfase em Evolução - Diversidade e Adaptação dos Animais: um enfoque evolutivo	2º ou 3º ano do Ensino Médio	1 a 3. Aulas expositivo-dialogada sobre evolução (Lamarck e Darwin) com levantamento de conhecimentos prévios (3 primeiras aulas) 4. *Aplicação do objeto didático* 5. Discussão sobre os resultados do jogo Bate com a ilha 6 a 9. Exposição de conteúdos com exibição de vídeos (adaptações a vida na água e fora dela, homologia *vs* analogia) 11. Estudo de caso (caso dos tentilhões de Darwin) 12 e 13. Estudos de caso (pragas agrícolas, seleção artificial) Avaliação: raciocínio lógico e poder de argumentação nos estudo de caso	Jogo Bate com a ilha - jogo trabalha a dinâmica populacional e quatro espécies fictícias em ilhas diferentes, considerando mutações e eventos reprodutivos e ambientais.
2014_06	Evolução dos Animais, Ecologia e Geologia: o que podemos aprender estudando Biogeografia?	1º ano do Ensino Médio	1. Exposição de conteúdos com breve levantamento de conhecimentos prévios (cromossomos, genes, herança de caracteres, variabilidade genética, mutações) 1. Solução de problemas - atividade para casa (doenças e seleção artificial) 2. Exposição de conteúdos (evolução, adaptação, Lamarck, Darwin, neodarwinismo) 3. Dramatização - neste caso, trata-se de uma simulação em que serão defendidas ideias lamarckistas e darwinistas sobre evolução com fechamento do professor 4 e 5. Exposição de conteúdos (sistemática e cladística) 6. Solução de problemas - comparar árvores filogenéticas, considerando conteúdos relacionados a grupo-irmão e ancestralidade 6. Construção de árvore filogenética com organismos hipotéticos - atividade para casa 7. Exposição de conteúdos (biogeografia, extinção, dispersão, isolamento reprodutivo e especiação) 7. Estudo dirigido sobre placas tectônicas e distribuição das espécies no globo 8 e 9. *Aplicação de objeto didático* Avaliação: participação, engajamento nas atividades em grupo, apresentação oral, atividades de sala e de casa	Desafio biogeográfico - solução de problemas de evolução e biogeografia (casos diversos) - trabalho em grupos
2014_07	Sistemática Filogenética - Artrópodes	3º ano do Ensino Médio.	1 a 3. Exposição de conteúdos (Teoria da Evolução, Darwin, conceitos de espécie, árvore da vida, sistemática, transitoriedade da ciência) 4. Solução de problemas - construção de árvores filogenéticas de organismos hipotéticos, com matriz de caracteres 5. Exposição de conteúdos sobre a evolução dos artrópodes 6. *Aplicação de objeto didático* 7. Aula expositivo-dialogada sobre importância ecológica do grupo de	Jogo Buraco dos artrópodes - o objetivo é conquistar 7 cartas de características de um determinado artrópode, partindo de uma filogenia que contém sinapomorfias dos grupos

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2014_07 *(cont.)*			artrópodes para o ser humano 7. Construção de filogenia e redação sobre importância ecológica dos artrópodes Avaliação: exercícios (construção de árvores filogenéticas)	
2014_08	Os vertebrados e os ambientes	2º ano do Ensino Médio	1. *Aplicação de objeto didático* 2. Discussão do jogo - Supertrunfo com animais fictícios 3. *Aplicação de objeto didático* 4. Discussão com retomada das questões levantadas nos jogos - construção de filogenia, verdades, evidências e hipóteses na ciência 5 e 6. Projeto - pesquisa sobre vertebrados, seus ambientes e adaptações Avaliação: construção de filogenia e socialização de pesquisas	Jogos supertrunfo dos animais - para iniciar a SD, o jogo, baseado na ideia de supertrunfo busca discutir características os vertebrados, suas adaptações e eventos ambientais. Para isso, conta com roletas que ditam os rumos das rodadas, sendo que estas podem interferir no desempenho do participante do jogo. A SD apresenta dois jogos - o primeiro, contém fichas de animais fictícios e uma roleta que traz problemáticas ambientais para guiar o jogo; o segundo, contém fichas com animais reais.
2015_01	Entendendo a evolução através da estrutura conceitual da Sistemática Filogenética ("Entendendo a evolução através da filogenia")	2º ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada com levantamento de conhecimentos prévios sobre evolução, adaptações, evidências e relações de parentesco. 1. Trabalho de casa - a palavra evolução na mídia 2. Discussão sobre as pesquisas realizadas em casa 3. Aula expositivo-dialogada sobre sistemática filogenética com exibição de vídeos e discussão sobre transposição didática (temas: cladogramas, filogenias, árvores filogenéticas, criacionismo *vs* evolucionismo) 4. *Aplicação de objeto didático* 5. Aula expositivo-dialogada de fechamento e revisão geral do tema discutido na SD Avaliação: construção de cladograma (em casa)	Jogo Detetive taxonomista - semelhante ao jogo que o sujeito deve adivinhar um nome em sua testa, mas com referências a animais e suas características. Os participantes devem se basear na filogenia e sinapomorfias para realizar suas perguntas ao tentar descobrir seus misteriosos animais.
2015_02	Filogenia e evolução: uma introdução às relações de parentesco entre os grupos de animais	2º e 3º ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada com levantamento de conhecimentos prévios a partir da exibição de um vídeo caseiro produzido pelo grupo que conflita hipóteses científicas (filogenia, evolução, debate científico) 2. Saída de campo - inicia na aula 1, com discussão sobre a saída de campo e do roteiro de visita. A saída é para o Jardim Zoológico e ocorre na segunda aula. O roteiro contém uma atividade de preenchimento de matriz de caracteres. 3. Aula prática - investigativa, construção de cladogramas utilizando software livre e dados coletados na saída de campo ao J. Zoológico. 4. Aula expositivo-dialogada sobre construção de cladogramas, com vistas a rever as construções que foram realizadas na aula anterior. 5. Discussão sobre os cladogramas obtidos dos grupos de animais estudados no Zoológico. 6. *Aplicação de objeto didático* 7. Estudo dirigido - o que o livro didático fala sobre o tema sistemática filogenética, com roteiro e textos de apoio. Avaliação: defesa de hipótese filogenética, participação nas aulas e discussão sobre livro didático	Pokémon em perigo (penúltima aula) - um estudo de caso que apresenta uma situação hipotética em que há três áreas serem conservadas e os estudantes são convidados a defender uma delas, considerando aspectos relacionados a filogenia de Pokémon que habitam aquelas áreas.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2015_03	Evolução - Desmistificando a Diversidade	Ensino Médio - início do bimestre que se inicia o tema de evolução	1. Lista de exercícios diagnóstica no início da SD (evolução, seleção natural) 1 *Aplicação de objeto didático* 2. Aula expositivo-dialogada sobre resultados aferidos na simulação, com apresentação dos dados dos estudantes, e entrega de questões dirigidas sobre as simulações realizadas na aula 1 3. Discussão sobre as questões e fechamento da simulação 4. Exposição de conteúdos - sistemática filogenética - filogenia dos Tibi 5. Solução de problemas - construção de filogenia dos Tetrapoda, realizada em grupos, com entrega e socialização dos cladogramas com a sala. 6. Aula expositivo-dialogada para fechamento dos conceitos pretendidos na SD com apresentação de vídeo sobre sistemática 6. Portfólio - Sistematização das atividades da SD Avaliação: participação das atividades de sala, apresentação oral, construção de filogenia	Simulando a evolução - simulação realizada em pequenos grupos que discute a dinâmica de duas espécies fictícias, a partir de eventos aleatórios naturais e antrópicos, eventos reprodutivos, com sistematização em quadro. Parece ser um jogo muito interessante. Os alunos socializam seus resultados com os demais e retomam o tema com fechamento e discussão de limites de modelos científicos.
2015_04	Diversidade de cordados	2° ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada com retomada dos últimos conceitos aprendidos em sequências anteriores e introdução ao grupo dos cordados em comparação aos equinodermos 1. Lista de exercícios sobre os temas abordados no objeto didático 2 e 3. *Aplicação de objeto didático* 4. Aula expositivo-dialogada sobre a lista de exercícios e preparação para saída de campo ao MZUSP 5. Discussão, com construção coletiva de cladograma consenso do objeto didático, trazendo conceitos relacionados a sistemática filogenética, caracteres adaptativos 6. Saída de campo ao MZUSP - preparação em sala de aula, com roteiro bastante cuidadoso 7. Aula expositivo-dialogada sobre as questões e roteiro utilizados na saída de campo 7. Redação de resumo sobre a SD Avaliação: participação no recurso didático, questionários individuais, participação nas discussões e construção de filogenia, redação	Uma história da diversidade de cordados - Solução de problemas - em grupos, para montar uma grande árvore filogenética dos cordados, com materiais muito bem ilustrados e recursos bastante didáticos. Discute diversidade, conceitos filogenéticos e contempla um glossário de termos científicos
2015_05	Da especiação à extinção	3° ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada sobre tempo evolutivo, com apresentação de 6 espécies ameaçadas de extinção que acompanharão a SD; representar e discutir linha do tempo em área aberta da escola. 2. Aula expositivo-dialogada sobre especiação com atividade dinâmica de coleta de objetos partir ferramentas para simular a seleção natural 3. Aula expositivo-dialogada sobre sistemática filogenética, com construção coletiva de cladograma 4 e 5. *Aplicação de objeto didático* 6. Estudo de texto sobre as grandes extinções, realizado em grupos 7. Estudo de caso - espécie ameaçada de extinção - pensar e descrever ações de conservação Avaliação: resolução de estudo de caso, montagem de cladograma.	Jogo das extinções - jogo de tabuleiro, onde os participantes, com feijões, percorrerão um caminho que contém perguntas, impactos, reprodução, eventos catastróficos. Esses eventos alteram a população dos participantes e, ao final, o número de feijões será indicativo da categoria IUCN de especies ameaçadas de extinção, gerando uma discussão sobre o tema.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2015_06	ZOO + CIÊNCIA: Para além da exposição dos animais	2° ano do Ensino Médio	1. *Aplicação de objeto didático* 2 e 3. Saída de campo - ao Jardim Zoológico de São Paulo. Está determinada uma aula para discutir a saída e elaborar um roteiro de análise. Muito bem planejado, por sinal, contando com divisão de grupos, análise do mapa do zoo, escolha de animais, e preparo de entrevistas com colaboradores e transeuntes. 4 e 5. Projeto de construção de cladogramas - logo após a saída de campo, com base nas fotografias tiradas no Jardim Zoológico, os estudantes construirão um cartaz dos grupos estudados. Para isso, se valerão dos aprendizados oriundos do objeto didático. Na aula 4, ocorrem as apresentações dos cladogramas construídos por cada grupo. Na aula 5, construção de árvore filogenética consenso. 6. Discussão - construção coletiva de cladograma consenso dos animais estudados por toda a turma 6. Produção de texto - relatório da história do grande grupo de animais escolhido para estudo 7. Discussão - análise das entrevistas realizadas com colaboradores e transeuntes do Zoo - debate sobre o papel do zoológico (a favor/contra) 9. Projeto - construção de *folders* sobre o zoológico, em sala multimídia Avaliação: desempenho, participação e entregas (questões, relatórios e folder)	Jogo evolutivo dos invertebrados - solução de problemas de classificação de imagens e distribuição no cladograma. Tem como destaques a configuração de cores nas sinapomorfias e divisões dos grupos de tal maneira que os alunos possam utilizar sua criatividade, sem que haja uma forma só de classificar. Ao final sugere-se a resolução de exercícios
2015_07	O fantástico mundo do cerrado brasileiro (EA)	7° ano do Ensino Fundamental	1. Aula expositivo-dialogada diagnóstica sobre os animais que habitam o cerrado (coruja, onça-pintada, veado-campeiro e lobo guará - interações ecológicas) 2 e 3. Exposição de conteúdos sobre conceitos básicos de ecologia - nichos e interações ecológicas, ambiente, habitat 4 e 5. *Aplicação de objeto didático* 6 e 7. Projeto - construção de livros relatando histórias ecológicas de animais de outros biomas 8. Discussão sobre os livros construídos pelos alunos com discussão sobre a importância do nicho e das relações ecológicas, podendo abordar temas como conservação, desmatamento e contrabando de animais. Avaliação: produção do livro a partir de critérios quantitativos e qualitativos	Livros "O fantástico cerrado brasileiro" - os livros paradidáticos foram construídos pelos licenciandos e são do tipo escolha sua história, em que uma escolha leva a um determinado tipo de consequência. São quatro livros que se conectam devido as relações existentes entre os animais que são protagonistas da história. Os estudantes devem ler, tomar seus caminhos e anotar suas decisões e consequências.
2015_08	Conhecendo e conservando a biodiversidade brasileira (EA)	3° ano do Ensino Médio	1. Estudo de textos de reportagens que abordam a biodiversidade brasileira com questões dirigidas 2. *Aplicação de objeto didático* 3. Aula expositivo-dialogada baseada em imagens de biomas que os alunos devem trazer de casa e que servirão de mote para a discussão de temas relacionados ao clima) 4. Aula expositivo-dialogada sobre especiação, contando com um recurso didático do MEC - evolução dos palitos.	Jogo do endemismo - relacionar trios de cartas que representam: a imagem do animal, o bioma que habita e suas características. O jogo conta com um mapa do Brasil e delimitações dos biomas, onde devem ser coladas essas cartas.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2015_08 *(cont.)*			5. Aula expositivo-dialogada com amparo do vídeo "Nós, os fantásticos seres vivos" para retomada dos conceitos discutidos nas aulas anteriores, seguida de questões escritas 6. Aula expositivo-dialogada de retomada do jogo, para discussão de perda de habitat, em que o mapa de biomas originais do Brasil será recoberto para representar o que realmente sobra desses ambientes na atualidade e gerar discussões diversas, inclusive de políticas públicas. Avaliação: questões dirigidas, participação nas aulas e avaliação individual	
2015_09	A Importância das coleções biológicas	7º ano do Ensino Fundamental II	1. Aula expositivo-dialogada sobre a importância das coleções, principalmente as biológicas, discutindo ética e coleta de animais 2. *Aplicação de objeto didático* 3. Aula expositivo-dialogada de preparação à visita ao MZUSP 4. Saída campo ao MZUSP - aproximação com objetos de coleções reais, animais coletados e identificados 5. Estudo de caso - caso investigativo sobre contrabando de animais silvestres Avaliação: resolução escrita do estudo de caso, engajamento e participação	Solução de problemas - aula investigativa para identificação de animais fictícios (modelos de massinha) a partir de chaves dicotômicas e caracteres diagnósticos
2015_10	Uma visita ao mar	6º ano do Ensino Fundamental	1. Aula expositivo-dialogada sobre animais marinhos com levantamento de conhecimentos prévios baseados em figuras de animais marinhos e terrestres, onde os estudantes devem fazer uma classificação 2. Aula expositivo-dialogada partindo de filmes de ambientes marinhos, em que os estudantes devem se motivados a descrever os animais, seus comportamentos e características 2. Pesquisa em casa sobre animais marinhos, como tartarugas, peixes, cavalos-marinhos, anêmonas, siris, ouriços etc. 3. Aula expositivo-dialogada baseada nas pesquisas realizadas em casa sobre animais marinhos, discutindo relações tróficas entre esses animais e como o homem se relaciona com o oceano (serviços ecossistêmicos) 4. Aula expositivo-dialogada partindo de mapas ecossistêmicos do Brasil para discutir tópicos de biogeografia. Ao final será discutido o objeto didático. 5 e 6. *Aplicação de objeto didático* 7. Projeto - apresentação dos dioramas construídos pelos grupos Avaliação: discussões coletivas, pesquisa individual, produção de dioramas e socialização dos mesmos	Confecção de dioramas de ambientes marinhos - projeto - deve ser realizado em sala de aula, utilizando materiais recicláveis, massinha e objetos de baixo custo. Cada grupo confeccionará um diorama representando um tipo de ecossistema marinho, baseando-se em u vídeo produzido pelos licenciandos onde demonstram como construir um diorama.
2015_11	Hospedeiros & Helmintos	2° ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada com levantamento de conhecimentos prévios sobre epidemiologia e parasitologia, utilizando vídeos de canais do *youtube*. 2 e 3. *Aplicação de objeto didático* 4 e 5. *Plague Inc* - a partir de um roteiro preparado, os estudantes devem aplicar os conhecimentos discutidos em aulas anteriores em nível populacional sobre epidemiologia e parasitologia. São determinadas 6 estratégias para início do jogo e, assim, ter diversas	Hospedeiros e Helmintos - jogo de RPG produzido pelos licenciandos em que são tratadas algumas doenças parasitárias no corpo do homem, que é o ambiente. São destinadas 2 aulas, uma de contextualização e uma efetiva do jogo, que conta com tabuleiro, cartas de eventos e fichas de personagens

