



CONHECIMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DE PROFESSORES DE BIOLOGIA A RESPEITO DO CONCEITO DE VIDA

BIOLOGY TEACHERS' EPISTEMOLOGICAL KNOWLEDGE REGARDING THE CONCEPT OF LIFE

Luciana Ruggiero Bachega

[bachegalr@gmail.com]

Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Rodovia Washington Luís, km 235 - SP 310. São Carlos - SP - BR. CEP: 13565-905

Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

[Mariana.bologna@gmail.com]

Universidade Estadual de Londrina, 2- UEL, Departamento de Biologia Geral. Centro de Ciências Biológicas – CCB. Campus Universitário. Rodovia Celso Garcia Cid/Pr 445 Km 380. -Londrina-PR - CEP: 86057-970

Fernanda Aparecida Meglhioratti

[meglhioratti@gmail.com]

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. R. Universitária, 1619 – Universitário, Cascavel - PR – Brasil. CEP: 85819-110

Ana Maria de Andrade Caldeira

[anacaldeira@fc.unesp.br]

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Educação. Faculdade de Ciências. Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 2085 - Núcleo Res. Pres. Geisel, Bauru - SP, CEP: 17033-360

RESUMO

Apresentamos uma investigação acerca da presença de discussões epistemológicas, especialmente do conceito de Vida, entre professores de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Compreendemos que a busca de explicações sistemáticas do conceito de Vida é um dos problemas fundamentais da Biologia como uma ciência autônoma. Desse modo, uma pesquisa qualitativa com professores-pesquisadores de ramos distintos da Biologia apresentou os seguintes objetivos: 1) investigar o posicionamento epistemológico no discurso dos professores; 2) identificar o papel que o conceito de Vida assume para a Biologia na perspectiva destes professores; 3) avaliar quais concepções de Vida estão presentes entre os entrevistados; 4) investigar as relações estabelecidas entre o conceito de Vida e o Ensino de Biologia na perspectiva dos professores. Constatou-se a falta de um tema unificador na Biologia entre os entrevistados, embora observada uma preocupação com discussões a respeito da filosofia nos discursos. As possíveis explicações do conceito de vida foram identificadas durante as entrevistas, embora o principal enfoque foi dado à visão tradicional de vida ligada principalmente a características humanas. Segundo os professores, o tema Vida poderia atuar como unificador dos conhecimentos no curso de graduação, entretanto, foi questionada a falta de tempo em suas disciplinas para o desenvolvimento desse tipo de discussão.

PALAVRAS-CHAVE: conceito de Vida; formação de professores; ensino de biologia; filosofia da Biologia.

ABSTRACT

We present an investigation regarding epistemological discussions, mainly of the concept of Life, among professors of a Biological Sciences Teaching Undergraduation Course. We understand that a systematic search for the explanation of the concept of Life is one of the fundamental problems of Biology as an autonomous science. Thus, a qualitative research was conducted with professors that develop research in various areas of Biology. The aims were: 1) to investigate the presence of epistemological positions in the discourses; 2) to identify the role that the concept of Life plays in their classes; 3) to evaluate which Life conceptions they pinpoint; 4) to investigate the relations between the concept of Life and Biology teaching. It was found that there is lack of a unifying theme in biology, although, at times, a concern with philosophy discussions could be observed. The possible explanations for the concept of life were identified during the interviews; however, the focus was mainly given to the traditional view of life as linked to human characteristics. According to the interviewed professionals, the subject Life could act as a unifying knowledge in a teaching undergraduate course. Nevertheless, they questioned the lack of time in their disciplines to develop this type of discussion.

KEYWORDS: *Life concept; teacher education; biology education; philosophy of Biology.*

INTRODUÇÃO

O conhecimento biológico, até metade do século XIX, esteve unificado às ciências físicas e aos modelos matemáticos, sendo recente a caracterização da Biologia como “ciência autônoma”, com métodos, fundamentos e objetos de estudos específicos. Essa sistematização da Biologia, segundo Mayr (2005), ocorreu pela consolidação de princípios e conceitos que são específicos das ciências biológicas, tais como: seleção natural, pensamento populacional, emergência de características de grande complexidade e delimitação dos fenômenos biológicos ao mesocosmo. A discussão desses conceitos e princípios foi fundamental para a compreensão da Biologia como ciência integrada e bem delineada, ainda que existam inúmeras divergências nas diferentes áreas do conhecimento biológico. Contudo, percebemos que, apesar da necessidade da discussão teórica para a consolidação da Biologia, em geral, as pesquisas biológicas enfatizam atividades empíricas, descrições de espécies e o uso de experimentos independente de uma preocupação maior em avaliar os fundamentos epistemológicos das pesquisas realizadas.

Os conceitos e princípios no âmbito do conhecimento biológico são essenciais uma vez que permitem a representação dos fenômenos naturais e consequentemente sistematizam e explicam os dados constituídos em laboratórios e pesquisas de campo (ABRANTES, 2011). Entre os conceitos epistemológicos da Biologia, há ainda necessidade de discussão do conceito de Vida, ainda que muitos autores não atribuam propósito ou não entendam como possível a elaboração de uma explicação acerca do conceito de Vida (BEDAU, 1996; BODEN, 1996). Entretanto, entendemos, como afirmam Emmeche e El-Hani (2000), que explicar o conceito de Vida não é apenas necessário, mas constitui o problema central da Biologia teórica, uma vez que permite, em certa medida, a sistematização dos conhecimentos biológicos.

Da mesma maneira em que são poucos os trabalhos que discutem o conceito de Vida na pesquisa biológica, também são poucos os que discutem esse conceito no Ensino de Biologia. Kawasaki e El-Hani (2002) propõem que a discussão do conceito de Vida no contexto escolar é capaz de organizar teorias e modelos cognitivos sobre os sistemas vivos, uma vez ultrapassada a colocação de uma mera lista de características dos seres vivos. Esses autores investigaram livros didáticos de Biologia do Ensino Médio e perceberam que todas as

publicações afirmavam a complexidade de definir Vida e, muitas vezes, inseriam apenas uma lista de característica dos seres vivos, sem uma preocupação em discutir uma explicação mais consistente de Vida e sem indicar que as propriedades dessas listas poderiam não ocorrer em todos os seres vivos. Nesse sentido, Caravita e Falchetti (2005) identificaram que mesmo havendo conhecimento entre os estudantes sobre aspectos biológicos dos seres vivos – características, classificação, estruturas e funções – esse conhecimento não é suficiente para a construção cognitiva do conceito de Vida.

