

A articulação entre os conhecimentos de Ecologia: noções de professores em formação

The link between knowledge of ecology: Teachers' training's concepts

Fernanda da Rocha Brando
USP, Depto de Biologia - Laboratório Ensino de Biologia - FFCLRP, Av. Bandeirantes, 3900
CEP 14040-901 Monte Alegre - Ribeirão Preto – SP
Email: ferbrando@ffclrp.usp.br

Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade
UEL, Depto de Biologia Geral - Centro de Ciências Biológicas, Rod. Celso Garcia Cid - PR 445 - Km 380
CEP 86051-980 - Londrina – PR
Email: mariana.bologna@gmail.com

Fernanda Aparecida Meglhioratti
UNIOESTE, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Rua Universitária, 2069 - Jardim Universitário
CEP 85819-110 – Cascavel – PR
E-mail: meglhioratti@gmail.com

Ana Maria de Andrade Caldeira
UNESP, Depto de Educação - Faculdade de Ciências - Bauru, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01
CEP 17033-360 - Bauru – SP
E-mail: anacaldeira@fc.unesp.br

Resumo: Considera-se significativo na formação inicial de professores e pesquisadores em Biologia a compreensão da organização do conhecimento biológico e as bases em que essa ciência foi e vem sendo construída. Mediante essa compreensão, deu-se início, no ano de 2007, o Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia (GPEB), no qual são discutidas questões inerentes à caracterização da Biologia como área científica específica e a contribuição das discussões em Epistemologia da Biologia para o Ensino de Biologia. O objetivo do presente trabalho é apresentar a evolução do Grupo no ano de 2009, que teve como principal enfoque discussões pautadas na ciência ecológica e a produção de sequências didáticas para o Ensino Médio. Os dados demonstram que o GPEB configura-se como um espaço de discussões e desenvolvimento de pesquisas qualitativas em Ensino de Biologia, tanto no que diz respeito às questões do processo ensino-aprendizagem, quanto à formação de conceitos científicos e à práticas epistemológicas.

Palavras-chave: epistemologia da Biologia, ensino de Ecologia, formação de pesquisadores e professores

Abstract: It is considered significant in the biology's teacher and researchers' initial training to understand the organization of biological knowledge and the basis on which this science was and is being built. Through this understanding, was started in the year 2007, the Group for Research in Epistemology of Biology (GPEB), in which issues are discussed related to the characterization of Biology as an area of specific scientific discussions and the contribution of biology to Epistemology teaching of Biology. The aim of this paper is to present the evolution of the Group in 2009, whose main focus in guided discussions and the production of

ecological science teaching sequences for secondary education. The data show that GPEB configured as a space for discussion and development of qualitative research in biology education, both with regard to issues of teaching-learning process, and the formation of scientific concepts and epistemological practices.

Key words: epistemology of Biology, Ecology teaching, teachers and researchers training.

Introdução

A estrutura dos cursos de graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza está organizada, em sua maioria, priorizando a apresentação dos conceitos científicos em disciplinas específicas. Esta organização disciplinar, que procura acompanhar o alto grau de desenvolvimento científico, converge em uma especialização precoce na formação inicial que se reflete na visão que os alunos (futuros professores e pesquisadores) apresentam sobre a Ciência ao qual estão se formando, não relacionando o conhecimento específico de sua formação com a natureza do conhecimento da Ciência e, com outras áreas do conhecimento científico (ANDRADE, 2011).

Uma forma de promover a compreensão da integração conceitual de uma determinada área do conhecimento e dos obstáculos epistemológicos que esta enfrenta é mediante a própria compreensão dos aspectos históricos de sua constituição enquanto ciência. Nesse contexto, como afirmam MATTHEWS (1994) e EL-HANI (2007), a organização de currículos que priorizem espaços de estudos sobre História, Filosofia e Epistemologia da Ciência nos cursos de formação de pesquisadores e professores pode contribuir para uma visão mais coerente da Ciência que se estuda e em sua integração conceitual. Como afirma Ramos (2000, p. 33), “refletir epistemologicamente significa exercer um olhar crítico no sentido de compreender e conscientizar-se sobre esse conhecimento” (RAMOS, 2000, p. 33). Desse modo, o olhar epistemológico sobre a ciência permite ultrapassar uma visão ingênua e dogmática da ciência, o que se constitui em aspecto fundamental em cursos de formação de professores e para a constituição de pesquisadores vinculados à área de Ensino de Ciências.

Considerando o problema do papel de atividades da construção do conhecimento epistemológico em cursos de graduação, foi constituído, no ano de 2007, o Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia (GPEB), formado por professores universitários, pós-graduandos, e alunos de graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do *Campus* da UNESP de Bauru, SP, Brasil. As atividades de estudo e pesquisa do GPEB têm como fundamentação teórica os aspectos filosóficos da Biologia, centrada na discussão sobre a natureza do conhecimento científico. Nas atividades do GPEB são discutidas questões como: a caracterização da Biologia como área científica específica; conceitos centrais e unificadores do conhecimento biológico e a contribuição das discussões em Epistemologia da Biologia para o ensino de Biologia. Considera-se que a formação do pesquisador está relacionada à vivência das dificuldades da área, o convívio em um grupo de pesquisa, o levantamento de hipóteses e a tentativa de obter soluções (mesmo que temporárias) para determinados problemas (MEGLHIORATTI et al, 2007).