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2015_11 *(cont.)*			possibilidades de discussão - interessante se tratar de um jogo para smartphone, utilizando tecnologia associada ao ensino. Finaliza uma discussão sobre os resultados alcançados nas diferentes estratégias de início. 6. Estudo de caso - plano de sanitarização de municípios ribeirinhos (CTSA) em virtude da esquistossomose, com mapas, situações problemas, indicadores de qualidade de vida etc. Avaliação: participação, diário de bordo, estudo de caso	
2015_12	Os animais no contexto urbano	7° ano do Ensino Fundamental	1. Aula expositivo-dialogada sobre os animais de conhecimento dos estudantes, no convívio diário, ambientes naturais, zoológicos etc. 2. Aula prática - de análise de animais e sua plotagem em um mapa (animal silvestre, doméstico, sinantrópico, tráfico de animais silvestres, fauna local, fauna exótica) 3. Aula expositivo-dialogada com apresentação de vídeo "Cidades prejudicam animais silvestres" para discutir as relações estabelecidas entre a vida silvestre e a sociedade 4. *Aplicação de objeto didático* 5. Estudo de textos - atividade a ser realizada em grupos sobre diferentes temas relacionados aos animais de ambientes urbanos (os animais no zoológico e em parques; animais selvagens vítimas de tráfico; animais domésticos; invasão de animais selvagens em casas na grande São Paulo e animais consequentemente domesticados com a urbanização) 6. Dramatização sobre os temas debatidos na aula anterior, em que os grupos apresentam os prós e contras de seus modos de vida e suas particularidades obtidas dos estudos de textos realizados. 7. Aplicação de questionário e produção de um texto dissertativo a partir de um rol de palavras chave utilizadas durante a SD. Avaliação: questionário, produção de texto dissertativo (a partir de palavras chave), desempenho (mapa), argumentação (vídeo), postura individual (jogo)	Jogo das correlações - combinar cartas que tem a imagem de um animal com as informações referentes a esses animais. Pode ser realizado na forma de competição ou então como uma atividade colaborativa.
2015_13	O imaginário ambiental na tradição oral: contos e mitos sobre animais como ferramenta para o ensino de biologia	3º Ciclo do Ensino Fundamental (6º e 7º ano)	1 e 2. Aulas expositivo-dialogada iniciada lendo-se a história da origem dos animais, presente no livro de contos e folclores brasileiros elaborados pelos licenciandos, com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca desse tipo literário e dos saberes ali contidos 3 e 4. *Aplicação de objeto didático* 5 e 6. Projeto - recontação de histórias e criação de novas histórias pelos alunos, que culminarão na produção de um livro paradidático. Avaliação: participação na contação de histórias e montagem de novas histórias.	Contos e lendas de animais brasileiros - estudos de texto - contos criados pelos licenciandos que contam histórias de animais brasileiros na perspectiva da sabedoria popular e que tem o objetivo de discutir aspectos do imaginário ambiental e conhecimentos científicos de cunho ecológico sobre esses animais.
2015_14	Uma Abordagem do Ensino de Verminoses no Ensino Médio	1° ano do Ensino Médio	1. Aula expositivo-dialogada sobre doenças causadas por nematelmintos e platelmintos com levantamento de conhecimentos prévios realizado por meio de caixa de conhecimentos, em que os	Jogo Passa verme - jogo tipo “porco”, onde o participante deve reunir quatro cartas de uma determinada doença e suas características antes que os demais.

SD	Título	Público alvo	Aulas	Objeto Didático
2015_14 *(cont.)*			alunos descreverão o que sabem a respeito desses animais e suas doenças. 2 a 5. Aulas expositivo-dialogadas sobre as seguintes doenças (ascaridíase, ancilostomíase, teníase e cisticercose, filariose, bicho geográfico) com a utilização de vídeos e textos de apoio 6 e 7. Projeto - em grupos, a partir de um determinado caso atual brasileiro (problematização sócio-biológica), os estudantes devem pesquisar e desenvolver um produto de conscientização sobre aquele determinado problema, trazendo aspectos relacionado as causa e consequências, bem como soluções para os casos 8. *Aplicação de objeto didático* 9. Projeto - socialização dos projetos dos estudantes Avaliação; desenvolvimento do projeto e motivação na participação do jogo	
2015_15	Uso de filogenias e chaves de identificação para a integração de evolução e Zoologia	2° e 3° anos do Ensino Médio	1. *Aplicação de objeto didático* 2. Aula expositivo-dialogada sobre filogenias, continuidade do processo evolutivo, graus de parentesco, ciência como um processo dinâmico 3. Aula expositivo-dialogada sobre uso de chaves dicotômicas para identificação e classificação de seres vivos 4. Solução de problemas: Retomar o objeto didático (fichas de animais), adicionar animais novas fichas com animais miméticos e usar chaves dicotômicas para identificar os grupos de artrópodes representados. 5. Discussão: resposta esperada x alcançada e verdades na ciência, níveis de complexidade das chaves, especiação. Avaliação: participação nas aulas e apropriação dos conceitos - chaves de classificação	Solução de problemas - identificação de artrópodes a partir de fichas com imagens e agrupamento por semelhança morfológica, com proposta de classificação.

Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

Apêndice 2 – Mapa de eventos 1 da vídeo-gravação da roda de diálogo realizada para discutir a atividade *Análise de objetos didáticos produzidos nos anos anteriores* realizada em 22/09/2016.

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
1	Objetos Didáticos	00:17	Oscar menciona que os objetos didáticos que receberam falam sobre extinções e lista os três: *jogo das extinções, mau-mau das extinções e desafio biogeográfico*.	O grupo 1 é composto por Oscar e Thiago.
2	Jogo das extinções	01:34	Oscar e Thiago comentam que o *Jogo das extinções* foi o que mais lhes agradou. Fácil de reproduzir em sala de aula, eles também atribuem ao jogo características de informalidade, dinamismo, clareza de regras e riqueza de conteúdos (assoreamento, *El Niño* e impactos ambientais para a fauna - positivos e negativos). Thiago afirma que o jogo complementa a sequência didática, podendo introduzir ou revisar conteúdos como Zoologia, evolução e extinção.	O jogo se encerra em si próprio e independe da proposição de conteúdos, que podem ser acessados no início, durante e ao final das sequências didáticas.
3	Mau-mau das extinções	00:53	Oscar aponta que o público-alvo do jogo *Mau-mau das extinções* não está adequado. Em seguida faz uma analogia com o jogo *Can-Can* (inspiração), e diz que as cores das cartas foram substituídas por grupos de animais [Analogia]. Thiago comenta que o jogo se aplicaria para introdução de temas como extinção, poluição, ecologia.	Ambos acreditam que o jogo se aplicaria aos primeiros anos do EF I, e não 7º ano do EF II como propõe o OD.
		00:35	Thiago comenta que o objetivo do *Can-Can* é ficar sem cartas nas mãos e que no caso *Mau-mau das extinções* jogar cartas foras salva as espécies da extinção e àquelas restantes nas mãos perdedores seriam os animais extintos [Comparação]. Thiago caracterizou isso como conflitante e estranho.	O ato de descartar uma carta de animal representa a não extinção de uma determinada espécie. As espécies extintas serão as que restarem nas mãos dos perdedores.
4	Imagens dos Objetos didáticos	00:02	Docente pergunta sobre as imagens dos objetos didáticos.	
5	Mau-mau das extinções	00:36	Oscar e Thiago comentam sobre o agrupamento de animais, que parece descontextualizado. Oscar cita que os peixes ósseos foram agrupados com cartilaginosos. Thiago diz que o grupo produtor do OD deveria ter tentando algo com mais contextualização.	Contextualização - relações evolutivas (?) Agrupamentos não monofiléticos - peixes ósseos e cartilaginosos.
6	Imagens dos Objetos didáticos	00:02	Docente pergunta novamente sobre as imagens, desta vez, sobre a existência de escalas.	
7	Mau-mau das extinções	00:42	Oscar e Thiago comentam que as imagens estão sem escalas e de diferentes tamanhos. Em seguida, Thiago comenta sobre uma incoerência entre as funções das cartas (pular a vez, comprar mais cartas) e os efeitos que causam (desmatamento, lixo, desperdício de água). Thiago chama isso de descontextualização.	Não há correspondência única entre função-conceito no jogo.
8	Desafio Biogeográfico	01:12	Oscar comenta que o grupo criticou o fato de ser uma atividade tradicional. Para explicar a dinâmica, Oscar comenta que o professor deve distribuir cartilhas para os alunos. Há uma divergência entre Oscar e Thiago sobre o tema das cartilhas, mas depois se acertam. Oscar segue dizendo que os alunos devem analisar as cartilhas e responder à duas questões. Thiago comenta que no debate, os alunos devem relacionar suas cartilhas com as de outro.	Conceitos, áreas e disciplinas. Conceito de biogeografia (história geológica, geografia, biologia...).
		00:39	Oscar volta a falar que acharam a atividade "pouco tradicional demais". Thiago comenta que parecia uma atividade de avaliação num molde "muito clássico" e formal. Oscar conclui que em termos de mobilização de conceitos estava adequada ao público-alvo.	