Quando observamos as discussões epistemológicas sobre o conceito de Vida na formação de professores de Ciências e Biologia, esse aspecto é ainda menos frequente (EMMECHE e EL-HANI, 2000). Isso, em parte, ocorre devido à ausência de disciplinas com objetivos de estudos a respeito da natureza do conhecimento biológico, bem como pelos modelos curriculares, nos quais há fragmentação de conteúdo, não propiciando momentos de reflexão epistemológica da ciência a que se estuda. Consideramos que o Ensino de Biologia no nível superior seria facilitado se houvessem discussões sobre a Epistemologia da Biologia (COUTINHO, 2005) e a utilização de temas integradores capazes de organizar o pensamento biológico. Nesse contexto, a presente pesquisa busca compreender qual o papel do conceito de Vida na perspectiva de professores universitários de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

1. As discussões acerca do conceito de Vida

Os biólogos, em geral, afirmam ter facilidade na distinção entre seres vivos e objetos inanimados, uma vez que, “os organismos vivos possuem certos atributos que não são encontrados da mesma maneira em objetos inanimados” (MAYR, 1982, p.53). Esse posicionamento, amparado em uma noção mais intuitiva de Vida, propicia a construção de listas de propriedades que caracterizariam os seres vivos, todavia, sem uma discussão dessas propriedades com base em pressupostos teóricos que permitem o estabelecimento de relações entre elas em uma rede conceitual sistêmica. Essas listas esbarram em dificuldades, ao considerar a diversidade dos seres vivos e processos biológicos e perceber que as listas de características de seres vivos não contemplam propriedades necessárias e suficientes para agrupar todos os seres vivos. Desse modo, a ausência de discussões referentes aos limites e possibilidades das explicações de Vida, faz com que se aceite sem questionar o conceito de Vida como fácil e intuitivo ou no outro extremo como não possível de ser delimitado. Um exemplo da visão tradicional da definição de Vida pela caracterização dos seres vivos mediante uma lista não exaustiva de propriedades pode ser encontrado em Mayr (1982). Para esse autor não existe uma única propriedade definidora de ser vivo, mas podemos contemplar o “processo de Vida” por meio de uma lista com oito propriedades: 1) complexidade e organização; 2) especificidade química; 3) qualidade do mundo biológico com as diferenças individuais e interações nos ecossistemas; 4) individualidade e variabilidade; 5) programa genético; 6) natureza histórica; 7) seleção natural; 8) indeterminação. Contudo, o próprio Mayr (1982) destaca que a lista por ele apresentada é incompleta e redundante.

A visão tradicional de Vida como uma lista de propriedades pode ser superada por explicações de Vida que ultrapassem a mera enumeração de propriedades e funcionem como uma rede conceitual para a integração do conhecimento biológico. Para tanto, Emmeche e El-Hani (2000) evidenciam que uma explicação sistemática de Vida deve ter: 1) generalidade, abrangendo todas as formas de Vida possíveis; 2) coerência com as pesquisas atuais na Biologia, Química e Física; 3) elegância conceitual, sendo capaz de organizar e integrar uma grande parte do conhecimento biológico; 4) ser suficientemente específica, distinguindo sistemas vivos de não vivos. Apesar da dificuldade em obter explicações robustas para o conceito de Vida, Emmeche e El-Hani (2000) indicam a existência na literatura de explicações

que satisfazem os requisitos apontados e buscam explicar a coexistência de propriedades à luz de teorias científicas específicas. Nesse contexto, podemos indicar explicações de Vida que se adequam a tais requisitos, entre elas: 1) Vida como seleção de replicadores (DAWKINS 1982; HULL 2001); 2) Vida como sistemas autopoieticos (MATURANA e VARELA, 1997); 3) Vida como interpretação de signos (EMMECHE, 1999; HOFFMEYER, 1997; HOFFMEYER, 2001); 4) Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas (GUIMARÃES, 2006; KAUFFMAN, 1995; 1997; RUIZ-MIRAZO, PERETÓ e MORENO, 2004; Autor 3, 2009; Autor3, EL-HANI e Autor 4, 2009). A seguir discorreremos brevemente sobre cada uma das explicações de Vida aqui apontadas.

A primeira explicação de Vida que apresentaremos é da Vida como seleção de replicadores. Essa explicação pode ser encontrada de maneira implícita no cerne da Biologia Evolutiva neodarwinista. Para Emmeche; El-Hani (2000) nessa explicação

A Vida é uma propriedade de populações de entidades que (1) são capazes de auto-reprodução; (2) herdaram características de seus predecessores por um processo de transferência de informação genética e, assim, de características hereditárias (implicando uma distinção entre genótipo e fenótipo); (3) apresentam variações em virtude de mutações aleatórias (no genótipo); e (4) têm as chances de deixar descendentes determinados pelo sucesso de sua combinação de propriedades (herdadas como genótipo e manifestas como fenótipo) nas circunstâncias ambientais nas quais vivem (seleção natural) (EMMECHE e EL-HANI, 2000, p.43).

Como os autores destacam a referência a “genótipo” e “fenótipo” não implica necessariamente genes feitos de DNA e organismos feitos de células. Além disso, essa explicação de Vida não especifica o nível de atuação da seleção natural. Portanto, dentro dessa explicação encontramos tanto abordagens que enfatizam apenas os replicadores – por exemplo, a ideia do gene egoísta desenvolvida por Richard Dawkins (1982) – como concepções que destacam os replicadores (os genes) e os interagentes (os organismos) – como a desenvolvida por David Hull (2001). Compreendemos que a explicação de Vida apoiada no paradigma neodarwinista é, sobretudo, informacional, podendo levar a concepções idealistas, nas quais a Vida seria qualquer processo dentro de um conjunto específico de propriedades informacionais abstratas que se comportassem como replicadores a serem selecionados. Por não importar o meio material, entidades abstratas na tela do computador, como um vírus, poderiam ser consideradas vivas (EMMECHE e EL-HANI, 2000).

Outra explicação é a da Vida como sistemas autopoieticos. A ideia de autopoiese foi proposta por Humberto Maturana Romesín e Francisco Varela Garcia na década de 1960, tendo como objetivo caracterizar a organização dos seres vivos. Segundo Maturana e Varela (1997, p.47), na organização básica dos seres vivos:

O processo de constituição de identidade é circular: uma rede de produções metabólicas que, entre outras coisas, produz uma membrana que torna possível a existência mesma da rede. Esta circularidade fundamental é, portanto uma autoprodução única da unidade em nível celular. O termo autopoiese designa esta organização mínima do vivo (MATURANA e VARELA, 1997, p47).

A ideia de autopoiese descarta a tradicional lista de propriedades e constrói um modelo de organização circular, identificando o ser vivo como um sistema fechado em termos de organização. Desse modo, a interação entre os componentes do sistema produz seus próprios componentes (COUTINHO, 2005), isto é, o sistema se autoproduz (MATURANA e VARELA,

1997). Um exemplo de sistema autopoietico é a célula, um sistema que se autoproduz (EMMECHE e EL-HANI, 2000) e se distingue do meio por uma dinâmica própria e fechada em termos organizacionais, apesar de constituir um sistema aberto para a troca energia e materiais.