Em um momento inicial de formação do Grupo foi proposto um modelo didático epistemológico para a organização do conhecimento biológico, baseado no estruturalismo hierárquico de Salthe (1985, 2001). A estrutura hierárquica de Salthe parte do pressuposto que na delimitação de um fenômeno de interesse é possível estabelecer três níveis de organização: 1) o nível superior, que delimita e restringe as possibilidades do fenômeno estudado; 2) o nível focal, no qual se encontra o fenômeno de interesse; 3) o nível inferior, constituído por elementos e processos, que por meio de suas interações, geram o fenômeno de interesse que se encontra no nível focal. Dessa forma, o modelo didático epistemológico proposto para as discussões no Grupo e organização do conhecimento biológico no mesmo foi representado

pelas seguintes relações entre níveis hierárquicos de organização biológica: [ecológico/evolutivo [orgânico [genético/ molecular]]] (MEGLHIORATTI, 2009). Nesse modelo, em termos gerais, o conhecimento biológico poderia ser representado pelas relações entre o nível ecológico/evolutivo (nível superior, que restringe as possibilidades de ações de organismos individuais), o organismo (nível focal da Biologia, pois esta se preocupa com os seres vivos e suas relações) e nível genético/molecular (nível inferior, constituído pelas interações moleculares, celulares e tissulares que permitem a organização dos seres vivos).

Os três níveis estabelecidos para a organização do conhecimento biológico serviram de subsídios para ancorar três pesquisas de doutorado, cada uma centrada em um dos níveis propostos e orientados por uma visão evolutiva dos fenômenos biológicos. Ao longo destes três anos os graduandos participantes do grupo desenvolveram seus projetos de pesquisa voltados para História, Filosofia e Epistemologia da Biologia e Ensino de Ciências. No ano de 2007 as atividades de estudo foram orientadas por discussões epistemológicas sobre o conceito de vida e de organismo (MEGLHIORATTI, 2009). No ano de 2008, as discussões teóricas permearam inicialmente as discussões sobre Epistemologia da Biologia e, posteriormente, as atuais discussões sobre interação e expressão gênica (ANDRADE, 2011). Em 2009, as atividades centraram-se em discussões sobre questões epistemológicas e de ensino de conceitos ecológicos (BRANDO, 2010). Apesar de em cada ano as discussões estarem centradas em um nível de organização do modelo proposto, os níveis foram abordados de maneira que a relação entre eles estivessem sempre presentes, a fim de promover nas discussões a integração de conceitos de diferentes níveis de organização hierárquica da biologia. Além dessa integração conceitual, pautada no modelo hierárquico proposto, os alunos de graduação e pós-graduação realizaram, ao longo dos três anos de grupo, atividades de pesquisas e elaboração de artigos científicos vinculados ao Ensino de Biologia, buscando estabelecer conexões entre suas pesquisas e as discussões conceituais realizadas no grupo.

O trabalho aqui apresentado centra sua análise no desenvolvimento do grupo ao longo de 2009, cujas discussões enfatizaram aspectos epistemológicos da Ecologia, procurando propiciar aos participantes do grupo o entendimento dos fundamentos da Ecologia, de modo a entenderem em maior profundidade o nível superior de análise do modelo didático epistemológico proposto. Após o direcionamento das questões sobre o que é Ecologia, buscou-se estabelecer as relações entre o nível ecológico de organização biológica e os níveis orgânicos e genético/molecular mediante a leitura de textos. No momento seguinte foi desenvolvida uma atividade para investigar se os alunos conseguiam utilizar o modelo didático epistemológico para a produção de sequências didáticas que promovessem a interação entre conceitos de diferentes níveis de organização biológica.

Para a compreensão da Ecologia tem sido defendida a importância do entendimento hierárquico da Biologia. Como destaca Odum (2004), para entender a Ecologia moderna é necessário pensar em conceitos de diferentes níveis de organização, na qual os termos comunidade, população, organismo, órgão, célula e gene são utilizados para vários níveis bióticos principais, apresentados num arranjo hierárquico. Contudo, não podemos perder de vista que existem características específicas de cada sistema que só emergem devido à forma com que os indivíduos se organizam. Assim, a interação entre os seres vivos e o ambiente físico (energia e matéria) de cada nível hierárquico produz sistemas funcionais característicos da Ecologia. Também Begon *et al* (2007) entendem que a Ecologia apresenta pelos menos três níveis hierárquicos de interesse: organismo individual, população e comunidade. Para os autores quando o enfoque está voltado para o organismo, a Ecologia ocupa-se do modo como os indivíduos afetam e são afetados pelo seu ambiente.

A Ecologia como ciência que se dedica ao estudo das inter-relações e interações dos organismos com o ambiente e dos organismos entre si, influenciando as diferentes formas de organização dos seres vivos, tais como populações, comunidades, ecossistemas, apresenta-se de modo complexo, o que impossibilita seu entendimento apenas pelo estudo de suas partes. Mayr (2005, p. 51) afirma que “as interações dos componentes devem ser consideradas, tanto quanto as propriedades dos componentes isolados”, assim, é “precisamente essa interação das partes” que fornece as características mais evidentes na natureza. Se a Ecologia baseia-se nas interações que ocorrem no mundo natural para investigar seu objeto de estudo, utilizar um enfoque ecológico como estratégia de ensino, significa recorrer ao desenvolvimento do estudo da natureza baseando-se nas “interações entre os seres vivos entre si e com o ambiente e nas modificações mútuas resultantes dessas interações” (LACREU, 1998, p. 142). No entanto ao compreender as interações entre seres vivos e ambiente externo, não se pode deixar de considerar que a sobrevivência, interação e adaptação de um organismo ao seu meio depende também de sua constituição molecular e celular, ou seja, deve-se entender os processos biológicos de maneira dinâmica e complexa.