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
	Desafio Biogeográfico *(cont.)*	01:31	Oscar e Thiago apontam para problemas escalas e legendas, que comprometem a leitura das ilustrações. Em seguida criticam que a maioria das atividades propostas sejam de casos estrangeiros e que alguns mapas estejam em língua inglesa, sem tradução. Eles relatam certo incômodo com a baixa presença de casos brasileiros.	Oscar cita que há exemplos de situações correlatas ocorridas em parques brasileiros, porém não deixa claro quais.
9	Roteiro de análise	00:27	Após 4s de silêncio, a Docente lê o roteiro de análise dos objetos didáticos para identificar se todos os itens foram atendidos pelos comentários dos licenciandos. A docente pergunta se dá pra perceber qual é o objetivo dos trabalhos.	
10	Objetos Didáticos	01:19	Thiago cita que o grupo debateu isso na parte exploratória. Em seguida, fazem uma síntese da sobre a proposição de objetivos dos OD: - *Desafio biogeográfico*: visão de um tema, fixação de conceitos, contextualização de alguma coisa; - *Jogo das extinções*: introdução de conceitos; - *Mau-mau das extinções*: público-alvo inadequado, seria indicado para um público bem mais jovem do que está explicitado no jogo e apenas para introduzir alguns temas, de forma superficial.	
		00:11	A docente incita Oscar e Thiago a pensarem nas possibilidades e limites desses objetos didáticos. Em sua colocação, dá ênfase ao que *não fazer* quando os licenciandos estiverem planejando seu próprio OD.	
		01:00	Thiago comenta que não fariam algo similar ao *Mau-mau das extinções* e *Desafio Biogeográfico*, embora este último seja interessante, ele o considerou muito conteudista. Segue dizendo que o grupo tem pensando em atividades que sejam fora do costume, que sejam cativantes e divertidas enquanto o aluno aprende um conteúdo. Thiago fala que o *Jogo das extinções* é o que mais se aproxima dessas características. No entanto, diz que tabuleiros lineares podem ter vantagens e desvantagens e que ele tem pensado em alternativas de tabuleiros.	A fala de Thiago (parte 1) relata sua percepção sobre a linearidade em jogos. Ocorreu logo no início da análise dos jogos. É interessante que esse tema foi abordado pelo jogo *Kiirus*, analisado e apresentado pelo grupo 2 desta roda de diálogo.
11	Mudança de grupo	00:21	Docente puxa o gancho do comentário sobre tabuleiro para passar a palavra ao grupo 2.	O grupo 2 é composto por Ana, Camila, Maria e Renata
12	Objetos Didáticos	00:21	Camila apresenta os três objetos didáticos que receberam: *Kiirus*, *Bate com a ilha* e *Simulando a evolução.* Ela reconhece que foram agrupados pelo tema evolução. Camila diz que o grupo escolheu o *Kiirus,* porque os outros dois eram muito confusos e de difícil compreensão.	*Simulando a evolução* não é um jogo, embora Camila afirme isso no início. Na conversa inicial, Maria e Camila trocam turnos sobre os temas principais dos OD (evolução e dinâmica de populações); elas não relacionam esses conceitos.
13	Simulando a evolução	00:23	Critica o *Simulando a evolução* falando que é malfeito, sem explicação das coisas, sem muito objetivo e com tabuleiro inadequado. Ela explica que o grupo teve que ler e reler várias vezes e ficaram muitas dúvidas. Conclui que o grupo não gostou.	Foi o segundo OD analisado pelo grupo na atividade exploratória - 12 minutos (35%). Renata tentou explicar, mas teve dificuldades. Camila leu em voz alta praticamente todo o roteiro para as colegas. Não chegaram a uma conclusão. Acreditar que se tratava de um jogo talvez tenha atrapalhado a análise, pois nesse caso, era uma simulação aberta.

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
14	Bate com a ilha	00:40	Sobre *Bate com a ilha*, Camila diz que é mais bem-feito que o anterior, mas o grupo o considerou complexo. Concluíram que o público-alvo é adequado, mas que a quantidade regras e 'coisinhas' demandariam muito tempo para que os alunos entendam a dinâmica proposta - quase uma aula.	Foi o primeiro OD analisado pelo grupo na atividade exploratória - 6 minutos (17%). Maria faz uma longa fala para explicar às colegas de que se trata o jogo. Ao final elabora algumas críticas.
15	Kiirus	01:54	Camila comenta que o grupo escolheu o jogo *Kiirus*. Inicia falando sobre a dinâmica do jogo (mutações e eventos), mas quando encontra o tabuleiro, direciona sua fala para os aspectos estruturais do jogo - cartas e tabuleiro, reconhecendo que é chamativo e bonito. Camila retoma para falar da dinâmica do jogo mostrando para roda uma ilustração das espécies que iniciam o jogo. Ana toma a palavra para explicar que no início serão duas duplas por problema (?). Camila explica que havia esquecido de comentar isso, mas que o jogo conta com escolha de espécies, sorteio de cartas que promovem a movimentação no tabuleiro. Maria elabora um exemplo para explicar o que o jogo pretende sobre os conceitos de mutações e aleatoriedade. Ela escolhe uma mutação (pelagem curta) e diz que nas regras jogo, os números dos dados determinam se esta mutação será fixada. Associa essas mutações à adaptações e conquista de ambientes no tabuleiro [Exemplificação]. Camila concorda.	Foi o terceiro OD analisado pelo grupo na atividade exploratória - 6 minutos (17%). Ana comandou a discussão inicial. Camila ilustra sua fala com as imagens dos objetos didáticos. Trata-se de um jogo com animais hipotéticos em um planeta fictício. A docente ajuda a esclarecer isso. Não fica claro como inicia o jogo.
		00:28	Ana complementa a dinâmica do jogo apontando para a existência das cartas mudanças ambientais locais e globais. Camila diz que a global é escolhida no início do jogo e adicionada ao monte de cartas. Quando está surgir acaba o jogo. Ana reafirma isso e explica que a mudança ambiental local determina como está o ambiente e quem sobrevive ou não de suas linhagens.	
		00:37	Ana cita uma instrução do jogo *Kiirus* – anotar os acontecimentos a cada rodada, para acompanhar o caminho filogenético das espécies. Camila mostra uma ilustração para representar o que Ana acabara de falar.	
		00:31	Camila explica que a carta mudança ambiental global conclui o jogo. Os vencedores serão aqueles que o maior valor do produto entre número de espécies diferentes e número de regiões diferentes [Cálculo]	
		01:17	Maria informa que após a explicação o grupo pode criticar. Ana, Camila e Maria relatam algumas dificuldades que tiveram ao analisar o OD - entender as regras e falta de clareza em relação a dinâmica do jogo.	Percebe-se nas fala iniciais das integrantes muita dificuldade para compreender e comunicar as regras e dinâmica dos objetos didáticos. São falas muito extensas e simultâneas.
		00:15	Renata cita que *Kiirus* é muito complexo para uma criança de 11 anos. Camila diz que é a partir de 11, que ela acredita ser melhor de 15 anos em diante.	Camila interrompe a fala de Renata por duas vezes para dar sua opinião pessoal sobre o público alvo. Na fala inicial as integrantes do grupo discutem se a faixa etária está adequada.
16	Objetos didáticos	00:24	Camila emenda sua fala anterior para falar sobre o planejamento futuro de seus objetos didáticos. Renata cita que elas devem se preocupar com o tempo das propostas que elaborarem. Camila corrobora a fala de Renata, citando que é necessário saber quanto tempo dura uma determinada atividade.	Dinâmica d populações é um assunto complexo, que demanda um tempo considerável. A abordagem desse tema em jogos e simulações otimiza o tempo curricular desse tema?

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		00:46	Maria fala sobre os objetivos educacionais (implícitos e explícitos), reconhecendo a importância dos roteiros que os docentes normalmente utilizam em aulas da licenciatura.	
	Objetos didáticos *(cont.)*	00:29	Camila volta a associar a motivação para jogar com a atratividade, diversão, estética, explicando que o grupo deve se preocupar com isso na construção de seus OD, para que não fique chato. Renata complementa que embora *Kiirus* seja colorido, o excesso de regras pode torná-lo chato.	A docente cita que o tabuleiro do jogo *Kiirus* é grande.
17	Bate com a ilha	00:08	Docente incita o grupo a falar sobre *Bate com a ilha*, em relação à questão *gerações/reprodução*.	
		00:59	Camila cita que ela achou *Bate com a ilha* o mais complicado. Maria indica que o fator reprodução pode ter atrapalhado a dinâmica do jogo, no entanto outros fatores, relacionados ao início do jogo (peças, indivíduos, cor, ilhas) também não estão muito claros. Camila comenta que os sujeitos que desenharam o jogo não conseguiram esclarecer as regras/movimentos para sujeito que lê o jogo.	A docente concorda que falta informação no jogo. Na exploração inicial, Maria explica o jogo às colegas (4 min), mas percebe-se uma mistura de esclarecimento e confusão.
18	Roteiro de análise	01:25	Docente faz um esclarecimento sobre a fala de Maria (16), relativa aos objetivos educacionais. Ela explica que não há necessidade de explicitar a os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais no OD, mas que é possível. Ela aponta que isso seria um desafio enorme.	Participação do pesquisador para explicar o roteiro. Deve se pensar nos conteúdos na perspectiva de projeção de ações e não de especificidade textual.
19	Mudança de grupo	00:17	Docente sugere continuar o sentido anti-horário, que se configurou na roda de diálogo partir do gancho do tabuleiro. Os integrantes do grupo 3 concordam.	O grupo 3 é composto por Bruna, Daniel, Eduardo, Manuel e Sandra
20	Objetos didáticos	00:26	Sandra apresenta os dois objetos didáticos que receberam e faz um reconhecimento geral da filogenia como fator de agrupamento dos OD.	No primeiro momento Sandra entende que os dois OD bem parecidos.
21	Jogo evolutivo dos invertebrados	00:24	Sandra fala brevemente como funciona o Jogo evolutivo dos invertebrados - preencher um tabuleiro da filogenia com imagens de animais invertebrados.	Sandra mostra imagens do jogo e assume que ele é mais simples do que o próximo.
22	Uma história da diversidade de cordados	00:32	Sandra fala que *Uma história da diversidade de cordados* (uma atividade de resolução de problemas) se assemelha muito ao jogo anterior, com um grande grupo de imagens para completar um cladograma pré-montado, e que, por ser mais complexo e maior, o grupo 3 escolheu este para analisar.	No início Sandra chama de jogo, até que o pesquisador lhe corrige, dizendo que é um outro tipo de atividade.
		00:26	Sandra explica que o OD é composto de várias imagens de animais - no verso são listadas características destes. (tamanho do adulto, ambiente, modo de vida, morfologia, fisiologia e reprodução).	
		00:31	Sandra conta que o objeto didático recebido não continha um manual de instruções/regras, mas que ele deduziram como seria o funcionamento do mesmo - montar a filogenia com as imagens dos bichos.	
		01:57	Sandra critica a ilustração - composição de imagem de satélite e filogenia - para mostrar os ambientes que os bichos viveriam. Bruna completa que seriam ambientes aquáticos e terrestres. Sandra diz que talvez um desenho, ao invés de uma imagem fixa de satélite, fosse mais apropriada para alocar os animais(terminais) nos seus devidos ambientes. Docente comenta que a imagem poderia ser ampliada para que as cartas pudessem ser coladas nas pontas (terminais do cladograma). Sandra concorda e mostra que há uma imagem com "gabarito". Nesse momento o pesquisador avisa que não se trata de um jogo.	Sandra mostra imagem do cladograma - filogenia dos cordados. Essa imagem faz uma relação da filogenia com os ambientes, tratando um pouco sobre a conquista do ambiente terrestre.