Outra explicação ocorre pela compreensão da Vida como interpretação de signos, pautada na biossemiótica (HOFFMEYER, 1997; EMMECHE, 1999; HOFFMEYER, 2001), influenciada pela teoria dos signos de Charles Sanders Peirce (1839-1914). Para Peirce (1995), a ação do signo (semiose) ocorre pela relação entre: o signo, elemento que media a relação entre objeto e interpretante; um objeto, aquilo a que o signo se refere; e um interpretante, o efeito do signo sobre o intérprete. O intérprete é quem interpreta o signo. A relação triádica entre signo, objeto e interpretante é entendida como semiose (a ação do signo). Todavia, não é possível definir uma tríade de forma isolada, pois a formação de um interpretante funciona como um novo signo para uma nova tríade. Para autores como Hoffmeyer (1997, 2001), a origem da semiose no mundo vivo coincide com o aparecimento das primeiras células, com membranas que separam o ambiente intracelular e extracelular. Essas membranas são limites dinâmicos e persistem pela canalização de um fluxo seletivo de nutrientes, resíduos e moléculas mensageiras (HOFFMEYER, 2000, p.256). Desse modo, os sistemas vivos, separados de seus ambientes por membranas, que interpretavam os sinais (signos) do ambiente em que estavam e respondiam de modo adaptativo foram selecionados favoravelmente. De acordo com Emmeche e El-Hani (2000), os seres vivos ao interpretar signos do ambiente conseguem interagir e responder de maneira adequada à informação disponível.

A explicação de Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas busca integrar a ideia de auto-organização à Teoria da Evolução (GUIMARÃES, 2006; KAUFFMAN, 1995; KAUFFMAN, 1997; RUIZ-MIRAZO, PERETÓ e MORENO, 2004). Por exemplo, Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004) propõe uma explicação de Vida amparada no conceito de autonomia agencial (um tipo particular de auto-organização restrito aos seres vivos) e no paradigma evolutivo. Assim, a Vida poderia ser explicada como populações de sistemas autônomos com capacidade evolutiva aberta (open-ended evolutionary capacity) (RUIZ-MIRAZO, PERETÓ e MORENO, 2004):

(i) por autônomos nós compreendemos um sistema longe do equilíbrio que se constitui e se mantém estabelecendo uma identidade organizacional dele próprio, uma unidade funcionalmente integrada (homeostática e ativa) baseada em um conjunto de acoplamentos endergônicos-exergônicos entre processos construídos internamente, bem como, outros processos de interação com seu ambiente, e (ii) Por capacidade evolutiva aberta nós entendemos o potencial de um sistema em reproduzir sua dinâmica básica constitutiva e funcional, possibilitando uma variedade ilimitada de sistemas equivalentes, de formas de expressão dessas dinâmicas [...] (RUIZ-MIRAZO, PERETÓ e MORENO, 2004, p. 330-331).

A ideia de autonomia agencial (RUIZ-MIRAZO, PERETÓ e MORENO, 2004) integra o papel do metabolismo (presente na teoria da autopoiese) e a capacidade do organismo de agir sobre seu ambiente a partir de regras próprias geradas internamente. Contudo, esses agentes autônomos (seres vivos) não são isolados, pelo contrário, fazem parte de uma organização coletiva mais ampla, na qual diferentes organismos interagem e são selecionados pelo ambiente.

Nesse tópico explicitamos algumas concepções de Vida que buscam uma explicação sistemática mais do que uma mera apresentação de lista de propriedades que podem ser encontradas nos seres vivos. Compreendemos que as explicações sobre o conceito de Vida

apresentadas embora divergentes funcionam como possibilidades de integração de diferentes conceitos biológicos e para pensar a Biologia como uma ciência autônoma, com objeto próprio de estudo bem como metodologias e pressupostos específicos. Além disso, pensar sobre a epistemologia da ciência permite ultrapassar uma imagem puramente empírica da Biologia, enfatizando suas discussões conceituais e teorias.

Sustentamos que o conceito de Vida ainda se caracteriza como um obstáculo para o conhecimento biológico e, conseqüentemente, para o Ensino de Biologia. Desse modo, esse assunto deve ser estudado, buscando-se avaliar quais os limites e as possibilidades de discussão na formação de biólogos e de professores de biologia. Em consonância com a discussão apresentada, nosso trabalho foi delineado com os objetivos de: 1) investigar a presença de delineamentos referentes à epistemologia da Biologia no discurso dos professores-pesquisadores; 2) identificar o papel que o conceito de Vida assume para a Biologia na perspectiva destes professores-pesquisadores; 3) avaliar quais concepções de Vida estão presentes entre os sujeitos entrevistados; 4) investigar as relações estabelecidas entre o conceito de Vida e o Ensino de Biologia na perspectiva dos professores-pesquisadores.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Este trabalho tem caráter qualitativo (BOGDAN e BIKLEN, 1999) com o uso de entrevistas com professores de diferentes disciplinas de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Na pesquisa com caráter qualitativo a escolha dos participantes "é proposital, isto é, o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo" (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 1998). Desta forma, os participantes foram definidos com o objetivo de abranger diferentes áreas de ensino de um Curso de Ciências Biológicas. Para isso, foram entrevistados quatro docentes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública do Estado de São Paulo. Esse grupo foi escolhido por: 1) desenvolverem suas pesquisas científicas em ramos distintos da Biologia; 2) pesquisarem em ramos da Biologia estritamente experimentais; 3) por serem responsáveis pela formação de futuros professores de Biologia. Os professores entrevistados, apesar de apresentarem a mesma formação na graduação, Curso de Ciências Biológicas, se especializaram e desenvolvem suas pesquisas em ramos distintos na área de Biologia. As áreas dos docentes entrevistados são Ecologia, Genética, Microbiologia e Zoologia. Os professores foram identificados por letras do alfabeto sendo: professor de Ecologia identificado pela letra A, o professor de Genética pela letra B, o professor de Microbiologia pela letra C e o professor de Zoologia pela letra D.

O formato de entrevista utilizada foi o modelo semiestruturado, para o qual foi elaborado um roteiro a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente. Essa maneira de entrevista permitiu às pesquisadoras mudanças de questionamentos, quando necessário e, assim, guiar as entrevistas mediante os tópicos principais a serem abordados (Quadro 1). Os dados da entrevista foram coletados com uso de gravações de áudio e, posteriormente, transcritos para análise. O uso de gravações para registrar as entrevistas foi escolhido pela possibilidade de registrar todas as expressões orais, e, também, deixar o entrevistador livre para sua atenção ao entrevistado (LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

Quadro 1: Roteiro da entrevista semiestruturada utilizado durante a entrevista com os participantes

Roteiro da entrevista semiestruturada
1) Para se entender Biologia é necessário algum conceito básico (ou conceitos básicos)? Qual (is)?
2) A Biologia difere de outras ciências? Como?