Entende-se que discutir aspectos epistemológicos da Ecologia e buscar o entendimento dessa área do conhecimento de forma inter-relacionada e complexa é fundamental para o Ensino de Ciências e Biologia, uma vez que a compreensão das relações entre partes do sistema pode possibilitar, inclusive, uma postura crítica das ações humanas sobre os sistemas biológicos do qual fazem parte e interferem. Os conceitos de Ecologia são abordados desde os primeiros anos da Educação Básica, dessa forma, explicitar os pressupostos e as bases nas quais a Ecologia vem sendo desenvolvida pode contribuir para a formação inicial de graduandos em Biologia e possibilitar a compreensão mais sistêmica do conhecimento biológico. Desse modo, objetiva-se investigar como e se as discussões realizadas no GPEB em 2009 propiciaram a contextualização histórica e epistemológica da construção dos conhecimentos ecológicos e propiciaram uma visão complexa da Ecologia mediante a relação entre conceitos de diferentes níveis hierárquicos.

1. Percorso metodológico

O trabalho apresenta uma abordagem qualitativa caracterizada por uma amostra direcionada que, segundo Patton (2002), refere-se à seleção de casos para estudos que ofereçam manifestações úteis ao fenômeno de interesse. O objetivo da “amostra” é obter uma ideia, base, noção ou critério sobre o fenômeno, e não simplesmente uma generalização empírica obtida por meio de uma amostra de população.

Os sujeitos desta pesquisa foram os dez participantes que integraram as atividades do GPEB ao longo do ano de 2009. Este grupo apresentava uma formação heterogênea, pois era formado de alunos de graduação, pós-graduação e professores universitários. Priorizou-se pela exposição das respostas dos participantes utilizando-se letras (A, B, C...) de modo arbitrário, pois, interessou-nos apresentar neste trabalho o desenvolvimento do Grupo revelando sua evolução e não as contribuições pontuais dos participantes.

Foram utilizados três instrumentos de coleta de dados: 1. um questionário foi elaborado segundo Chizzotti (2001), apresentando questões organizadas sequencialmente com os temas que constituíam os trabalhos do GPEB durante este semestre de 2009, ou seja, os campos teóricos, os pressupostos, os fundamentos da Ecologia e seu ensino; 2. a observação participante, no sentido de possibilitar que o pesquisador observe o contexto a partir da perspectiva de membro do grupo (FLICK, 2004, p 152); 3. e por meio de coleta de documentos, sendo documentos “qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação” (ALVES-MAZZOTTI e GEWINDSZNAJDER, 1998, p. 169) e, neste trabalho,

os documentos caracterizaram-se como os materiais produzidos pelos alunos nas atividades didáticas.

A estratégia de análise dos dados apresentados pressupõe uma análise indutiva e uma síntese criativa. Para Patton (2002), esta estratégia requer imersão nos detalhes e especificidade dos dados para descobrir padrões importantes, temas e inter-relações, iniciando-se pela exploração seguida da confirmação, guiada mais por princípios analíticos do que por regras, e terminando com uma síntese criativa. Para melhor compreensão dessa escolha de análise faz-se necessário descrever o caminho percorrido durante o desenvolvimento das atividades realizadas no GPEB no ano de 2009.

Para introduzir as atividades no Grupo sob uma perspectiva ecológica, em um momento inicial foi aplicado um questionário (Questionário 1) para o levantamento de concepções dos alunos acerca do tema Ecologia. Este questionário foi realizado com perguntas abertas e respondido individualmente e de forma escrita, como segue.

| Questionário 1 |
|---|
| 1. O que você entende por Ecologia? Explique. |
| 2. Existe(m) alguma(s) questão(ões) da(s) qual(is) lhe parece controversa(s) dentro deste campo de estudo? Por que? |
| 3. Qual sua opinião sobre os campos teóricos da Ecologia? Você identifica isso no ensino? |
| 4. Para você, quais são os pressupostos ou fundamentos da Ecologia? Discorra brevemente. |

Após esse levantamento inicial, as atividades posteriores foram pautadas em leituras e discussões críticas de livros e textos previamente selecionados. Ao final dessas atividades, foi proposto aos integrantes do Grupo que elaborassem sequências didáticas sobre o conhecimento biológico. Para tanto, solicitou-se que selecionassem um conceito ecológico (nível ecológico), tratado no Ensino Médio, de maneira que ao abordá-lo pudessem ser explorados outros níveis de organização do conhecimento biológico (orgânico e genético/molecular), evidenciando a interdependência entre os fenômenos biológicos e entre todos os níveis de organização biológica.

Os materiais escritos elaborados pelos alunos, tais como as respostas ao questionário e as apresentações das sequências didáticas, assim como as atividades de discussões críticas sobre os materiais apresentados para leitura, gravadas e transcritas, foram analisados de maneira indutiva para a identificação de padrões pertinentes ao estudo desenvolvido que permitissem organizar as principais concepções construídas pelos participantes ao longo das atividades desenvolvidas sobre o nível ecológico. Para podermos realizar uma análise comparativa dos dados coletados nas diferentes situações e atividades realizadas no GPEB, optamos pela construção de sínteses, apresentadas em três momentos: a) levantamento de concepções iniciais, delimitado pelo contato inicial, por meio da aplicação do questionário e as discussões dele decorrentes; b) evolução das concepções, delimitada pelos encontros nos quais ocorreram leituras e discussões críticas de textos; c) aplicação das concepções construídas, delimitada pela elaboração de sequências didáticas para o ensino de Biologia em nível médio e as discussões finais do Grupo. Apesar de pautarmos a análise comparativa nesses três momentos, nos resultados e discussões que seguem, será dada maior ênfase ao primeiro (levantamento das concepções) e ao terceiro (aplicação das concepções construídas e discussões finais) momentos da investigação. Na presente discussão não seria possível descrever a contento todas as atividades desenvolvidas ao longo do grupo no ano de 2009.