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		00:42	Docente pergunta sobre a existência de escalas nas imagens dos animais. Bruna comenta que não tem escala, mas Sandra adverte que no verso das imagens tem o tamanho do adulto.	
	Uma história da diversidade de cordados *(cont.)*	01:13	Bruna comenta que o objetivo dessa atividade é dar uma ideia da diversidade de cordados, entretanto adverte que é possível discutir muitas outras coisas, como características dos grupos animais. Depois, Bruna diz que ficaram o grupo ficou em dúvida se os conteúdos estavam adequados ao público-alvo. Sandra comenta que o Objeto Didático não especifica o contexto dentro do conteúdo. Bruna retoma e comenta que não há explicações sobre Sistemática no OD, embora seja esse um dos assuntos que caracteriza a atividade. Ela entende que isso deve estar no contexto da SD, porém informa que o grupo ficou perdido nesse assunto.	Bruna cita que o público-alvo era 2 ano do EM e fica em dúvida se está adequado ou não. Quando a atividade se encaixaria?
		00:37	Bruna retoma falas do discurso anterior (público-alvo e objetivos educacionais) para dar continuidade a sua fala, Sandra aproveita o ganho e lê o roteiro de análise, voltando a falar dos objetivos educacionais (diversidade), e concorda que as imagens podem dar uma boa amostra da diversidade de cordados.	Sandra mostra que há inclusive uma criança para representar os seres humanos na filogenia.
		01:05	Sandra, Bruna e Eduardo criticam o tempo de execução sugerido para o OD. Eles acham que trabalhar a classificação de 46 animais demandaria mais tempo. Embora não tenham testado o OD, Sandra comenta que essa atividade, querendo ou não, geraria divergências entre os alunos. Ela diz que dividir em duas aulas poderia atrapalhar essa dinâmica de ordenamento. Bruna sugere que uma dobradinha poderia resolver. Mas ela mesmo afirma que dobradinhas nas escolas são raras.	O Objeto Didático sugere que a atividade seja realizada de 30-40 minutos.
		01:46	Sandra e Bruna comentam que o OD seria mais bem aproveitado após ter sido ministrado o conteúdos dos grupos animais. Bruna comenta que não daria tempo para ficar conferindo o que seria cada característica descrita dos animais, portanto, seria melhor como revisão. Ela exemplifica com o termo Ampola de Lorenzini [Exemplificação]. Sandra comenta que gostaria de ter realizado uma atividade similar a essa, como revisão de conteúdo.	Diferenças entre aula teórica x aula investigativa. A corrida contra o tempo do EM. Ampolas de Lorenzini - termos muito técnicos?
		02:01	Bruna faz uma crítica aos problemas de falta de recursos escolares e elogia as imagens de ótima qualidade do OD, que podem aproximar de realidades, objetos e seres vivos. Sandra comenta que o tempo de realização da atividade é incoerente com os objetivos propostos. Docente cita que os professores que assistiram aos seminários de apresentação deste OD compartilhavam dessa percepção. Sandra complementa que o outro OD, *Jogo evolutivo dos invertebrados*, por ser menos complexo, daria tempo de ser realizado em uma aula.	Docente complementa falando sobre movimentos organizacionais da sala de aula (administração) - *"e assim, tem que entrar, mandar sentar, fazer chamada, barará, quer dizer, não são 50.."*

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		02:23	Primeiro turno de fala entre licenciandos de grupos diferentes. Oscar comenta que talvez um número menor de táxons fosse mais apropriado. Eduardo comenta que um número menor talvez não desse uma boa dimensão da diversidade desse grupo. Oscar pergunta qual a profundidade que chega na classificação. Bruna comenta cita que é bastante (*"Ah, da classificação, ah, então é bastante, tipo Teleostei, sei lá..."*). Depois complementa com a seguinte pergunta (*"Qual a importância dos alunos no segundo colegial terem isso?"*). Eduardo comenta que tem pelo menos um indivíduo de cada grupo vivente de cordados. Em seguida, diz (*"Tem um monte de nome "x", que a gente aprende aqui, por exemplo, tem um monte de nome"*). Oscar comenta que talvez o OD tenha pecado pelo excesso. Sandra comenta que não há necessidade de acrescentar tantos grupos assim, que a proposta deve ser adaptada pelo professor a sua realidade. Continua dizendo que saber a *"filogenia oficial"* não é a intenção do aluno no *"colegial"*. Ela diz assim: (*"a sua missão já seria cumprida se você fizesse uma coisa só com os grupos aqui de cima* (táxons terminais)*, ou então, entendeu, com as coisas principais, assim..."*). Enfim, Bruna termina o diálogo retomando que o OD não aborda apenas a diversidade, mas características dos grupos animais e sistemática filogenética.	Na fala 5 do Grupo 1, Oscar comenta que acha 'bizarro' agrupar peixes ósseos (teleósteos) com cartilaginosos. Crítica - Choque de gerações? O conhecimento científico é estático? Problemas com nomenclatura? Apropriação de linguagem científica? Adaptação da aula ao conteúdo ministrado pelo professor. Definição do que é necessário, possível.
23	Mudança de grupo	00:12	Docente passa a palavra para o grupo 4	O grupo 4 é composto por Joana, Gisele e Helena.
24	Objetos Didáticos	00:48	Joana apresenta sobre os dois Objetos Didáticos (conjunto de livros paradidáticos) que receberam para analisar: *Fantástico Mundo do Cerrado Brasileiro* e *As Lendas e contos Brasileiros com Animais.* Joana chama um deles de jogo e a docente corrige dizendo que não se trata de jogos, mas de conjuntos de livros. Joana fala: (*"É, um conjunto de livros, mas.. eu achei.. ele bem.. bem dinâmico ao ponto.. de.. até.. parecer.. um pouco.. um jo.. um jogo.. por quê.. é.."*)	Joana fica desconcertada, como se a fala da docente tivesse abalado seu discurso planejado.
25	Fantástico Mundo do Cerrado Brasileiro	02:44	Joana comenta sobre *O Fantástico Mundo do Cerrado Brasileiro*, explica que se trata de um livro que conta a história de uma espécie, onde o leitor é convidado a fazer escolhas dos caminhos a seguir de acordo com o conteúdo (*"São interações, é na verdade é.. a atividade apresenta as interações ecológicas, como predação e... é, herbivoria, e competição, né?"*). Ela explica que o livro prende a atenção. Ela não encontra informações sobre a faixa etária no OD, mas supõe que seja EF. Em seguida, ela comenta que a atividade é legal pois faz com que o leitor *"se ponha no lugar do.. do indivíduo"*, apontando que os caminhos tomados não levam a conclusões óbvias (no caso da onça, você pode perder um filhote, acabar no zoológico). Joana conclui sua fala dizendo que o OD pode ser aplicado no início ou final de uma sequência, mas que no final, após apresentar os conceitos de predação e competição, se aproveitaria melhor.	Questões naturais e socioculturais (personificação, zoológico) Opinião pessoal de Joana: necessário um contexto antes da aplicação do OB (conteúdos de predação e competição)
26	Lendas e contos brasileiros com animais	00:50	Gisele começa a falar do outro OD, *Lendas e Contos de animais brasileiros*. Ela fala sobre a estrutura do objeto didático, que contém um livro de lendas e uma manual para o professor. Ela diz que são abordados vários temas interdisciplinares, tenta exemplificar, mas não fica claro (*"Aí são vários temas interd..disciplinares, então sobre.. no de pássaros, por exemplo, fala sobre o canto, ou.. sobre, como eles fazem o ninho, em alguns outros, ele.. também fala pra falar de competição."*). Gisele parece ter perdido o encadeamento de seu discurso após a palavra "interdisciplinares".	Gisele e Helena estavam no segundo ano de graduação. Aparentavam ser bastante tímidas.

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		00:51	Helena toma a palavra pra ajudar Gisele, que parece estar com dificuldade de concatenar as ideias. Ela cita um dos livros que fala sobre o uirapuru e comenta o que diz a lenda. Em seguida fala o que diz o manual do professor sobre como abordar essa lenda. Apontando para a interdisciplinaridade, ela diz (*"é bem interdisciplinar, por causa de.. bastantes vezes de outras regiões.. de.. índios e de outros costumes, sai da biologia"*).	Atividades simples, passíveis de serem realizadas em uma aula. Valorização da construção de novos livros pelos estudantes, propostos no OD.
27	Objetos didáticos	01:44	Joana comenta que ambas as atividades são simples, que podem ser abordadas em uma aula. Também cita que uma das propostas dos OD é fazer com que os alunos construam suas próprias histórias. Joana cita que seria interessante associar a atividade a encenação teatral. Conclui que lhe agradou mais o *Fantástico Mundo de Cerrado Brasileiro*, devido ao fato de ser mais dinâmico, mesmo que ambas as atividades tenham o mesmo peso de conteúdo.	
28	Fantástico Mundo do Cerrado Brasileiro	00:53	Helena comenta sobre o livro conduzir a criança a pensar como um predador. Joana complementa que isso é legal porque não coloca o predador como uma coisa ruim. Ambas comentam sobre a personificação do animal e diferenças de ponto de vista entre aluno e o leitor-animal.	Esse é realmente o ponto de vista do animal? Ou seriam necessidades básicas de sobrevivência?
29	Lendas e contos brasileiros com animais Lendas e contos brasileiros com animais *(cont.)*	00:50	Helena comenta que os textos das lendas seriam mais interessantes como forma de revisão. Ela cita que podem ser associados conceitos de nicho ecológico e diversidade biológica brasileira. Helena faz uma referência a fala de Oscar (Grupo 1) sobre o Desafio Biogeográfico e as escolhas de temas estrangeiros. Valoriza a manutenção da cultura brasileira e a tradição oral.	
		01:44	Segundo turno de falas entre licenciandos, docentes e pesquisador: há uma confluência de vozes: Bruna, Paulo, Camila, Docente, Pesquisador, Leandro, Sandra e Helena. A discussão gira em torno da autoria e das características dos livros *Lendas e contos brasileiros com animais*. Camila e Bruna parecem estar surpresas com a qualidade do material. Paulo e Camila ressaltam a existência de um *QR Code* no OD, para obter mais informações do grupo. Sandra enaltece a forma que o grupo diagramou o OD (capa, caixa, manual do professor). Bruna comenta que não havia pensado em questões culturais no planejamento de seus objetos didáticos, estavam mais focados em discutir evolução e sistemática. Ela diz (*"É até poético, isso!"*). Camila fala que esse tema já foi tratado na disciplina.	Perspectiva sociocultural do ensino de Zoologia
30	Mudança de grupo	00:12	Pesquisador pede para o grupo 5 apresentar.	O grupo 5 é composto de Paulo, Leandro e Igor.
31	Objetos didáticos	00:07	Igor inicia a fala do grupo 5 comentando que receberam 3 OD: o *Jogo do Endemismo*, *Animais e Ambientes* e *Pokémon em perigo.*	
32	Jogo do endemismo	01:49	Igor começa falando do jogo *Jogo do endemismo.* Aponta que se assemelha a um jogo da memória, onde devem ser associados animais, ambientes e dicas. Comenta que no final do jogo, uma sobreposição de mapas compara as situações dos biomas, no passado e atual [Comparação]. Ele conclui que o grupo achou o jogo raso, porque não traz muito conteúdo. Ele cita que a atividade foi proposta para o 3 ano do EM, mas que seria indicada para *"sensibilizar as pessoas praa.. prum assunto ou introduzir a.. a matéria"*. Leandro complementa que talvez fosse mais adequado a um público-alvo mais jovem.	Igor mostra a imagem dos mapas sobreposto para a turma. Levantamento do conhecimento prévios, introdução de tema.