3) Qual a relação da Biologia com outras áreas de pesquisa?
4) O que é Biologia?
5) A Vida pode ser definida?
6) Qual a importância para um biólogo pensar sobre definição de Vida? E para um professor de Biologia?
7) Há alguma característica que nos permite reunir alguns objetos num grupo de “vivos” e outro no de “não-vivos”?
8) Uma definição de Vida é útil para a pesquisa experimental?
9) Uma definição de Vida é útil para a formação de professores?
10) Por que nos cursos de Biologia raramente discute-se em profundidade sobre o que é Vida?
12) No preparo de aulas de sua disciplina quais os conceitos biológicos que considera fundamental a serem ensinados (não estamos levando em consideração os conteúdos específicos de cada disciplina e sim os conceitos gerais da Biologia)?
11) Os cursos atuais de Licenciatura em Ciências Biológicas permitem aos alunos discutirem o que é Vida ou até mesmo terem uma definição de Vida?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a coleta de dados, a análise foi elaborada sobre as transcrições das entrevistas realizadas, com a construção de subtemas descritivos, amparadas em referencial teórico (LÜDKE e ANDRÉ, 1986). Bardin (1988) identifica os subtemas como: “rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupando esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos” (BARDIN, 1988). O critério utilizado neste trabalho para a categorização foi a semântica dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas dos professores que remeteram ao mesmo tema proposto foram agrupadas. Desse modo, organizamos cinco subtemas: 1) Epistemologia do conhecimento biológico; 2) Concepções de Vida; 3) Relação do conceito de Vida e a prática científica; 4) Relação do conceito de Vida e a prática de ensino; 5) Papel do conceito de Vida no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Esses subtemas foram divididos em categorias de análise, como indica no Quadro 2.

Quadro 2: Subtemas e Categorias de análise organizadas a partir das respostas dos professores

Subtemas	Categorias de análise
C1. Epistemologia do conhecimento biológico	C1.1. Relevância da discussão epistemológica
	C1.2. Compreensão do <i>status</i> científico da Biologia

	C1.3. Conceitos centrais da Biologia
C2. Concepções de Vida	C2.1. Não é possível definir Vida
	C2.2. Vida como lista de propriedades
	C2.3. Explicações de Vida que se aproximam da teoria evolutiva neodarwinista
	C2.4. Explicações de Vida que se aproximam da teoria da autopoiese
	C2.5. Explicações de Vida que se aproximam da teoria biossemiótica
	C2.6. Explicações de Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas
C3. Relação do conceito de Vida e a prática científica	C3.1. Assunto de interesse apenas para a pesquisa em filosofia da Biologia
	C3.2. Não consideram o assunto importante para a prática científica
	C3.3. Não haviam pensado nessa relação
	C3.4. Assunto implícito na prática científica com um ser vivo
	C3.5. Assunto complicado para ser colocado na prática científica
C4. Relação do conceito de Vida e a prática de ensino	C4.1. Assunto contido de forma implícita no conteúdo curricular
	C4.2. Não buscam fazer relação do assunto com suas aulas
C5. Papel do conceito de Vida no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas	C5.1. Relevância do conceito de Vida na integração de conteúdos
	C5.2. Capacidade do curso em promover a discussão e compreensão de conceito(s) de Vida

Fonte: Elaborado pelos autores.

C1: Epistemologia do conhecimento biológico

Ao compreender que a Biologia pode ser entendida como ciência autônoma, com objetos de pesquisa e metodologias próprias, e, que o conceito de Vida é fundamental para sua autonomia, procuramos nas entrevistas avaliar as bases epistemológicas para a compreensão do conhecimento biológico apresentadas pelos entrevistados. No caso em estudo, um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, torna-se fundamental a compreensão destas bases não apenas para a pesquisa científica, mas também para a formação de professores bem como a integração dos conteúdos biológicos em suas futuras práticas de ensino. O subtema Epistemologia do conhecimento biológico, mediante a análise das falas dos entrevistados, foi dividido em três categorias de análise: Relevância das discussões epistemológicas; Compreensão do status científico da Biologia; Conceitos centrais da Biologia, discutidas a seguir:

C1.1 Relevância das discussões epistemológicas

Nessa categoria de análise apresentamos como os professores compreendem a relevância de discussões da Epistemologia da Biologia na sua prática docente. Entre os entrevistados, três professores (A, B e D) apontaram a necessidade de o curso de graduação em Ciências Biológicas apresentar discussões epistemológicas e acusam uma preocupação com a ausência ou a pouca frequência dessas atividades no curso, como pode ser observado nas falas seguintes:

A: A nossa proposta é estudar a vida, conhecer os aspectos da vida, vamos dizer assim, e eu acho que raramente a gente para para pensar sobre isso. Acho que é importante sim.

D: Eu acho, acho que falta isso porque o biólogo ele não trabalha só com a pesquisa ele trabalha muito com a relação com o ser humano.

Entretanto, para o professor C as discussões epistemológicas não são importantes, pois, considera que essas questões aparecem espontaneamente por meio dos conteúdos do curso:

C: É aquilo que já está posto, já está definido. A partir dali que virão as outras discussões. Mas retornar a essa discussão, não vejo nenhuma razão para isso, nenhuma importância nisso.

Nessa primeira categoria de análise percebemos que três dos professores reconheceram a importância de discussões epistemológicas para a formação de biólogos, mesmo o professor C, que afirmou não ser importante essa discussão, fez uma consideração de que as questões epistemológicas existem, e apenas estão diluídas ao longo da aprendizagem dos conteúdos.

C1.2. Compreensão do status científico da Biologia

Nessa categoria de análise delineou-se qual a percepção dos professores em relação à constituição da Biologia enquanto conhecimento científico e quais as relações que ela estabelece com outras áreas do conhecimento.

Os professores A, B e D iniciaram suas reflexões explanando que a Biologia é a ciência que estuda a Vida. Neste momento, observa-se que os professores apresentam o significado literal da Biologia, como na fala do Professor A:

A: É... Se a gente for ver o significado da palavra é o estudo da vida, o conhecimento sobre a vida.

Essa explicação clássica de Biologia se refere ao estudo de algo estático. Contudo, apesar do discurso de três professores colocarem inicialmente essa explicação, é possível perceber que eles entendem a Biologia também como algo dinâmico:

A: Então, para mim a biologia é você conhecer realmente como que as diferentes formas de vida, que estão aí, que a gente conhece de como elas se mantêm, do que elas precisam.

B: É o estudo da vida. Eu acho que a biologia não é só o estudo da vida, ela é o estudo do indivíduo, juntando tudo quando é outro aspecto: psicológico, biológico, físico e químico.

D: Biologia a gente pode de um modo geral definir mesmo, mesmo sendo básico é o estudo da vida, que aí pode envolver vários processos não só biológicos, químicos e físicos.

Assim, os outros aspectos apresentados pelos professores em relação a constituição da ciência Biologia foram: o estudo da organização e manutenção das formas de Vida (A), o estudo do indivíduo em todos os seus aspectos (B) e dinâmica de processos biológicos e não biológicos (D).

O professor C, apesar de não citar a Biologia como “o estudo da vida”, a explicou como tudo o que envolve o ser vivo, com o enfoque maior no ser humano, denotando uma visão antropocêntrica da Biologia:

C: Biologia é todo esse conjunto de coisas que envolve o ser vivo. Nós entendemos mais como ser humano, porque é o mais importante para toda essa cadeia e para nós.

Os professores também possuem a concepção da Biologia como uma ciência não exata e que seus eventos precisam ser explicados por uma base biológica:

B: Existe uma coisa interessante que a gente sempre discute com o biólogo, porque os nossos resultados não são repetíveis... porque você tem mecanismos biológicos atuando constantemente, então é difícil você dizer que a biologia é uma ciência exata.