2. Resultados e discussões

2.1. Levantamento de concepções iniciais dos alunos sobre a Ecologia, seu objeto de estudo e seus fundamentos

No quadro a seguir apresentamos a transcrição das respostas dadas ao questionário aplicado logo no início das atividades voltadas para a discussão do nível ecológico/evolutivo no GPEB.

Quadro 1: Respostas ao questionário inicial

| Questões | 1. O que você entende por Ecologia? Explique. | 2. Existe(m) alguma(s) questão(ões) da(s) qual(is) lhe parece controversa(s) dentro deste campo de estudo? Por quê? | 3. Qual sua opinião sobre a Ecologia se evidenciar, muitas vezes, no contexto de ensino, sob diversas abordagens? Você identifica isso? | 4. Para você, quais são os pressupostos ou fundamentos da Ecologia? Discorra brevemente. |
|----------|---|--|---|---|
| Aluno A | Ecologia é o estudo dos organismos e seu ambiente. estuda a interação desses organismos com o meio ambiente e o papel que esse organismo desempenha no meio. | Sim. A questão sobre controle de populações: flutuações e oscilações cíclicas (questão de conceitos). | Eu acho bom a Ecologia se evidenciar no contexto de ensino sob diversas abordagens, como por exemplo, o assunto ecossistemas brasileiros na matéria geografia, abordando mais aspectos de vegetação. | Nicho ecológico (função do organismo no ambiente), organismo, fatores abióticos (interações ecológicas), fatores abióticos (luz, temperatura), habitat ("moradia"). |
| Aluno B | Ecologia é a ciência que estuda a relação dos seres vivos entre si e destes com o meio. Seria todas as interações entre os seres vivos, como predação, escolha de habitat, reprodução, adaptação entre outros. | Eu não diria controversa, mas existem alguns pontos que, lembrando agora, me parecem um pouco estranhos. A questão da cadeia alimentar, por exemplo: particularmente eu acho que cadeias alimentares não existem, pois não acredito que haja uma espécie que se alimente exclusivamente de outra, e esta somente e exclusivamente de outra, e assim sucessivamente. Teias alimentares existem, mas cadeias acho que não. Outro problema eu acho que é a separação entre Ecologia animal e vegetal, relacionando pouco estas áreas de estudo. A questão da sucessão ecológica como algo previsível e determinado também não acho que seja adequado. | O ensino de Ecologia deve ser bastante trabalhado, no entanto, é preciso ser muito discutido e refletido, para que não haja muitas controvérsias. | Para mim Ecologia é a interação dos indivíduos, e o estudo desta ciência fundamenta-se nestas interações. |
| Aluno C | Ecologia pode ser definida segundo vários autores, entretanto, a minha compreensão deste assunto refere-se ao estudo das relações e interações dos seres vivos entre eles e o ambiente (biótico + abiótico); não pensando apenas no nível macro, mas o micro também. Pensando os níveis podemos entender a relação entre o organismo e o nível externo (ambiente ao redor). | O aluno não respondeu esta questão. | Estudos ecológicos ou qualquer outro estudo sob diversas abordagens parece-me interessante, porque colabora em mostrar o caráter investigativo da ciência que muitas vezes pode discordar em alguns pontos e concordar em outros. Corrobora em transparecer a ciência não como algo pronto, mas como um processo. | Sendo o estudo das relações e/ou interações entre seres vivos (entre eles) e o ambiente. |
| Aluno D | Ecologia seria o estudo, a compreensão das interações entre os organismos e destes com o ambiente. | Interligar as outras matérias. | Isso é interessante, pois a Ecologia interliga conceitos e conteúdos que estão separados didaticamente em matérias específicas e a Ecologia reúne e dá contexto para todas as matérias. Porém, não vejo isso ocorrendo muito na graduação. | O aluno não respondeu esta questão. |