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		00:23	Paulo comenta que o Pantanal foi descartado do jogo. Leandro fala que lhe incomodou o fato de o Pantanal não ter sido retratado no jogo (*"o bioma mais da hora"*). Igor complementa fazendo uma leitura do Objeto didático, que diz que o Pantanal não foi utilizado devido a sua baixa taxa de endemismo.	
33	Animais e Ambientes	02:45	Leandro comenta sobre o segundo jogo *Animais e Ambientes*, dizendo que se assemelha ao jogo de cartas porco [Comparação]. Ele diz que é composto de conjuntos de 4 cartas de animais que devem ser associadas a um determinado ambiente. Quem completar as 4 cartas de um determinado ambiente, vence o jogo. Leandro diz que parece confuso, pois não está claro como o aluno saberá a quais ambientes pertencem os animais (gabarito)	Espera-se que o jogo seja autoexplicativo. Nesse caso, os alunos teriam estudado os ambientes antes de jogar, sabendo assim parte ou todos os animais de cada ambiente.
		00:09	Instigado por Bruna, Leandro comenta que falta ao jogo dicas para fazer as associações correlatas. Também critica o fato de ser visualmente pouco caprichoso, com imagens disformes e for a de escala. Leandro conclui dizendo que o grupo se focou mais no estudo de caso *Pokémon em perigo*.	Planejamento do Objeto Didático -Pensar sobre como questões estéticas do jogo influenciam na motivação para jogar.
34	Pokémon em perigo	00:31	Paulo comenta que logo que receberam os objetos didáticos, o estudo de caso *Pokémon em perigo* foi o que mais lhes chamou a atenção. Paulo faz alguns apontamentos sobre características intrínsecas do desenho animado: ilha (?) de Jhoto, agradar crianças e velhos - eles próprios.	Em meados de setembro de 2015, o jogo/app Pokémon Go era um dos mais acessados. Pokémon foi criado em 1995, portanto, algo que acompanha a vida licenciandos, com desenhos, cartas, entre outros.
	Pokémon em perigo *(cont.)*	00:42	Paulo continua sua fala mostrando um mapa para a turma para exemplificar o OD. Ele diz que há regiões demarcadas no mapa e um cladograma com uma filogenia de Pokémon. Ele complementa o que o objetivo da atividade é que os alunos escolham duas entre quatro das regiões demarcadas para criação de áreas de preservação permanente. Além disso, o estudo de caso prevê que sejam levantadas as medidas para que a população pare de caçar Pokémon.	
		00:24	Paulo comenta que a atividade vai mais para o operacional e que a colocação de cladograma na atividade talvez não fosse necessária, bastando colocar informações sobre o nicho que os Pokémon ocupariam.	
		00:32	Pesquisador faz uma explanação para lembrar ao grupo 5 que esse OD estava contextualizado com a SD que foi apresentada a turma de 2016 por um dos licenciandos produtores, para que tomassem contato com o produto final da disciplina. Paulo e Leandro confirmam isso. Docente comenta que sobre esse OD os licenciandos conhecem o contexto. Paulo considera isso, mas retoma que dá pra ser adaptado, pesquisador concorda. Leandro comenta que o OD foi concebido para encaixar na SD. Paulo complementa que essa seria uma aplicação do uso de filogenia, mas tem dificuldades de falar a palavra cladograma.	Apropriação de termos filogenéticos. Termos associados a cladograma: ferramenta (Leandro) e imagem/símbolos (Paulo).
		00:41	Leandro comenta que o grupo sentiu falta de informação sobre os Pokémon para tomada de decisão sobre as áreas a serem conservadas. Ele diz que olhar apenas o mapa pode enviesar a resposta. Igor concorda e diz que pode ser tendencioso. Leandro conta um exemplo específico do OD, dizendo que embasar a decisão só em números de espécies e tamanho da área pode ser uma atividade rasa [Exemplificação].	Apontamento – como definir uma área de conservação? Que informações são cruciais? Crítica – subsídios para tomar decisões de conservação. Podem complicar a análise pelos estudantes.
		00:24	Paulo tenta puxar o assunto público-alvo dizendo que a atividade foi proposta para o 2 ano do EM. Igor diz que isso é raso. Paulo faz uma ponderação, dizendo que a alocação de mais conteúdos, como efeito de borda, o tamanho dos fragmentos e fluxo gênico, poderiam complicar a atividade.	

N°	Recursos materiais	Duração	Discurso	Observações[1]
		00:41	Leandro volta a falar que poderia haver mais informações sobre os Pokémon. Paulo comenta que o cladograma remeteria a uma coisa mais evolutiva, tipo fluxo gênico; e que, talvez, ir pro lado mais ecológico fosse mais frutífero. Igor concorda e diz que traria mais discussão, pois do jeito que está, fica muito fácil escolher a área a ser conservada.	Apontamento – conservação – ecologia e/ou evolução?
		01:18	Leandro e Paulo falam que o destino das áreas que não serão conservadas (produção de alimentos) também é assunto e interesse nessa perspectiva de conservação. Leandro argumenta comparando a maior área (que tem o rio, teoricamente, melhor para o cultivo) e a área montanhosa (menos diversa em Pokémon).	
		00:37	Leandro comenta que sentiu falta de instruções de aplicação do estudo de caso para o professor. Depois, embola sua fala dizendo que sabe do contexto (SD) e que esse foi um outro jeito de usar um cladograma, mas acredita que outro enfoque seria mais adequado nessa situação proposta de conservação.	Crítica – adequação da ferramenta à atividade. O enfoque evolutivo não deve fazer parte das práticas de conservação?
		00:44	Paulo comenta que a utilização de cladograma mais simples poderia ser mais adequado. Ele exemplifica que o grupo não entendeu como foram elaboradas as relações de parentesco entre os Pokémon. *("e eles colocam o.. crobat, que é um morcego, perto de (...) insetos vespas e tal, e.. com u.. com o que tava sendo trabalhado antes.. e.. todas as características, de ser um mamífero, e tal, mesmo sendo um Pokémon."*)	Definição de características e filogenia de Pokémon. Relações de parentesco – crobat é um morcego mesmo? Esse assunto é retomado por Oscar, no final da gravação. São Pokémon ou morcegos, insetos, vespas e mamíferos?
	Pokémon em perigo *(cont.)*	00:59	Oscar corrobora com as impressões do grupo 5, de que trabalhar com Pokémon pode ser muito bom (*"um apelo muito grande intergeracional"*) e faz dois apontamentos. No primeiro, comenta que se preocupa com as relações de parentesco existentes entre Pokémon, algo que considera não resolvido (*"nem todo Pokémon fica claro, qual é o animal ao qual ele tá fazendo uma analogia"*). No segundo, se preocupa com as especificidades do desenho, como poderes e habilidades na hora de escolher as áreas a serem preservadas.	Há uma confluência de vozes – Nádia, Oscar e Thiago falam sobre as relações de parentesco entre os Pokémon e as similaridades destes com os seres vivos que conhecemos.

Notas: [1] Os nomes mencionados neste mapa são fictícios. Fonte: Autoria própria - Projeto *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*.

Apêndice 3 – Unidades de análise, nós e quantitativos de referências codificadas no *software NVivo* (posição de 21 Dez. 2019).

Nodes\\Abordagens

Referências codificadas relacionadas a estratégias e modalidades didáticas segundo Anastasiou & Alves (2005) e Krasilchik (2011)

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Aula expositiva dialogada	Exposição de conteúdos com participação ativas de estudantes	11	88
Aulas expositivas	Exposição de conteúdos de forma direcional, sem participação de estudantes	4	31
Aulas práticas	Contato direto com fenômenos, manipulação de materiais e equipamentos e observação de organismos	2	12
Caixa de dúvidas	Objeto para depósito de dúvidas e questionamentos	1	2
Demonstrações	Apresentar técnicas, fenômenos e espécimes	1	6
Discussões	Momentos de diálogo ativo com convites ao raciocínio	10	67
Entrevista	Conhecer pessoas e processos por meio da conversa estruturada	1	2
Estudo de caso	Análise minuciosa de uma situação real que necessita ser investigada e é desafiadora para os envolvidos	4	13
Estudo de texto	Exploração de ideias de um autor a partir de um estudo crítico de um texto	5	18
Estudo dirigido	Ato de estudar sob a orientação e diretividade do professor	1	1
Lista de exercícios	Exercícios elaborados para serem resolvidos em sala de aula ou fora dela	4	15
Lição de casa	Atividade oral/escrita a ser realizada fora do ambiente escolar	8	20
Multimídia	Atividade mediada por objetos digitais, vídeos e áudios	9	68
Painel Integrado	Discussão de temas em grupos de trabalho com conhecimentos de naturezas distintas	3	12
Portfólio	Construção de registro, análise, seleção e reflexão das produções de um objeto de estudo	2	2
Produções	Materialização de conhecimento em painéis, cartazes, vídeos, áudios, pôsteres, dissertações etc.	4	29
Saídas de campo	Explorar ambientes no entorno da escola, excursões e viagens	5	21
Seminário	Estudo de um tema a partir de diversas fontes visando germinar as ideias com posterior socialização	8	25
Simulações - outras	Atividades em que participantes são envolvidos em situação problemática em que devem tomar decisões e prever consequências - modelos, processos, fenômenos, questões	3	11
Simulações - jogos	Atividades em que participantes são envolvidos em situação problemática em que devem tomar decisões e prever consequências - especificamente jogos	9	38
Solução de problemas	Enfrentamento de situações que exigem pensamento crítico e reflexivo a partir de dados expressos na descrição de um problema	5	30

Nodes\\Conceitos

Referências codificadas relacionadas aos conceitos listados

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Acaso	Mecanismos evolutivos aleatórios	5	15
Adaptações	Características comuns em populações ajustadas para suas funções e produzidas pela seleção natural	9	95
Ambientes e habitats	Áreas habitadas por organismos vivos	11	262
Animais	Animais e grupos de animais citados nas sequências didáticas	12	844
Biogeografia	Estudo da distribuição das espécies de seres vivos no planeta	5	35
Biomas	Grande comunidade estável e desenvolvida, adaptada às condições ecológicas de uma certa região	6	83
Cadeias tróficas	Sistemas de transferência de energia (produtores, consumidores e decompositores)	5	27
Caça	Prática de matar ou capturar animais	6	43
Coevolução	Evolução interdependente de duas espécies	3	6
Coleções Biológicas	Organismos vivos ou mortos, preservados para estudos taxonômicos	3	21
Conservação	Meios de se utilizar adequadamente os recursos do meio ambiente, promovendo a sustentabilidade e a manutenção da biodiversidade	10	91
Diversidade	Variabilidade entre os seres vivos de todas as origens (conceito polimórfico)	11	231
Doenças	Alteração biológica do estado de saúde de um ser vivo; saneamento básico	6	96
Ecologia	Relações dos seres vivos entre si ou com o meio em que vivem	10	149
Endemismo	Fenômeno no qual uma espécie ocorre exclusivamente em determinada região	5	23
Espécie	Característica comum que serve para dividir os seres em grupos	4	142
Etologia	Estudo do comportamento animal	7	73
Evolução	Processo por meio do qual as espécies se modificam ao longo do tempo	9	181
Extinção	Desaparecimento definitivo de uma espécie de ser vivo	8	73
Filogenia	História evolutiva de uma espécie ou qualquer outro grupo taxonômico	8	347
Folclore	Conjunto de costumes e lendas preservados por um povo por meio da tradição oral	2	3
Genética	Ciência voltada para o estudo da hereditariedade	5	17
Geologia	Ciência que estuda a origem, história, vida e estrutura da Terra	2	9
Impacto	Mudanças no meio ambiente causadas pela atividade do ser humano	11	82