É uma ciência biológica, mas você pode fazer previsões matemáticas... é isso que no meu ponto de vista caracteriza o material biológico, ele não é exato, ele é biológico, então ele responde às leis da natureza e da interação com o meio ambiente que ele está vivendo.

Ao explicar a Biologia como uma ciência que “responde às leis da natureza” percebe-se que o professor se refere as leis próprias da Biologia que a tornam uma ciência única. Podemos também observar algumas referências ao discurso de Mayr (2005) e ao status da Biologia como ciência única quando enfatiza a não exatidão dos sistemas biológicos. Para este autor, a Biologia é uma ciência complexa e indeterminada e a imprevisibilidade dos fenômenos biológicos é um dos princípios que a separa das ciências exatas.

Por outra direção, o Professor B não considera a Biologia uma ciência única, pois ele não a consegue separar das outras ciências. Ele enfatiza que nenhuma outra ciência consegue ser única:

B: De maneira nenhuma. Inclusive eu acho que nenhuma ciência consegue ser independente e isolada.

Percebe-se que há um equívoco conceitual entre ciência autônoma e independente. A autonomia da Biologia, proposta por Mayr, refere-se à explicação dos sistemas vivos por metodologias e modelos conceituais próprios, o que não significa que os estudos e conceitos de outras ciências não podem estar relacionados à Biologia.

Considerar a Biologia como importante nas outras áreas da ciência foi uma resposta em comum entre os professores entrevistados. O Professor A defendeu que a Biologia pode se enquadrar em qualquer outra área de pesquisa:

A: Eu acho que todas as áreas que você for pensar em desenvolver e se envolver com qualquer área, a Biologia está sempre presente.

A Biologia, para este docente, torna as outras áreas de pesquisa mais práticas e interessantes:

A: E você relacionando isso com a Biologia, com a Vida, com as nossas necessidades, com as coisas que a gente vivencia no nosso dia-a-dia, tudo parece que fica mais fácil, mais prático. Eu acho que a Biologia se utiliza de todas as outras áreas para caminhar e crescer. Ou em outras palavras, as outras disciplinas precisam da Biologia.

O discurso deste educador corrobora com o de Mayr ao considerar que, além da Biologia se caracterizar como área de conhecimento com conceitos, aspectos epistemológicos e metodologias próprias, não existe uma total separação entre os conhecimentos das diferentes ciências.

As relações da Biologia com as outras áreas de pesquisa também aparecem nas falas do Professor D. Para ele, esta relação é fundamental, principalmente para a própria Biologia:

D: Você quer estudar o período reprodutivo de uma certa espécie e se isso varia ou não sazonalmente, aí você vai trabalhar com teste estatístico, envolvendo até uma parte da matemática para tentar falar que aquilo é significativo ou não.

Essa concepção de abrangência da Biologia é ressaltada no discurso do Professor C. Este a considera como uma área básica, podendo se envolver com praticamente qualquer outra área de pesquisa, entretanto o enfoque não é a unidade da ciência e sim o ser humano:

C: Nossa, a Biologia é muito ampla. Porque se você considera a Biologia como ciência, ela envolve tudo.... Qualquer pesquisa dessas tem a ver com a Biologia, tudo o que se faz envolve o ser humano e em última instância o ser humano é a essência da Biologia, o ser vivo.

Ao colocar o ser humano como objetivo central da Biologia, o discurso do professor revela claramente uma visão antropocêntrica das ciências e também da natureza. O modelo cartesiano newtoniano que entende a Natureza como um objeto a serviço do homem permeia nossa sociedade, inclusive no âmbito científico, no qual ainda direciona as atividades de pesquisa em função do homem.

Pela análise desta segunda categoria percebe-se que a maioria, três professores, define Biologia do modo clássico, básico e literal: o estudo da vida. Porém todos os professores possuem a visão de que o estudo da vida é tudo que a envolve, elucidando o dinamismo e a amplitude pertencentes nessa ciência. Quanto ao fato de a Biologia ser uma ciência autônoma, três professores acreditam que ela constitui um campo de conhecimento próprio, pois há eventos que apenas podem ser explicados de maneira biológica, entretanto, em nenhum momento os entrevistados excluíram as outras áreas de pesquisa da Biologia. A visão antropocêntrica ocorreu em dois momentos nos discursos apresentados: na definição de vida pelo professor B e de forma mais explícita no discurso do Professor C a respeito da importância da Biologia como ciência. Assim, evidenciamos que a ideia da Biologia possuir características próprias, ou seja, ser uma ciência autônoma, encontra-se na ideia dos professores entrevistados, assim como a necessidade de integração entre as diferentes áreas do conhecimento na pesquisa científica.

C1.3 Conceitos centrais da Biologia

Ao listar os conceitos biológicos importantes para o entendimento da Biologia, o Professor B enfatiza:

B: Na biologia eu acho que citologia, histologia, embriologia, genética. Um biólogo não pode não saber essas coisas.

Percebe-se que a ênfase desse professor recai no conhecimento das estruturas microscópicas como a célula e as estruturas moleculares, que apesar de fundamentais devem ser integradas aos conhecimentos de níveis de complexidades mais amplos, como o estudo de ecologia e da evolução. Isso indica um reducionismo na compreensão do conhecimento biológico, o que geralmente está associado à importância dada à área em que o professor trabalha, nesse caso a Genética. Compreende-se que a crescente especialização do conhecimento biológico tem

fragmentado às áreas e dificultado os diálogos entre elas, contudo, para compreender a Biologia como domínio sistemático e que busca uma integração possível entre os seus conceitos e áreas, é fundamental um esforço epistemológico de olhar a Biologia de forma ampla, a qual considera os diferentes níveis de organização não como partes menores de um todo e que podem ser deduzidas deste (MAYNARD-SMITH, 1986), mas buscando compreender sua complexidade.

Os professores também indicaram que os conhecimentos epistemológicos básicos para o entendimento da Biologia podem ter caráter intuitivo:

A: Alguns são meio intuitivos, outros você recebe em casa, vamos dizer assim, conceitos que depois você descobre que nem era bem aquilo, não são conceitos científicos, mas que ajudam a gente a se interessar, eu acho, pelo assunto [...]. Sobre o que era ter saúde, o que isso tinha a ver com a qualidade de Vida que a gente tinha, com qualidade de alimentação, essas coisas.

Essa ideia de aprendizado ao longo da vida do indivíduo também apareceu nas falas do Professor C. Para ele, os conceitos fundamentais não precisam envolver diretamente a Biologia, basta aprender tudo que está relacionado com Vida:

C: É toda uma informação que você constrói esse conhecimento desde praticamente o início da sua vida.... Tudo passa a fazer parte daquilo que você trata na Biologia. Tudo tem a ver com a Vida, então está tudo envolvido.