| | | | | |
|---------|---|---|---|--|
| Aluno E | Ecologia é o estudo das interações existentes no meio que englobam os fatores bióticos e abióticos. Pode ser definida como o estudo do ambiente em que as espécies estão inseridas, seu habitat. | O estabelecimento de conceitos considero complicado, pois normalmente eles englobam todos os organismos. Ex: nicho ecológico. | A Ecologia é um tema muito abrangente, por esse caráter está ligado a diferentes assuntos e dessa forma é muito interessante a abordagem por diversos ângulos. | O aluno não respondeu esta questão. |
| Aluno F | Uma ciência que estuda o ambiente, organismos e suas interações | Não que me lembre agora. | Acho importante a Ecologia ser abordada de formas e em contextos diferentes, pois muitas vezes a Ecologia é abordada somente no contexto de plantas e alguns animais. Não é inserido o homem, e o ambiente muitas vezes é abordado somente como "casa", que atua somente com fatores abióticos que se auto-controlam e são independentes de seus organismos. Abordagens diferentes podem elucidar os conceitos. | As interações entre os organismos e o ambiente, como um interfere no outro, as dinâmicas de populações e comunidades, etc. |
| Aluno G | É o estudo do meio ambiente (habitat) junto com todas as relações que ocorrem entre os seres vivos e entre os seres vivos e o próprio meio. Leva em conta os fatores bióticos e abióticos e suas inter-relações. | Não controversas, mas existem alguns assuntos que causam um pouco de receio na hora de explicar. Por exemplo: como diferenciar os fatores bióticos dos abióticos para as crianças. O que há também de grande dificuldade na Ecologia é diferenciar o cerrado do Brasil do cerrado savânico, levando em consideração o que os próprios alunos pensam sobre isso. | Acho que a Ecologia acaba se evidenciando pelo fato de ser uma área que nos dá contato direto, relacionado com o nosso dia-a-dia. Por exemplo, se falarmos de um animal que está em seu meio natural, caçando ou comendo, automaticamente estamos fazendo analogia à Ecologia. | A Ecologia tem muita base da zoologia e da botânica. |
| Aluno H | A Ecologia é uma parte da ciência que aborda estudos que caracterizam ambientes bem como as interações bióticas e abióticas que ocorrem no mesmo, sempre tendo como pressuposto a co-evolução organismo/ambiente. | Muitas vezes o ambiente é colocado como "superior", no sentido de que pode haver ambiente sem organismo, e que é ele quem sozinho determina a "direção da evolução". | Acho que a Ecologia deve estar conectada com outros "ramos" da ciência, justamente para que se estude conjuntamente a evolução ambiente/organismo, procurando-se estabelecer relações recíprocas entre ambos. | A Ecologia deve se basear nas relações entre ambiente e organismo, nas interações abióticas e nas interações entre organismos, de que forma eles respondem as interações e a pressão evolutivos, com base em seus nichos ecológicos e com uma comparação entre as espécies. |
| Aluno I | Para mim, a Ecologia é a ciência que estuda o meio ambiente em que vivemos, as interações entre os seres vivos e destes com o ambiente onde vivem. | A classificação dos ecossistemas parece uma questão controversa, porque não existe uma classificação única, porque ela depende da combinação de critérios e essa combinação gera diferentes interpretações. Claro que criar um sistema único é impossível, mas a diversidade de sistema gera sempre discussões controversas. | Acho importante a Ecologia se evidenciar no ensino com diferentes formas, porque a partir dessa abordagem nos vemos como parte do ambiente e aprendemos a cuidá-lo melhor. | Os pressupostos da Ecologia são que os indivíduos não são isolados: eles fazem parte de um meio físico, sobre o qual atuam e sofrem influencia, além de atuarem uns com os outros recebendo e doando matéria e energia. Esse meio físico se altera e os organismos buscam se adaptar e sobreviver. |
| Aluno J | O estudo o meio ambiente, incluindo os fatores bióticos e abióticos. Todas as interações e relações que acontecem tanto de ser vivo para ser vivo quanto de ser vivo para os fatores abióticos. | A questão de nicho ecológico, a meu ver, é meio controversa, pois não se sabe ao certo definir o que é nicho ecológico. Muitos esquemas como o de sucessão ecológica, níveis de organização, são confusos, limitando o entendimento. | Alguns pesquisadores acreditam que a Ecologia não deveria ser dada como uma disciplina, e sim como um gancho que unisse todas as outras disciplinas. Algumas escolas usam a Ecologia como uma bandeira ambiental. A meu ver, a Ecologia tem que ser dada como uma única disciplina, porém deve-se tentar relacionar a Ecologia com o cotidiano. | O fundamento principal da Ecologia a meu ver é o de interações. É um fundamento muito importante, pois realmente estuda as relações entre os seres vivos. Outro pressuposto é o de que Ecologia é o estudo do meio ambiente. |

Nas respostas dadas à primeira questão, percebemos que as concepções dos participantes do Grupo em relação ao entendimento da Ecologia estão, em sua maioria,

centradas em uma visão do estudo sobre as interações entre fatores bióticos e abióticos. Tais fatores são descritos de diferentes formas: referem-se aos fatores bióticos como seres vivos, organismos, espécies; referem-se aos fatores abióticos sendo o ambiente, habitat e nível externo. Nota-se que neste questionário inicial alguns alunos já falam da relação entre os níveis hierárquicos do conhecimento biológico organizados para fins de estudo, fruto das discussões anteriores do Grupo. No entanto, ainda não relacionam as questões genética, de herança, molecular e/ou celular com a Ecologia.

Verificamos nas respostas escritas dadas à segunda questão algumas referências à forma como os conceitos ecológicos são apresentados no contexto de ensino, tais como o conceito de cadeia e teias alimentares que não condizem com o fenômeno em si, e o conceito de sucessão ecológica, que muitas vezes é apresentado de forma previsível e determinística. Outras questões relacionadas às abordagens de conceitos ecológicos no ensino disseram respeito à forma de apresentação pouco contextualizada como, por exemplo, o conceito de cerrado, nicho ecológico, esquemas de sucessão ecológica, níveis de organização dos seres vivos. Questões que disseram respeito às construções de conceitos não consensuais entre os pesquisadores da área, como o conceito de nicho ecológico e classificação de ecossistemas, também lhe pareceram controversas, assim como a abordagem do conceito ambiente como fator determinante da evolução. Essas concepções foram aprofundadas durante as discussões do Grupo, além de outras, como o fato da Ecologia ser o estudo das interações e inter-relações entre fatores bióticos e abióticos, voltando-se a atenção para o conceito de ambiente.