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Importância	Das espécies: ambiental, médica, econômica, política, social	10	100
Museu	Instituição dedicada a buscar, conservar, estudar e expor animais	4	18
Mutações	Alteração súbita no genótipo de um indivíduo, sem relação com os ascendentes, mas passível de ser herdada pelos descendentes	5	20
Populações	Conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que ocorrem juntos em uma mesma região	11	73
Seleção artificial	Processo de cruzamentos conduzido pelo ser humano com o objetivo de selecionar características desejáveis	3	5
Sociedade	Grupo humano que habita em certo período de tempo e espaço, seguindo um padrão comum	9	44
Taxonomia	Sistema usado para descrever e agrupar os organismos a partir de características morfológicas, fisiológicas, anatômicas etc.	12	255
Zoológicos	Local para se manter animais selvagens que podem ser exibidos ao público	2	41

Nodes\\Cruzamentos

Cruzamentos entre nós

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Animais x Saúde	Animais presentes nas sequências didáticas que trabalharam a dimensão da Saúde	2	47
Conceitos x Temas	Conceitos codificados no nó temas	11	145
CP x Evolutiva	Levantamento de conhecimentos prévios na dimensão evolutiva	9	35
Objetivos + Taxonomia	Objetivos relacionados a dimensão taxonômica	7	16
Questões x Evolutiva	Questões encontradas na dimensão evolutiva	9	39

Nodes\\Ensino e Aprendizagem

Referencias codificadas relacionadas a processos de ensino e aprendizagem

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Abstrações	Operação intelectual em que um objeto de reflexão é isolado de fatores que comumente lhe estão relacionados na realidade	1	1
Analogia	Relação de semelhança entre coisas ou fatos distintos	1	1
Andaimes	Suporte para o sujeito construir o conceito almejado e a elaborar novas representações	2	6

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Antropocentrismo	Forma de pensamento que atribui ao ser humano uma posição de centralidade em relação a todo o universo	6	11
Antropomorfização	Dar forma ou características humanas a algo que não é humano	2	4
Análise	Avaliação crítica de materiais e vídeos	3	11
Argumentação	Apresentar fatos, ideias, razões lógicas, provas etc.	3	4
Artigos	Artigos científicos, manuscritos, textos jornalísticos	6	8
Aspectos sociocientíficos	Questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas ciência e à tecnologia	7	42
Autonomia	Aprender a aprender	4	15
Conhecimento prévio	Propostas para levantamento de conhecimentos prévios de estudantes	10	40
Contação de história	Histórias, contos, lendas etc.	2	3
Conteudismo	Excesso de conteúdos	1	1
Controvérsias	questão de opinião sobre a qual as partes discordam ativamente, argumentam ou debatem	1	2
Correntes filosóficas	Linhas de pensamento relacionadas ao ser humano e aquilo que o cerca, como ética, moral, linguagem, existência, verdade e conhecimento	5	15
Dinamismo	Característica daquele ou daquilo que é enérgico, ativo; diligência, energia, vitalidade	2	2
Diálogo	Interação entre dois ou mais indivíduos	3	7
Engajamento e motivação	Participação ativa em assuntos e circunstâncias de relevância educacional	3	9
Fragmentação	Característica comum no estudo da biodiversidade animal e vegetal, de forma separada e desconexa	4	16
Interdisciplinaridade	Relações diretas entre conhecimentos de disciplinas diferentes	2	2
Investigação	Procedimentos científicos na escola	6	11
Linguagem científica	Referências explicitas a linguagem científica como elemento da Alfabetização científica	2	6
Memorização	Condições e os limites da fixação da experiência, retenção, reconhecimento e evocação	7	17
Natureza da Ciência	Perspectiva epistemológica, compreendendo conhecimentos sobre história, filosofia e sociologia da ciência	10	114
Normativa	Relações com currículos e normas educacionais	2	13
Participação	Discussões, socializações, seminários, feedbacks	5	34
Pesquisa	Atividade de investigação em noticiários, jornais, revistas, livros e internet	7	15

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Produção material	Produção material de várias naturezas: provas, relatórios, ensaios, estudos dirigidos, arvores filogenéticas, cartazes, painéis, tabelas	10	135
Proximidade	Filogenética	1	1
Questionamentos	Perguntas, interrogações	11	55
Retomada	Ato de retomar conteúdos e processos	8	52
Sistematização	Organizar informações e eventos	8	19
Socialização	Exposição de estudantes em relação a um determinado tema, podendo ou não ter sido precedida de estudo prévio	10	26
Superação	Transpor limites, erros, dificuldades etc.	5	15
Superficialidade	Abordagem simplista do conhecimento	2	2
Transversalidade	Conhecimento que cruza, atravessa, passa por determinado referente	2	2
Utilidade	Para determinado fim, utilização proveitosa de algo	6	13
Verticalidade	Direcionado, de cima para baixo	2	2

Nodes\\Estrutura

Referências codificadas relacionadas as seções pré-determinadas das sequências didáticas

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Autores	Produtoras e produtores das sequências didáticas	11	44
Avaliação	Seção destinada a explicação das formas de avaliação pretendidas	11	90
Diagnóstica	Verificar o conhecimento prévio e pré-requisitos necessários para a aprendizagem	5	8
Formativa	Verificar o alcance dos objetivos propostos para a aprendizagem	9	29
Somativa	Classificar em relação a aprendizagem pretendida	7	12
Contexto	Seção destinada a apresentação e justificativa em que a sequência deve ser desenvolvida	11	44
Dinâmica	Seção destinada a descrever as aulas e atividades pretendidas	11	44
Materiais	Seção destinada a relacionar os materiais necessários para execução da sequência didática	11	46
Número de aulas	Seção destinada a listar o número de aulas necessárias	9	27
Objetivos	Seção destinada a descrever os objetivos pretendidos na sequência didática	11	196
Atitudinais	Comportamentos, normas, regras, atitudes, valores	11	44

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Conceituais	Conceitos e conhecimentos	10	55
Procedimentais	Processos, técnicas, métodos, destrezas etc.	11	53
Público-alvo	Seção destinada a apresentar o público almejado pela sequência didática	11	43
Referências	Seção destinada a descrição das referências utilizadas na construção da sequência didática	11	43
Título	Seção destinada ao título da sequência didática	11	44

Nodes\\MTE

Referências codificadas relacionadas ao modelo topológico de ensino (Giordan, 2008)

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Atividade de ensino	Supõem formas de interação entre estudantes e professor (agentes), o propósito da atividade e o ato em si	11	711
Estudantes	Ações esperadas dos agentes discentes	11	176
Formas de interação	Ações esperadas das interações professor-estudante, estudante-estudante, estudante-material	11	211
Professor	Ações esperadas dos agentes docentes	11	354
Propósito	Aquilo que se busca alcançar; objetivo, finalidade, intuito	9	173
Propriedades	Propriedades da organização do ensino (Teoria da Ação Mediada)	12	420
Contexto e continuidade	Relações entre o conhecimento e a prática e experiência de estudantes	9	71
Materialidade	Ferramenta cultural com a qual o agente produz a ação	9	296
Narrativa e historicidade	Situar os conceitos e temas em uma perspectiva temporal e circunstancial	9	53
Temática	Embate entre as ferramentas culturais empregadas no cotidiano e aquelas usadas em cenários construídos em sala de aula	11	231
Articulação	Com referenciais de base	11	121
Curriculares	Normas, regras e leis	7	27
Empíricos	Baseado na experiência e na observação	6	17
Teóricos	Concernente a referenciais teóricos	8	40
Domínio	Relevância do tema em relação a domínios educacionais (didático, epistemológico e psicológico)	10	104
Didático	Relacionado ao ensino	4	19
Epistemológico	Relacionado ao conhecimento	10	31

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Psicológico	Relacionado ao aprendizado	7	22

Nodes\\OD - ÍNTEGRA

Objetos didáticos codificados por SD

Nome	Descrição	Fontes	Referências
2013_01_Bicho-a-Bicho	Jogo de memória, do tipo Cara-a-cara	1	10
2013_02_Kiirus	Jogo de tabuleiro, do tipo *War* – dinâmica de populações	1	14
2013_03_Mau-mau das extinções	Jogo de cartas, do tipo Mau-mau ou Uno	1	2
2013_04_Quebra a Teia	Jogo de interações entre espécies, do tipo Torremoto ou Pega-varetas	1	1
2013_05_Dominó Filogenético	Jogo de correlações entre imagens e textos do tipo dominó	1	1
2013_06_Qual é a filogenia	Jogo de natureza da ciência, do tipo Banco Imobiliário – análise de filogenia	1	1
2013_07_Filogenia Animada	Jogo de correlações entre imagens reais e animadas – construção de filogenia	1	13
2013_08_Mundo das parasitoses	Jogo de tabuleiro, do tipo jogo da vida – parasitoses animais	1	1
2013_08_Tabu Filogenético	Jogo de cartas e adivinhação de palavras/conceitos, do tipo *Taboo*	1	1
2014_01_Insecta - Metamorfose e evolução	Jogo de correlações entre imagens de insetos e ambientes	1	2
2014_02_Jogo da memória dos artrópodes	Jogo de memória, do tipo descubra cartas iguais/semelhantes	1	1
2014_03_Animais e Ambientes	Jogo de correlações entre imagens de animais e ambientes	1	2
2014_04_Passa-ou-repassa animal	Jogo de perguntas, do tipo quiz/passa ou repassa	1	1
2014_05_Bate com a ilha	Jogo de tabuleiro – colonização de ilhas	1	1
2014_06_Desafio Biogeográfico	Estudos de casos sobre biogeografia e diversificação de espécies	1	1
2014_07_Buraco dos artrópodes	Jogo de cartas, do tipo buraco	1	2
2014_08_Super-trunfo dos animais	Jogo de cartas, do tipo super-trunfo	1	3
2015_01_Detetive Taxonomista	Jogo de adivinhações de conceitos relacionados a filogenia	1	1
2015_02_Pokemon em perigo	Estudo de caso sobre conservação de espécies	1	1
2015_03_Simulando a evolução	Simulação de dinâmica de populações – espécies fictícias	1	3
2015_04_Uma história da diversidade de cordados	Classificação de materiais sobre filogenia montada	1	1

Nome	Descrição	Fontes	Referências
2015_05_Jogo das Extinções	Jogo de tabuleiro, do tipo jogo da vida – dinâmica de populações	1	2
2015_06_Jogo Evolutivo dos Invertebrados	Classificação de materiais sobre filogenia montada	1	2
2015_07_O fantástico Mundo do Cerrado Brasileiro	Estudo de texto sobre animais do cerrado brasileiro	1	4
2015_08_Jogo do Endemismo	Jogo de correlações entre animais e ambientes	1	2
2015_09_Animais Hipotéticos	Vídeo tutorial sobre a construção de animais fictícios de massinha	1	1
2015_10_Dioramas Marinhos	Vídeo tutorial sobre a construção de dioramas marinhos	1	2
2015_11_Hospedeiros e Helmintos	RPG sobre parasitoses	1	2
2015_12_Jogo das Correlações	Jogo de correlações entre animais e ambientes sinantrópicos	1	2
2015_13_Lendas de Animais Brasileiros	Estudo de caso sobre lendas e contos de animais da fauna brasileira	1	3
2015_14_Passa Verme	Jogo de cartas, do tipo porco	1	1
2016_01_Anatomia Comparada dos Cordados	Jogo de cartas, para correlação entre características anatômicas e morfológicas de animais	1	1
2016_02_Dixizoo	Jogo de tabuleiro com cartas, do tipo *Dixiit*	1	1
2016_03_Biomas	Estudos de caso sobre os animais de biomas brasileiros	1	1
2016_04_Evolvert	Jogo de cartas, inspirado na dinâmica do jogo *Magic*	1	1
2016_05_Zoogo do Milhão	Jogo de cartas, do tipo quiz	1	1
2018_01_Jogo Vermevilões	Jogo de cartas do tipo porco	1	1
2018_02_Mamíferos ameaçados	Estudos de caso sobre animais ameaçados de extinção	1	1
2018_03_Jogo Perfil dos Cordados	Jogo de tabuleiro e cartas, do tipo *Perfil*	1	1
2018_04_Jogo Zooland	Jogo de cartas – simulação de historiadores naturais – análise de filogenia	1	1
2018_05_Jogo da Eevee	Jogo de cartas, inspirado na dinâmica do jogo *Magic* com cartas de *Pokémon*	1	1
2018_06_Caranguejo-uçá	Página eletrônica para atividade de investigação socioambiental	1	1
2018_07_Jogo das descobertas	Jogo de cartas, do tipo buraco – papel do zoólogo na sociedade	1	1