Os professores apontaram que o conhecimento biológico é algo que não é totalmente objetivo, pois o conhecimento científico é também um conhecimento científico-social. A concepção da realidade pode, desta maneira, ter natureza dialética com interação entre o sujeito e o objeto e também ter natureza comunicativa, na qual a realidade depende dos significados que a ela se atribui (Gomez et al., 2006). Assim, para a construção dos conceitos da Biologia seria necessário um envolvimento abrangente do sujeito, no caso o biólogo, com diferentes situações ao longo de sua vida.

O Professor C aponta outra perspectiva do conhecimento biológico, como tudo que é aplicado ao humano:

C: Nós entendemos mais como ser humano, porque é o mais importante para toda essa cadeia e para nós.

Novamente o discurso deste professor se refere à visão antropocêntrica da Biologia ao utilizar a palavra “cadeia” e o ser humano separado desta, e assim, percebe-se a uma hierarquização dos conceitos referentes à espécie humana. Esta concepção antropocêntrica tem raízes no modelo cartesiano de Descartes (1596-1650) e se baseia em uma concepção de natureza externa ao homem, sendo que este exerce seu domínio sobre aquela (Capra, 1982). Assim, a ciência e o conhecimento seriam maneiras do homem se sobrepor a natureza e a utilizá-la como recurso. O antropocentrismo permeia toda a sociedade moderna e no campo do ensino de Biologia se reflete na classificação utilitarista dos seres vivos e na valorização da natureza através de recursos (Daitx, 2010).

Neste subtema percebemos nas falas de alguns professores que não houve um consenso entre eles em relação às bases epistemológicas da Biologia. Além do conhecimento científico, foram apontadas questões relacionadas aos conhecimentos mais amplos, inclusive com enfoque no ser humano. Porém, também foi levantada a necessidade de conhecimentos específicos dentro de cada área da Biologia.

C2 Concepções de Vida

Nesse subtema, fazemos referência às explicações de vida sistematizadas na fundamentação teórica desse trabalho. Procuramos nas repostas dos professores semelhanças com definições de Vida discutidas: Vida como seleção de replicadores; Vida como sistemas autopoieticos; Vida como interpretação de signos; Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas. Para este subtema obtivemos cinco categorias de análise discutidas a seguir:

C2.1 Não é possível definir Vida

Primeiramente foi perguntado aos professores se há a possibilidade de se definir Vida. O Professor C disse não haver uma definição para Vida: "Não tem como definir". Porém, logo em seguida afirma que existem várias definições de Vida e que elas dependem do assunto a ser tratado:

C: Tem muitas definições de Vida, depende do motivo para o qual ou para que você quer definir [...] É possível fazer inúmeras definições de Vida, todas atendem.

Pode-se perceber a dificuldade desse entrevistado ao lidar com o assunto, pois nega a existência e logo em seguida afirma o contrário. No entanto, compreende-se que as diferentes explicações de Vida podem ser utilizadas em contextos apropriados de pesquisas. Por exemplo, a explicação de vida neodarwinista seria apropriada para o estudo de Vida artificial, com simulação computacional. Assim, dependendo do contexto, a definição ou explicação pode priorizar diferentes aspectos. Assim, o professor C acaba por reconhecer a multiplicidade de contextos com os quais vida pode ser definida e estudada.

C2.2 Vida como lista de propriedades

Na tentativa de elaborar uma explicação de Vida dois professores (A e B) usam a estratégia de elaborar lista de propriedades:

A: O fato de você respirar, o fato de você precisar suprir necessidades vitais: alimentação, água. O fato de você ter vontade própria, inteligência. O fato de você poder reproduzir, dar continuidade a espécie.

B: Se reproduz, se alimenta, se faz não sei o que, é uma característica viva, se ele não faz nada disso não é vivo.

Essa categoria de análise apresenta os posicionamentos mais comuns ao se tentar definir vida, ou seja, elaborar uma lista de propriedades que defina um organismo vivo. Assim como apresentado na literatura, essa tentativa acaba por gerar um conjunto de informações mais excludentes do que generalizadoras uma vez que apresentam propriedades que nem sempre são vitais para todos os organismos.

C2.3 Explicações de vida que se aproximam da teoria evolutiva neodarwinista

Nos dados analisados não foram encontradas citações explícitas sobre a teoria da biologia evolutiva neodarwinista, porém ao citarem a reprodução associada ao processo evolutivo como característica principal dos seres vivos, consideramos as respostas dos docentes nesta classificação.

Para o Professor B a característica fundamental de um ser vivo é a reprodução:

B: E com isso a evolução vai crescendo, porque se você não passar as mudanças que você teve morre.

B: É a manutenção sua, para que você possa crescer e mandar seu material genético para frente.

O Professor C também considerou o processo de reprodução como fundamental para os seres vivos:

C: Agora um ser vivo e um ser não vivo... o ser vivo tem capacidade de reprodução, capacidade de se manter.

C2.4 Explicações de vida que se aproximam da teoria da autopoiese

Em algumas das respostas obtidas para as explicações de Vida dos docentes destaca-se principalmente a característica do crescimento, descrevendo a necessidade de uma série de processos para manutenção do organismo. Essas respostas foram consideradas como referência à teoria da autopoiese:

D: Uma característica que eu penso é, por exemplo, o seu crescimento. Eu não falo em reprodução porque depende da espécie, né? Uma dada matéria que por si só se desenvolve e cresce, eu acho que ela tem Vida, ela consegue se multiplicar.

Em suas explicações, este professor descarta a característica reprodução comum a todos os seres vivos, pois sabe da existência dos híbridos:

D: Agora, eu não colocaria reprodução porque, por exemplo, os geneticistas gostam de falar aí que mula não cria, mas ela cresce, é um animal, é uma Vida, então eu não vou para o lado da reprodução porque outros fatores podem estar aí. Eu acredito que fator crescimento é a principal característica.

C2.5 Explicações de vida que se aproximam da teoria biossemiótica

Embora em nenhum momento os professores citem a biossemiótica, na interpretação, algumas das respostas se aproximaram dessa ideia. No discurso do Professor A foi enfatizado conceitos de interação e inter-relações entre o organismo e o ambiente e também na sequência de eventos interdependentes:

A: Eu diria que é a oportunidade de que cada ser vivo tem, de estar presente em um determinado momento, num determinado local e em função dessa oportunidade, dessa chance, desse local, e dessas relações que ele estabelece com outras pessoas, ele ter um caminhar que lhe permite se realizar sob os vários pontos de vista... durante este período em que está aqui.

A semelhança com a teoria da biossemiótica também apareceu em alguns momentos nas falas do Professor B:

B: É isso que no meu ponto de vista caracteriza o material biológico, ele não é exato, ele é biológico, então ele responde as leis da natureza e da interação com o meio ambiente que ele está vivendo.

C2.6. Explicações de Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas

A explicação de Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas pode ser identificada no discurso do Professores A:

A: Você ver que as coisas acontecem num organismo, elas estão interligadas, é uma sequência de eventos interdependentes... O fato de a gente poder atuar no ambiente de forma proposital, modificando para torná-lo mais adequado ou menos estressante para gente.

Embora não mencione diretamente a explicação de Vida citada, em sua fala esse entrevistado remete a concepção de Vida como organismos agindo por meio de regras próprias, geradas propositalmente para modificar seu ambiente.