Por meio da Questão 3 pretendíamos explorar as concepções do Grupo sobre as diversas formas nas quais a Ecologia se evidencia no contexto de ensino, mais especificamente na graduação, no que diz respeito aos campos teóricos da Ecologia de Populações, Ecologia de Comunidades, Ecologia de Ecossistemas e Ecologia Humana. Nas respostas escritas, os alunos não evidenciaram explicitamente estas visões, e enfatizaram apenas o fato da Ecologia tratar uma grande gama de conceitos presentes em outras disciplinas ou áreas do conhecimento.

Na quarta questão nossa intenção era que os alunos pudessem expor suas ideias sobre a origem dos estudos ecológicos, não necessariamente sobre a cunhagem da palavra Ecologia, mas em quais pilares estaria alicerçada, quais seriam seus principais fundamentos e pressupostos. A maioria referiu-se ao conceito de interações entre fatores bióticos e abióticos, relacionando-o com outros conceitos, tais como nicho ecológico, dinâmica das populações e comunidades, evolução, adaptação. Alguns, contudo não responderam a questão.

2.2. Evolução das concepções ao longo das atividades realizadas no ano de 2009

A fim de aprofundar as discussões nas questões abordadas pelo questionário aplicado, utilizamos algumas referências, descritas a seguir, conforme sua pertinência nas atividades do Grupo: (1) “Reinventar a natureza” (DROUIN, 1991), livro que enfatiza a questão histórica e epistemológica na qual a Ecologia foi e vem sendo fundamentada e foi adotado como eixo norteador de todas as atividades em questão; (2) “O fantasma teoria” (MARTINS; COUTINHO, 2004), texto que discute a necessidade de reflexões epistemológicas por parte dos ecólogos. A análise histórica, a análise formal da estrutura da teoria, a análise de conceitos, as metodologias de testes de hipóteses, são citadas pelos autores como ferramentas da Filosofia que, aplicadas à Ecologia, trariam muitos benefícios à área. Os autores explicam que o interesse pela história da Ecologia, por ser limitado, acaba sendo um obstáculo ao desenvolvimento teórico dessa ciência; (3) “A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas” (SCARANO; DIAS, 2004), texto que discute o papel da identidade de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas, sob uma perspectiva de possível integração entre as “sub-disciplinas” da Ecologia, tais como

populações, comunidades, ecofisiologia e ecossistemas. Os autores apontam o papel do Brasil na integração de teorias vigentes (comunidade vs. ecossistemas, teorias de nicho vs. teorias neutras, competição vs. facilitação, grupo funcional *a priori* vs. *a posteriori*) e na construção de novas teorias ecológicas; (4) “Ecologia, ecologismo e abordagem ecológica no ensino de ciências naturais: variações sobre um tema” (LACREU, 1998), texto que discorre sobre o ensino de ciências naturais, por meio de uma abordagem ecológica e aponta a necessária discriminação entre os termos “ciência da Ecologia” e “ecologismo” como postura ideológica.

Por meio desses referenciais teóricos, o nível ecológico foi tratado no Grupo considerando a interação entre os níveis de populações, comunidades, ecossistemas e biosfera sem, contudo, fazer distinções fragmentadas e estanques dessas formas de organizações. No ensino de Ecologia os sistemas biológicos, muitas vezes, são apresentados de forma fragmentada, como conjuntos de organismos que se formam isoladamente uns dos outros. Essas apresentações não permitem ao aluno o entendimento da rede complexa na qual esses sistemas se organizam, de forma interligada e interdependente. As características que só emergem devido à forma com que esses indivíduos se organizam são desconsideradas.

2.3. Aplicação das concepções construídas na forma de sequências didáticas

De acordo com as propostas de sequências didáticas elaboradas pelos grupos e as discussões que delas decorreram na apresentação oral, elaboramos uma síntese (Quadro 2) em relação aos níveis de organização do conhecimento biológico proposto para fins didáticos e de estudo no GPEB ([ecológico [orgânico [genético/ molecular]]]). Procuramos, desse modo, verificar se nas sequências didáticas elaboradas pelos alunos foi contemplada tal organização.

Quadro 2: Síntese das relações estabelecidas entre os níveis de organização do conhecimento biológico na construção de sequências didáticas

| Tema | | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|--|--------------------|---|------------------------------------|--|---|
| | | Agrotóxicos e relações entre fauna e flora | Interações ecológicas | Efeito estufa e digestão de ruminantes | Cadeia alimentar e respiração celular |
| Articulação entre os níveis de organização biológica | Ecológico | Ambiente natural | Não exploraram os níveis propostos | Não exploraram os níveis propostos | População |
| | Orgânico | Corpo humano e seres vivos utilizados como alimento | | | Organismo |
| | Genético-molecular | Célula humana e célula do alimento | | | Célula |
| Conceitos explorados no nível ecológico | | Resíduos tóxicos, seleção de espécies resistentes, controle biológico | | | População animal, população vegetal, decompositores |
| Conceitos explorados no nível organismo | | Alimentação, digestão | | | Alimentação, digestão, respiração pulmonar |
| Conceitos explorados no nível genético/molecular | | Absorção de nutrientes, mutações genéticas | | | Fotossíntese, respiração celular |
| Conceito integrador entre os níveis | | Efeitos dos agrotóxicos | Interações ecológicas | Digestão animal | Fluxo de energia |

Verificamos que o Grupo 1 apontou o efeito acumulativo dos agrotóxicos nos diferentes níveis de organização biológicas, e principalmente no nível molecular, o que não é normalmente tratado quando o assunto é abordado no ensino. Exploraram a relação homem e natureza, por meio de uma perspectiva na qual o ser humano age e sofre pela sua intervenção no meio. Os integrantes do Grupo 1 relataram que a proposta solicitada foi difícil de ser desenvolvida, até mesmo por eles que encontravam-se no nível superior de ensino.