Nodes\\OD - REGRAS

Descrição das regras dos objetos didáticos

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Material	Material necessário para a execução do objeto didático	9	30
Mecânica	Funcionamento do objeto didático	8	47
Objetivo didático	Objetivo pedagógico do objeto didático	5	10
Objetivo do OD	Finalidade de atos e ações previstas no objeto	8	23
Participantes	Número de pessoas necessárias para execução do objeto didático	8	15
Preparo	Processos anteriores a execução do objeto didático	7	22
Público-alvo	Público almejado pelo objeto didático	3	8

Nodes\\Representações

Representações pictóricas e imagéticas disponíveis nas sequências didáticas

Nome	Descrição	Fontes	Referências
Cartas	De jogos	9	445
Cartazes	Demonstrativos	1	2
Cladogramas	Representações imagéticas da relações de ancestralidade e descendência	6	41
Esquemas	Representação simplificada e funcional de um objeto, um movimento, um processo	7	17
Gráficos	curva num sistema de coordenadas, que representa uma função	3	16
Imagens	Variadas, de animais principalmente	9	210
Mapa	Região cartográfica	5	42
Quadrinhos	Desenho em sequência com fins caricaturais e humorísticos	2	8
Tabelas	Quadro sistemático de consulta de dados	9	23
Tabuleiros, dados e roletas	Objetos materiais de jogos	5	13

Apêndice 4 – Materiais suplementares ao capítulo 4.

ap. 4.1. – Matriz de codificação – Sequências Didáticas *vs.* Conceitos (2013-2018). Os valores percentuais e intensidade de colorações são indícios de relevância conceitual das propostas. À direita, a classificação das SD em dimensões conceituais.

SD	CONCEITOS[1]																														DIMENSÕES[2]			
	Acaso	Adaptações	Ambientes e habitats	Biogeografia	Biomas	Cadeias tróficas	Caça	Coevolução	Coleções Biológicas	Conservação	Diversidade	Doenças	Ecologia	Endemismo	Espécie	Etologia	Evolução	Extinção	Filogenia	Folclore	Genética	Geologia	Impacto	Importância	Museu	Mutações	Populações	Seleção artificial	Sociedade	Taxonomia	Zoológicos	Socioambiental	Evolutiva	Saúde	Taxonômica
2013_01		7%	25%	1%						3%	3%	6%	1%		1%	1%	3%		1%					6%						40%		1	1	1	1
2013_02	3%	3%	5%								10%			3%	3%	3%	17%		28%		2%		3%	2%		3%	2%			10%			1		1
2013_03			12%							3%			3%		3%			41%					18%	3%				3%	15%		1	1		1
2013_04			23%								2%	4%	3%		1%		2%		13%				4%	20%						26%		1	1	1	1
2013_05		6%	5%	1%	20%		2%			3%	10%	2%	2%		15%		1%	4%	4%			3%	12%	4%	1%				2%	6%		1	1	1	1
2013_06	1%										13%		3%		8%		29%		14%		3%			4%						22%	3%	1	1		1
2013_07		7%	14%								15%		7%		3%	8%	5%		13%					5%			1%		1%	23%		1	1		1
2013_08								7%				66%	7%			2%	5%							4%					2%	7%		1	1	1	1
2013_09		9%					2%				9%				6%		26%		30%		2%			4%		4%	2%	4%		2%			1		1
2014_01		3%	18%			6%					9%	3%	11%		3%	12%	2%		8%					12%						14%		1	1	1	1
2014_02		3%	3%			3%					26%	6%	9%						37%				3%	6%						6%		1	1	1	1
2014_03		20%	11%		11%						18%		2%		9%	5%	9%				2%									7%	5%	1	1		1
2014_04			5%			5%					20%		5%		5%	25%		5%												30%		1			1
2014_05		25%	4%								18%						21%		4%							11%	11%	4%		4%			1		1
2014_06		3%		21%						3%	4%		11%	3%	10%		7%	1%	17%		6%	7%				3%	3%	1%				1	1		
2014_07				4%						4%	11%				14%		14%		39%		4%			7%						4%		1	1		1
2014_08	13%	25%	6%								13%						6%		25%							6%				6%		1	1		1
2015_01	3%	3%	3%								9%				6%		9%		53%					6%						9%			1		1
2015_02		5%	6%				2%			14%	11%				5%		2%	2%	40%					2%					5%		8%	1	1		
2015_03	5%	3%									10%				21%		17%		34%				2%				3%		2%	2%			1		1
2015_04		2%	11%						4%		13%		2%		1%		3%		45%						12%				2%	5%		1	1		1
2015_05		1%	4%				4%		1%	2%	2%		5%		41%		6%	8%	8%				10%				6%		1%			1	1		
2015_06	2%									2%	8%				3%		2%		21%										5%	2%	56%	1	1		1
2015_07			10%		3%	3%	16%				6%		52%			6%														3%		1			1
2015_08		2%	6%	6%	25%					9%	11%		5%	11%	12%	1%	3%		1%		3%		1%			1%			2%			1	1		
2015_09									36%	4%	18%		4%		25%	4%													4%	4%	4%	1			1

SD	CONCEITOS[1]																															DIMENSÕES[2]			
	Acaso	Adaptações	Ambientes e habitats	Biogeografia	Biomas	Cadeias tróficas	Caça	Coevolução	Coleções Biológicas	Conservação	Diversidade	Doenças	Ecologia	Endemismo	Espécie	Etologia	Evolução	Extinção	Filogenia	Folclore	Genética	Geologia	Impacto	Importância	Museu	Mutações	Populações	Seleção artificial	Sociedade	Taxonomia	Zoológicos	Socioambiental	Evolutiva	Saúde	Taxonômica
2015_10		11%	35%	2%	2%	16%				4%	9%		7%		7%	2%								2%						4%		1			1
2015_11			5%					2%				30%	5%	5%	7%				2%				2%			5%		2%	12%	23%		1		1	1
2015_12			12%		2%	5%	2%				7%	2%	12%		9%									5%					9%	5%	30%	1		1	1
2015_13			7%	2%	2%	9%	18%			11%	4%		16%	2%	4%	16%				2%									2%	5%	2%	1			1
2015_14											4%	42%	12%		8%		4%		12%										12%	8%		1	1	1	1
2015_15											19%				7%		4%		63%											7%			1		1
2016_01		3%	13%						3%		3%			3%		18%	5%	3%		5%				3%	8%					34%			1		1
2016_02			8%			4%			4%	4%	16%					4%	12%		36%										4%	4%	4%	1	1		1
2016_03		1%	37%		11%		5%			10%	3%		8%		1%			5%	1%				12%	5%			1%			1%	1%	1			1
2016_04		15%	3%						1%	3%	12%					1%	22%	5%	16%		3%			7%	3%				1%	7%			1		1
2016_05											5%						15%		55%				3%	8%						15%			1		1
2018_01								3%				45%	6%										3%	10%			10%		3%	19%		1		1	1
2018_02		2%	17%	6%	4%	1%	3%			7%	4%	4%	12%	4%		14%	1%	2%					2%	2%			6%			7%		1	1	1	1
2018_03		1%	6%		9%		8%			9%	20%		3%				1%	26%	1%				4%	4%					2%	6%		1	1		1
2018_04			2%								4%						28%	2%	42%				2%	6%		2%	2%		4%	6%			1		1
2018_05	1%	5%	6%							1%	8%						27%		11%		1%		1%		1%	5%	31%		1%	1%			1		1
2018_06		9%	26%			1%				7%	9%	1%	7%				2%		2%				9%	6%			11%		2%	6%		1	1	1	1
2018_07	1%		8%				1%		2%	6%	10%		17%			3%		2%					9%	10%			3%		3%	24%		1			1
Total de referências codificadas	**12**	**96**	**258**	**35**	**82**	**27**	**43**	**6**	**20**	**85**	**230**	**96**	**144**	**23**	**142**	**72**	**179**	**73**	**342**	**3**	**16**	**8**	**78**	**100**	**18**	**19**	**73**	**5**	**44**	**248**	**61**	**33**	**34**	**12**	**40**

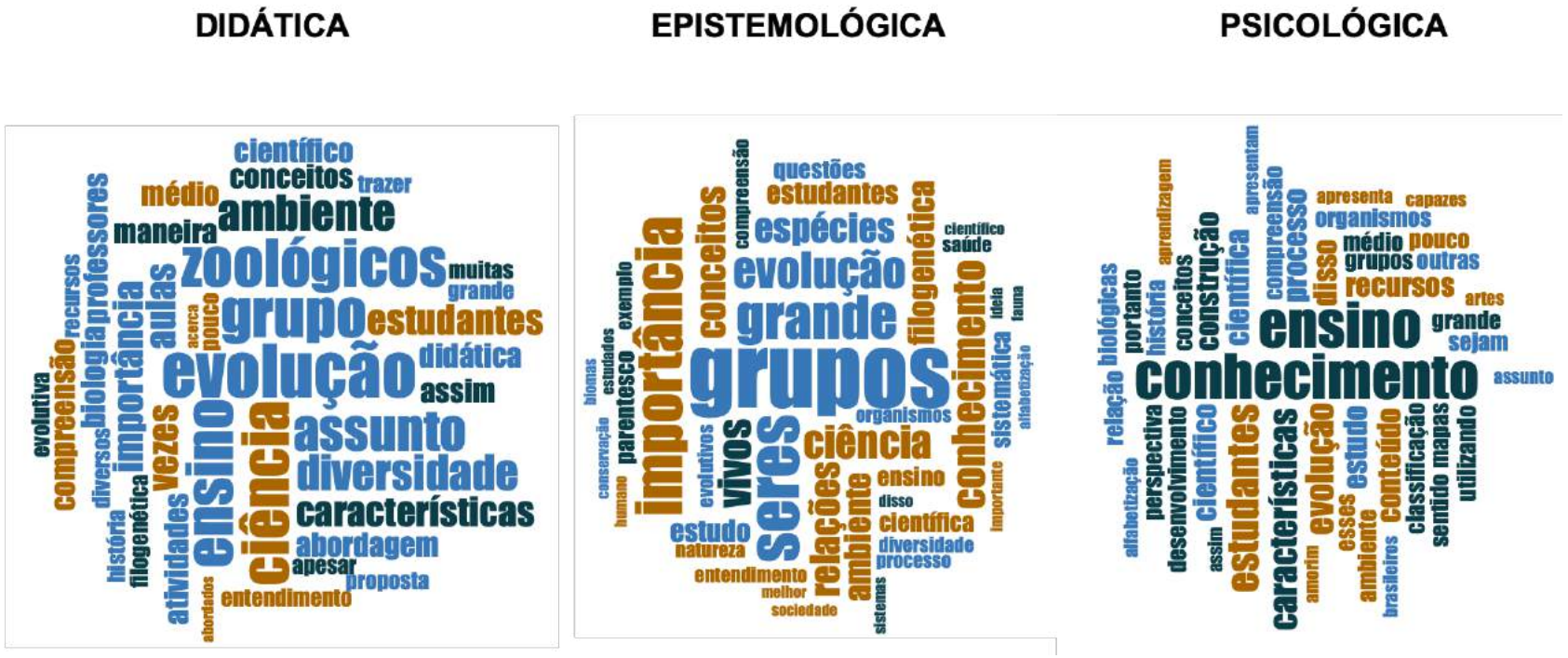
Notas: [1] Valores nas células representam a porcentagem relativa do total de referências codificadas no nó Conceitos por sequência didática.
[2] Valores nas células representam presença (1) e ausência (0) da dimensão na sequência didática.
Fonte: Autoria própria. Projeto: Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - *Software NVivo*.

ap. 4.2. Matriz de codificação – Sequências Didáticas *vs.* Temática (2013-2018). Presença (1) de articulações e domínios na temática apresentada na seção contextual das sequências didáticas (N=114).