Apesar de não haver nenhuma definição clara de Vida nos discursos apresentados pelos docentes, vemos que todos buscaram alguma distinção dos objetos vivos para os não-vivos. Mesmo um professor que no primeiro momento exaltou a ausência de uma definição de Vida, em seguida afirmou que havia várias sem especificar nenhuma. As respostas dos outros três professores assemelham-se em alguns aspectos às explicações de Vida descritas na fundamentação teórica deste trabalho: a) visão clássica da Vida, no qual há descrição de uma lista de características; b) percepção de interação e responsividade do organismo em relação a seu ambiente, lembrando alguns aspectos da explicação biossemiótica de Vida; c) a ênfase na reprodução que pode ser associada a uma visão neodarwinista de Vida; d) a visão de crescimento e automanutenção aproximando-se a visão autopoietica de Vida; e) a ação proposital de um organismo em relação a seu entorno entendida como um aspecto que se aproxima a visão de Vida como populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas.

C3 Relação entre o conceito de vida e a prática científica

O interesse desse subtema foi compreender se os entrevistados utilizam o conceito de Vida ou o discutem em algum momento de sua prática acadêmica e ainda se o consideraram importante ou relevante. Nos discursos de alguns docentes houve indicativos da importância de uma definição de Vida para a prática científica, entretanto, esse assunto pode ser colocado em prática de diversas maneiras, como afirmaram alguns professores nas seguintes categoria de análise:

C3.1 Assunto de interesse apenas para a pesquisa em filosofia da Biologia

Encontramos referência ao conceito de vida apenas como interesse de pesquisa para os filósofos e/ou epistemólogos da Biologia, excluindo-o da prática científica clássica, como no discurso do Professor B:

B: Eu acho que essas coisas acabam ficando para um grupo seletivo de pessoas que a maioria dos outros acham meio louco. O cara que só vive pensando "oh, o que é Vida?"

B: O estrago que um gene faz aquela pessoa, todas as más formações que ela tem [...] aí você fica perguntado: "mas isso é Vida?"

Percebe-se que na fala do professor B existe uma desqualificação da pesquisa teórica, já que a pesquisa experimental e com consequências imediatas para a população humana teria prioridade.

As questões epistemológicas foram consideradas importantes para serem discutidas quando se trata de questões éticas em pesquisas biológicas. Nesse contexto, o professor D enfatiza a importância da discussão sobre Vida em relação à ética na pesquisa biológica:

D: Eu acho que tem um cuidado quando você faz um tratamento visando o ser humano e os animais. O que a gente tenta é que a entidade ou o ser humano assim, ele tem uma... o fato dele pensar, falar e produzir, depender de um monte de coisa, a gente tenta salvar a Vida humana e não desses animais que biologicamente não teriam diferença nenhuma.

Apesar de ressaltar a importância das questões éticas da ciência, novamente ocorrem referências ao antropocentrismo ligado à ciência como é revelado no final do discurso uma compreensão pragmática-utilitarista da Biologia e de seu objeto de estudo. Esta visão pragmática da Biologia é encontrada em vários segmentos do estudo da Biologia, entre professores e alunos (SOARES e DINIZ, 2009). Além disso, verifica-se a clara distinção entre os seres humanos e os outros animais, enfatizando a importância da espécie humana em relação a outros seres vivos e até mesmo desconsiderando a importância biológica dos outros seres vivos.

C3.2 Não consideram o assunto importante para a prática científica

O assunto conceito de vida foi considerado sem importância para o Professor B, que também colocou este tópico como sem utilidade para sua pesquisa:

B: É uma coisa que tem pouca importância na discussão, nem discussão de vírus, que muita gente acaba dizendo que vírus não é um ser vivo porque não tem algumas das características, isso não tem importância na ordem das coisas.

Ele disse que esse tipo de discussão seria útil apenas no início de uma pesquisa, com uma visão imediatista de aplicação do conceito de Vida na prática:

B: Porque é uma premissa que você tem para tudo e não dá para começar um estudo verificando se aquilo é vivo ou não vivo.

Percebe-se que os professores-pesquisadores, acostumados com resultados “concretos e imediatos” também o fazem quando a questão é discutir sobre Vida. Percebe-se assim uma visão utilitarista e pragmática da Biologia percorrendo o discurso do professor B.

C3.3 Não haviam pensado nessa relação

O professor B aponta que não havia refletido sobre a temática Vida em suas práticas.

B: Tem pesquisa que você faz e raramente a pessoa está raciocinando o que é Vida e o que não é Vida.

A ausência dessa reflexão sobre o conceito de Vida pode ser considerada devido à complexidade deste assunto, a crescente especialização entre as áreas e o fato da Biologia contemporânea ter sido fundamentalmente uma ciência empírica, com poucos espaços para discussões teóricas.

C3.4 Assunto implícito na prática científica com um ser vivo

Os Professores B e D acreditam que ao trabalhar na prática científica com um organismo vivo já estamos trabalhando também com o conceito do que é Vida:

B: Se você está verificando um peixe você está analisando a Vida, pensando nela.

D: Então, de certa forma a gente está preservando a vida, então a gente está pensando nisso diariamente. Às vezes eu estou lá fazendo um controle da população de camarão e eu não estou pensando na vida, eu estou pensando na abundância, mas se você

pensar na abundância que vai aumentar é a vida dos organismos. Mesmo quem não pensa, está fazendo, eu não acredito que tenha gente que não trabalhe longe disso.

Fica claro na visão do professor D que o conceito de Vida, apesar de não aparecer explicitamente nas pesquisas, permeia as pesquisas biológicas. Nesse contexto, pode-se inferir que uma delimitação clara do conceito de vida não teria impacto para as pesquisas, e, portanto, não seria necessária. Esse ponto de vista é defendido por (RICKEN, 2005, p. 294).

No entanto, certo mesmo é que uma definição dessas [de Vida] é difícil, de modo que, por razões prognósticas, com frequência se desiste dela. Isso não acarreta limitações para a pesquisa biológica, porque a subdivisão intuitiva de sistemas reais em animados e inanimados quase não gera dificuldades (RICKEN, 2005, p. 294).

Nessa perspectiva basta uma visão intuitiva sobre Vida para a pesquisa biológica se desenvolver.

C3.5. Assunto complicado para ser colocado na prática científica

O Professor A considera o assunto complicado para ser colocado em prática:

A: Isso acontece comigo, com as outras pessoas eu não sei. Talvez a dificuldade de ter uma definição seja justamente porque a gente sabe da complexidade que existiria que existe em torno de um conceito como este que vai além da Vida biológica só.

Ocorreu, muitas vezes, nos discursos dos professores referência à complexidade do assunto e a dificuldade para ser colocado em prática. Um dos motivos encontrados para justificar a dificuldade entre os pesquisadores de aplicar essa discussão na prática científica é a possibilidade da existência de organizações de vida que não conhecemos ainda, por exemplo, até mesmo fora do planeta Terra com outras bases químicas. Isso pode ser indicado pela fala do professor A. Desse modo, no subtema C3, observamos desde discursos que entendem a não necessidade da discussão do conceito de vida até discursos que evidenciam a dificuldade da tentativa de delimitar esse conceito.