O Grupo 2 demonstrou preocupação ao apontar os problemas de exposições didáticas nas quais prevalecem a categorização das interações ecológicas mediante uma perspectiva humana. Essa perspectiva revela uma visão antropomorfizada das interações ecológicas, recorrente no discurso de professores e manuais didáticos utilizados na Educação Básica. Embora o Grupo 2 não tenha explorado a contento, na proposta escrita, a interação entre os três diferentes níveis de organização biológica, durante a apresentação oral, explanaram as

relações de competição que influem o limite de tolerância de uma espécie e sua expressão gênica, o que denominaram plasticidade fenotípica.

O Grupo 3 relatou sua dificuldade em entender a proposta. Apresentaram, primeiramente, o conceito de organela e o processo de meiose e mitose como tema a ser desenvolvido na proposta da sequência didática. Contudo, além de não discorrerem o tema focando a discussão na interação com os outros níveis de organização biológica, não propuseram a sequência didática por meio de um conceito ecológico. Diante dessa evidência, solicitou-se que o Grupo 3 se reunisse novamente e elaborasse outra proposta por meio dos critérios estabelecidos. Contudo, este grupo não conseguiu apresentar uma proposta de sequência didática da forma como solicitado. Entendemos que a dificuldade apresentada pelo Grupo 3 pode ser aquela enfrentada pelos professores em exercício. Porém, é necessário ressaltar que durante o ensino de Biologia podemos trabalhar os conceitos científicos por meio de enfoques ou temas integradores, visto que esta forma de tratamento pode facilitar a articulação de uma ampla gama de conceitos científicos.

Ao expor oralmente as ideias presentes na proposta de sequência didática elaborada pelo Grupo 4, enfatizou-se a falta de articulação entre os conceitos de respiração celular aeróbica e a cadeia alimentar, revelando que, durante a explicação desses conceitos, não fica claro aos alunos aprendizes que a glicose pode ser obtida direta ou indiretamente dos vegetais, o que acarretaria distorções conceituais.

Durante as discussões sobre essa proposta, os participantes do Grupo exprimiram suas opiniões, dificuldades e sugestões a respeito da elaboração das sequências didáticas. Apontaram que propostas como estas não são comumente exploradas na Educação Básica e, por vezes, no Ensino Superior. A proposta difere da forma tradicional de ensino, pois, na sua elaboração, deveriam explorar uma nova forma de pensar. Assim, ao destacarem que os livros didáticos são os principais instrumentos de ensino para o professor, evidenciaram que os mesmos apresentam conceitos reducionistas e abordagem fragmentada. Contudo, ressaltaram as dificuldades encontradas na proposição de temas e desenvolvimento de metodologias que pudessem superar a apresentação fragmentada do conhecimento biológico no Ensino e explicitaram a necessidade dessa prática na formação inicial e continuada de professores.

Conforme apresentado descritivamente, o quadro abaixo se refere às sínteses dos dados coletados nas diferentes situações e atividades realizadas no GPEB no ano de 2009, e apresenta a análise comparativa dos três momentos já descritos: a) levantamento de concepções iniciais, delimitado pelo contato inicial, por meio da aplicação do questionário e as discussões dele decorrentes; b) evolução das concepções, delimitada pelos encontros nos quais houve leituras e discussões críticas de textos; c) aplicação das concepções construídas, delimitada pela elaboração de sequências didáticas para o ensino de Biologia em nível de Ensino Médio.

Quadro 3: Análise comparativa do desenvolvimento do GPEB no ano de 2009

| Levantamento de concepções iniciais (Questionário 1 e discussões) | Evolução das concepções (Discussões ao longo do semestre) | Aplicação das concepções construídas (Sequências didáticas e discussões finais) |
|--|--|--|
| Desenvolvimento do Grupo no ano de 2009 (evolução dos obstáculos epistemológicos) | | |

| | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - apresentavam ideias gerais sobre Ecologia, tal como as interações entre fatores bióticos e abióticos - Ecologia representa o verde - questionam-se sobre a forma como os conceitos ecológicos são apresentados no contexto de ensino (nicho ecológico, cadeia alimentar, sucessão ecológica) - não entendem o porquê da Ecologia se apresentar sob diferentes abordagens, como Ecologia Vegetal e Ecologia Animal - apontam como fator interessante a Ecologia apresentar conceitos que são e podem ser discutidos nas diversas disciplinas ou áreas de conhecimento (ciência interdisciplinar) - estabelecem relação entre os níveis hierárquicos do conhecimento biológico organizados para fins de estudo | <ul style="list-style-type: none"> - começam a estudar textos que abordam as complexas relações entre organismos vivos e fatores abióticos tratados pela Ecologia, e discutem questões aplicadas aos sistemas ecológicos (o aumento do nível do mar, as questões do lixo no trânsito, a ação antrópica no meio) - discutem os modelos, os arquétipos, os exemplos e as analogias presentes nas concepções ecológicas - problematizam os conceitos ecológicos (interações ecológicas e sucessão ecológica) de forma aplicada ao contexto no qual estão inseridos (p.e. cerrado) | <ul style="list-style-type: none"> - elaboram sequências didáticas tendo como referência os conceitos ecológicos e discutem outros níveis de organizações biológicas inseridos no quadro conceitual proposto (níveis de organização do conhecimento biológico) - passam a entender que a construção dos conceitos ecológicos está ligada aos fatores históricos, sociais, geográficos e aos programas de pesquisas científicas, mas não se caracterizam como verdades absolutas e devem ser adaptadas aos contextos atuais de temporalidade e espaço físico, ou seja, as relações entre as variáveis tempo e espaço (p. e. discussões sobre sucessão ecológica e as fisionomias de cerrado sob a influência de monoculturas) - passam a entender as diversas áreas da Ecologia como resultado de diferentes enfoques, teorias e programas de pesquisa |
|---|---|--|