SD	TEMÁTICA – SEÇÃO CONTEXTUAL						SOMA
	ARTICULAÇÕES			DOMÍNIO			
	Curriculares	Empíricos	Teóricos	Didático	Epistemológico	Psicológico	
2015_03	1	1	1	1	1	1	**6**
2015_14	1	1	1		1	1	**5**
2016_02	1		1	1	1	1	**5**
2016_05	1		1	1	1	1	**5**
2013_06	1		1		1	1	**4**
2015_02	1	1	1	1			**4**
2015_06		1	1	1		1	**4**
2015_15	1		1	1		1	**4**
2016_03		1		1	1	1	**4**
2018_02	1	1			1	1	**4**
2018_03	1		1		1	1	**4**
2018_07	1	1	1		1		**4**
2014_03	1		1		1		**3**
2014_08	1			1		1	**3**
2015_01			1	1		1	**3**
2015_08		1	1		1		**3**
2015_10	1			1	1		**3**
2015_12	1	1	1				**3**
2015_13			1	1		1	**3**
2018_04			1		1	1	**3**
2013_01			1		1		**2**
2013_09				1		1	**2**
2014_02			1		1		**2**
2014_05	1			1			**2**
2014_07	1				1		**2**
2015_04	1		1				**2**
2015_05	1		1				**2**
2015_07			1			1	**2**
2015_11	1	1					**2**
2016_01		1			1		**2**
2016_04	1				1		**2**
2018_01		1			1		**2**
2018_05		1			1		**2**
2013_02					1		**1**
2013_03			1				**1**
2013_04				1			**1**
2013_05					1		**1**
2013_07			1				**1**
2013_08				1			**1**
2014_01					1		**1**
2014_04				1			**1**
2014_06				1			**1**
2015_09					1		**1**
2018_06			1				**1**
SOMA	**20**	**13**	**24**	**17**	**24**	**15**	**114**

Fonte: Autoria própria. Projeto: Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - *Software NVivo*.

ap. 4.3. Nuvem de palavras nas temáticas didáticas, epistemológicas e psicológicas (N=44).



Fonte: Autoria própria. Projeto: Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - *Software NVivo*.

ap. 4.4. Referências codificadas no cruzamento Sequências Didáticas *vs.* Abordagens (N=507). Número de abordagens contabilizadas (21). Número total de aulas (319). Média de aulas por sequência didática (7,2). Média de abordagens por SD (5,7 - mín. = 3 / máx.: 11).

SD	Número de aulas	Aula expositiva dialogada	Aulas expositivas	Aulas práticas	Caixa de dúvidas	Demonstrações	Discussões	Entrevista	Estudo de caso	Estudo de texto	Estudo dirigido	Lição de casa	Lista de exercícios	Multimídia	Painel Integrado	Portfolio	Produções	Saídas de campo	Seminário	Simulações - jogos	Simulações - outras	Solução de problemas	Soma	Cont.Se (>0)
2013_01	9	8		5			5							3						1			**22**	**5**
2013_02	10	1	2				1		1									2		2		4	**13**	**7**
2013_03	8	3					5							2			5		2	1			**18**	**6**
2013_04	10	8	1	4		2	1							5			2		2	1	2	2	**30**	**11**
2013_05	6		4			3				1				5			2	1	2	1		1	**20**	**9**
2013_06	6	3											1				1	2		1		1	**9**	**6**
2013_07	10	7	1				2							7					2			2	**21**	**6**
2013_08	9	3				1	1							2			1	1		1			**10**	**7**
2013_09	9	2					2			1			3		3				1	1		4	**17**	**8**
2014_01	7	3					1			1			2	3				2				1	**13**	**7**
2014_02	5	1	2				1					1							1	1			**7**	**6**
2014_03	5	1					2							2					1	1			**7**	**5**
2014_04	16		6				2							2				2	5	1			**18**	**6**
2014_05	13		3				3		1	1				2						1			**11**	**6**
2014_06	9		5						2			3									1	1	**12**	**5**
2014_07	7		3				1													2		2	**8**	**4**
2014_08	6						2												1	2			**5**	**3**
2015_01	5	2					2							2						1			**7**	**4**
2015_02	6	1					3		3	3				5				2					**17**	**6**
2015_03	6		1		1		1						2	2		1					2	1	**11**	**8**
2015_04	7	1					3					1	3					3			3		**14**	**6**
2015_05	7	3								3										2			**8**	**3**
2015_06	7							2				1					3	1				1	**8**	**5**

SD	Número de aulas	Aula expositiva dialogada	Aulas expositivas	Aulas práticas	Caixa de dúvidas	Demonstrações	Discussões	Entrevista	Estudo de caso	Estudo de texto	Estudo dirigido	Lição de casa	Lista de exercícios	Multimídia	Painel Integrado	Portfolio	Produções	Saídas de campo	Seminário	Simulações - jogos	Simulações - outras	Solução de problemas	Soma	Cont.Se (>0)
2015_07	8		1				2			1							1						**5**	**4**
2015_08	6	3					1			2		1		2						1			**10**	**6**
2015_09	6	2							2									1			1		**6**	**4**
2015_10	7	2					1					1		2			2		1				**9**	**6**
2015_11	7	3							2					1						3			**9**	**4**
2015_12	7	1					1						3	2						1	2		**10**	**6**
2015_13	6	1								1							2						**4**	**3**
2015_14	9	1			1		2							4			4			1			**13**	**6**
2015_15	5	1					1															2	**4**	**3**
2016_01	7	1	2								1		1	1			2	1	1	2			**12**	**9**
2016_02	5	2					1							1						2			**6**	**4**
2016_03	6	1					3		1	2		1						1	1				**10**	**7**
2016_04	8	5					2					2		2		1		1		1			**14**	**7**
2016_05	7	2					1		1					1			3			1			**9**	**6**
2018_01	6	2					2							1					2	1			**8**	**5**
2018_02	7	3					4					3		1			1		1				**13**	**6**
2018_03	6	1					1								5				1	2			**10**	**5**
2018_04	6	4										1		1						1		2	**9**	**5**
2018_05	7	3					4					3		2				1		1			**14**	**6**
2018_06	5	2		3			1					1		5								2	**14**	**6**
2018_07	5	1					2			2		1			4				1	1			**12**	**7**
Soma	**319**	**88**	**31**	**12**	**2**	**6**	**67**	**2**	**13**	**18**	**1**	**20**	**15**	**68**	**12**	**2**	**29**	**21**	**25**	**38**	**11**	**26**	**507**	
Cont.Se (>0)		**35**	**12**	**3**	**2**	**3**	**34**	**1**	**8**	**11**	**1**	**13**	**7**	**27**	**3**	**2**	**13**	**14**	**16**	**29**	**6**	**14**		

Fonte: Autoria própria. Projeto: Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - *Software NVivo*.

ap. 4.5. Nuvem de palavras do nó *Multimídia* (N=44).

Fonte: Autoria própria. Projeto: Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia - *Software NVivo*.

ap. 4.6. História em quadrinhos: *Um sábado qualquer*. Nesta história, Deus e Darwin duelam sobre o tempo. Sustentam o entendimento do quadrinho as diferentes concepções de vida e evolução associadas a essas figuras, criacionistas e evolucionistas. Fonte: Um sábado qualquer.

ap. 4.7. Questionário levantamento de conhecimentos prévios SD Caranguejo-uçá: da biologia dos crustáceos ao recurso socioambiental [SD 2018_06].

1. Nos ambientes estuarinos são encontrados crustáceos em diversas etapas de sua vida. Esses animais, quando adultos, são importantes economicamente para:
a) A extração de petróleo nos ambientes de costões rochosos.
b) A geração de renda através da venda de créditos de carbono no mercado internacional.
c) O ciclo econômico da borracha vegetal.
d) Indicar em qual momento do ano o ambiente é mais favorável para a reprodução dos predadores do caranguejo adulto.
e) Mobilizar pescadores, revendedores e agentes de conservação para a geração de renda através de restrições e concessões para pesca desses organismos.

2. O ser humano se beneficia de uma série de produtos obtidos na natureza ao longo de sua vida. Um produto alimentício tradicionalmente associado aos habitantes de regiões costeiras é o Caranguejo adulto (Arthropoda, Crustácea), por quê:
a) comunidades humanas se estabeleceram durante várias gerações através da geração de renda com a pesca tradicional do caranguejo.
b) o caranguejo adulto é uma fonte de nutrientes para o adubo utilizado nas plantações de soja.
c) os caranguejos adultos sempre foram representados como inimigos dos seres humanos, já que apresentam apêndices com pinças fortes.
d) a carne do caranguejo apresenta pobre valor nutricional, devendo ser consumida sempre em grandes quantidades.
e) o processo de pesca do caranguejo tem impactos sociais e ambientais reduzidos, tornando-a inviável economicamente.

3. Para que exista o uso sustentável de recursos naturais locais, são necessários:
a) a vontade inicial de atingir metas e padrões de produção destrutivos demandados pelo mercado externo, que será sempre o consumidor final prioritário.
b) a viabilização logística para extração em larga escala com apoio do setor pesqueiro industrial.
c) o conhecimento sobre as condições ambientais e de desenvolvimento dos organismos, bem como o diálogo entre pescadores, revendedores e agentes ambientais, para que a pesca dos caranguejos não esgote esse recurso natural.
d) a criação de novas leis mais restritivas e que impeçam completamente o acesso das comunidades tradicionais de pesca aos ambientes de ocorrência do caranguejo.
e) Nada, afinal os produtos naturais sempre foram e continuarão sendo indefinidamente a fonte de recursos para o ser humano e seu modo de vida consumista.

4. Em um ambiente natural, todos os fatores bióticos e abióticos interagem entre si. Assinale a alternativa INCORRETA:
a) Um organismo com diversas etapas em seu desenvolvimento pode se relacionar com animais de diferentes ambientes, como aquático e terrestre no caso dos caranguejos.
b) A quantidade de luz que chega ao fundo do mar é diretamente proporcional à quantidade de predadores naturais que podem se alimentar do caranguejo adulto.
c) A temperatura da água em que os ovos são postos tem influência sobre o tamanho e tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos do caranguejo.
d) Os ambientes estuarinos, em que ocorrem a reprodução e postura dos ovos dos caranguejos, são abrigos naturais diante de predadores adaptados exclusivamente ao ambiente terrestre ou exclusivamente ao ambiente marinho.
e) Ao pescar somente indivíduos machos e adultos de caranguejos, é evitada a diminuição da população desses organismos por se preservar as fêmeas que podem conter ovos fecundados, favorecendo a próxima geração desses organismos.

5. Em relação ao alimento e aos predadores dos caranguejos, indique a alternativa correta:
a) Os predadores do caranguejo adulto, de ambiente terrestre, têm uma maior facilidade para se alimentar quando o caranguejo ainda está imaturo, já que estão em outro ambiente nesse estágio: o ambiente aquático.
b) Os caranguejos imaturos não se alimentam, já que não possuem pinças.
c) A principal fonte de alimento dos caranguejos adultos é a quantidade de minerais dissolvidos na água dos estuários.
d) Os caranguejos adultos são predados também pelos seres humanos.
e) Os caranguejos imaturos não são alimento para nenhum outro grupo de animais, já que são muito pequenos.

6. Os caranguejos apresentam adaptações que favorecem seu estabelecimento em ambiente estuarino; são elas:
a) Múltiplos estágios de desenvolvimento; Mecanismos de transporte ativo para regulação da concentração de sais nas células; Carapaça rígida para proteção.
b) Hábito de vida escavador; Mecanismos de transporte ativo para regulação da concentração de sais nas células; Carapaça rígida para proteção.
c) Hábito de vida escavador; Presença de ferrão com veneno neurotóxico; Carapaça rígida para proteção.
d) Múltiplos estágios de desenvolvimento; Presença de ferrão com veneno neurotóxico; Carapaça rígida para proteção.
e) Hábito de vida escavador, Mecanismos de transporte ativo para regulação da concentração de sais nas células; Presença de ferrão com veneno neurotóxico.