O estudo sobre os aspectos epistemológicos da Ecologia auxiliaram os alunos a entender seus diferentes campos teóricos, tais como a Ecologia de Populações, a Ecologia de Comunidades e a Ecologia de Ecossistemas. Ao aprofundarem seus estudos nessas perspectivas teóricas passaram a entender essas tradições de pesquisas relacionando-as com a construção da ciência ecológica e seu objeto de estudo. Assim, evidencia-se a pertinência de criação de espaços nos quais o professor e o pesquisador em formação inicial possam discutir os conceitos científicos de forma integrada, contextualizada, considerando-se os processos históricos e a análise dos obstáculos epistemológicos de determinada ciências. Essa pode ser uma oportunidade para os professores administrarem as problemáticas de ensino relacionadas às abordagens fragmentadas e reducionistas.

As discussões sobre a elaboração da sequência didática evidenciaram aos alunos as pertinentes contribuições das discussões do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia e a necessidade destas vivências para o estabelecimento de relações entre os conceitos científicos biológicos. Porém, apontaram suas dificuldades para integrar os diferentes níveis ou sistemas de organização biológica na prática requerida, pois a mesma difere da forma tradicional de ensino, muitas vezes utilizadas nos contextos de Ensino Médio e Superior. Dessa forma, a dificuldade apresentada nesta construção vincula-se mais ao modo de ensinar a pensar e a construir o conhecimento de forma interdisciplinar considerando a interdependência entre os processos e os fenômenos biológicos.

3. Considerações finais

O trabalho com conceitos ecológicos de forma aplicada e contextualizada evidenciou-se como uma forma significativa de construção de conceitos em uma rede conceitual integrada. Assim, inferimos a necessidade de práticas didáticas com esta perspectiva, mediante a proposição de temas geradores, nos quais se enquadrem uma grande gama de conceitos, que ao serem selecionados e relacionados uns com os outros, passam a ser mais significativos aos alunos na explicação de processos e fenômenos ecológicos e biológicos.

O Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia constitui-se como um espaço no qual são oferecidas, aos graduandos de Ciências Biológicas, oportunidades para discussões e desenvolvimento de pesquisas qualitativas em ensino de Biologia, não só no que diz respeito às questões do processo ensino-aprendizagem, mas de formação de conceitos científicos e práticas epistemológicas. Foi por meio das discussões aprofundadas sobre Ecologia que está sendo possível formar, em nível inicial, pesquisadores e professores que elaboram e testam sequências didáticas com enfoque ecológico e que foram fundamentais para constituir os dados do presente trabalho.

Referências

- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.
- ANDRADE, M. A. B. S. **A epistemologia da Biologia na formação de pesquisadores: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares**. 2011. 233 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BRANDO, F. R. **Proposta didática para o ensino médio de biologia: as relações ecológicas no cerrado**. 2010. 221 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- DROUIN, J. **Reinventar a natureza**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.
- EL-HANI, C. N. Between the cross and the sword: the crisis of the gene concept. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 2 p. 297 – 307, 2007.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- LACREU, L. I. Ecologia, Ecologismo e abordagem ecológicas no ensino de ciências naturais: variações de um tema. In: WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- MARTINS, R. P.; COUTINHO, F. A. O fantasma teoria. In: COELHO, A. S., LOYOLA, R. D., SOUZA, M. B. G. (eds.). **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da ecologia no Brasil**. Belo Horizonte: O Lutador, 2004.
- MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.
- MEGLHIORATTI, F. A. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. 2009. 254f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.
- MEGLHIORATTI, F. A.; ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO; CALDEIRA, A. M. A. A formação de pesquisadores em epistemologia da biologia. In: MORTIMER, E. F. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983, 434p.
- PATTON, M. Q. **Qualitative research and evaluation methods**. 3ª ed. Sage Publications, 2002.
- RAMOS, M G. Epistemologia e Ensino de Ciências: compreensões e perspectivas. In: MORAES, R. (org). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- SALTHER, S. **Evolving hierarchical systems: their structure and representation**. New York: Columbia University Press, 1985.
- SALTHER, S. **Summary of the Principles of Hierarchy Theory**, 2001.
- SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta curricular para o Ensino de Biologia - 2º Grau. 3ª ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. SCHRAMM, F. R.; SILVA, E. R. Os autores respondem. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, set. 1997.
- SCARANO; DIAS. A. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. In: COELHO, A. S., LOYOLA, R. D., SOUZA, M. B. G. (eds.). **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da ecologia no Brasil**. Belo Horizonte: O Lutador, 2004.