C4 Relação entre o conceito de vida e a prática de ensino

Nesse subtema, pretende-se abordar como a discussão de vida ocorre na prática de ensino dos professores. Para tanto, foram elencadas duas categorias de análise, discutidas a seguir.

C4.1 Assunto contido de forma implícita no conteúdo curricular

Assim como foi desenvolvido no subtema acima, o conceito de vida também foi colocado de forma subentendida na prática de ensino dos professores entrevistados. Por exemplo, o Professor B afirmou que em suas aulas aborda o assunto, porém apenas ligado à evolução.

B: A minha disciplina vira e mexe eu tenho que falar. Quando começou a Vida, como surgiu, mas num aspecto mais ligado a evolução e a genética.

Esse tipo de reflexão também ocorreu com o Professor D, que disse abordar o assunto de maneira indireta durante suas aulas:

D: De um modo geral, eu acho que até o final do curso, a gente tenta passar para vocês todos os processos que estão envolvidos na Vida de um organismo.

Assim, percebe-se que os entrevistados envolvem o conceito de vida em suas práticas de ensino, porém de maneira implícita.

C4.2 Não buscam fazer relação do assunto com suas aulas

O Professor C afirmou que não tenta estabelecer relações claras com o assunto de sua disciplina porque, para ele, discutir vida é básico, portanto, não precisa mais ser feito.

C: Na formação da criança, do indivíduo, esse seja o ponto de partida básico. Mas em um nível superior isso já fica posto, já foi colocado e estabelecido.

Novamente este entrevistado apresenta em seu discurso que o desenvolvimento do conhecimento biológico pode ocorrer de maneira intuitiva ao longo da vida, descartando a necessidade de uma reflexão científica e estruturada.

O Professor A considerou restrito o tempo destinado aos conteúdos de sua disciplina e por isso diz que há pouco espaço para outras discussões, como por exemplo, sobre o que é Vida. Em seu relato afirma que, apesar de esforçar-se, nota a ausência de discutir assuntos que vão além dos tópicos destinados à matéria.

A: Normalmente como você tem outras disciplinas que virão depois e precisam daquele conteúdo para caminhar, existe uma preocupação muito grande do professor em vencer esse conteúdo e eu acho que é uma preocupação grande de cada um também fazê-lo da melhor forma possível, da melhor maneira que pode fazer. Mas acho que nem sempre isso é permitido por conta do tempo que a gente dispõe para trabalhar esse conteúdo.

Em ambas as categorias de análise, nenhum dos professores entrevistados afirmou a preocupação de realizarem discussões sobre o conceito de vida. Dois professores acreditam que o conceito é passado de forma indireta no seu conteúdo ministrado. Um professor não tenta estabelecer esse tipo de discussão em sua aula, pois é um assunto básico, que não precisa ser discutido. E, um dos professores relata que o tempo destinado à disciplina é limitado e por isso não há possibilidade de discussões extracurriculares.

C5 Papel do conceito de Vida no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

Nesse subtema foi apresentado como os professores de biologia pesquisados se colocaram a respeito do tema e sua importância para o currículo de biologia. Como foi proposto na fundamentação teórica desse trabalho, o conceito de Vida teria papel fundamental na construção do conhecimento biológico no curso de graduação. Duas categorias de análise foram utilizadas para reunir os dados coletados nesse subtema.

C5.1 Relevância do conceito de Vida na integração de conteúdos

Neste item, três dos quatro professores consideraram importante discutir o conceito de Vida durante o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, porém relataram alguns obstáculos como pouco tempo para essas discussões e dificuldade de se abordar um assunto como esse. O Professor D colocou o assunto como importante para ser discutido, principalmente para esclarecer ao aluno de graduação em Ciências Biológicas porque ele está fazendo o curso:

D: O que ele faz ali é para ele estudar a Vida ou para lecionar? Se ele vai lecionar a Vida, muita gente está aí que nem pensou nisso, quero ser professor e não leva em conta a parte da Vida.

Entretanto, para ele, o tempo destinado às discussões que fogem dos conteúdos de cada disciplina é pequeno ou nulo:

D: Então cada um vai lá e tem que passar aquele conteúdo que a gente tem como missão e essas coisas acabam nessas discussões, acaba faltando tempo hábil para se tornar uma discussão.

Ele propôs que o assunto poderia ser discutido no início do curso.

D: Porém ela caberia muito bem no primeiro dia de aula, porque que o aluno escolheu estudar a Vida.

Os professores afirmaram ser um assunto importante para o curso de Ciências Biológicas, porém acham difícil discutir o conceito. Por exemplo, o Professor B acredita que o assunto não é abordado nas aulas por ser um assunto difícil de ser discutido

B: Mas eu acho que essas coisas elas não são abordadas porque são difíceis.

Os professores entrevistados afirmaram a importância do assunto durante um curso de licenciatura, inclusive recomendam em qual o momento a discussão poderia ocorrer. Entretanto, nenhum assume que isso ocorre durante suas disciplinas.

O Professor C não considera ser um assunto importante para sua aula:

C: Eu acho que é uma coisa tão fundamental, tão básica que não cabe discutir isso. É aquilo que já está posto, já está definido. A partir dali que virão as outras discussões. Mas retornar a essa discussão, não vejo nenhuma razão para isso, nenhuma importância nisso.

C5.2 Capacidade do curso em promover a discussão e compreensão de conceito(s) de Vida

Ocorreu no discurso de alguns professores referências à importância dessas discussões para um curso de licenciatura, pois, são questões que podem surgir na prática educativa dos professores em formação. O Professor B mencionou a importância da discussão do conceito de Vida no curso de Biologia, entretanto, afirma não ser possível compreender a profundidade do tema com os atuais currículos:

B: Não sei os outros professores o que falam, gostaria que eles falassem, mas não sei. Se não tem isso... é uma das coisas importantes.

Assim também como afirmou o Professor A:

A: Então com relação às outras disciplinas eu não sei como que se lida com isso, mas eu posso falar da minha. Na minha a gente não para para discutir a respeito. É uma pena.

Por outro lado, o Professor C compreendeu o assunto como irrelevante para ser discutido, baseado apenas em sua disciplina não sabe dizer qual a formação dos alunos ao saírem do curso em relação aos temas filosóficos e/ou epistemológicos.

C: Então eu não tenho conhecimento para dizer isso, daquilo que vocês têm, seria um chute...imaginar que vocês tão tendo isso, ou tão tendo aquilo.

Percebe-se a recorrente afirmação a respeito da separação dos conteúdos do curso de Biologia no discurso dos professores. Essa estruturação do currículo de maneira fragmentada é um reflexo da construção do conhecimento científico que também é separado em suas partes específicas remetendo a visão mecanicista do mundo (GERHARD e ROCHA FILHO, 2012). O Professor D deixa explícito o modo individualista de separar a Biologia em áreas que, muitas vezes, acabam não se relacionando. A fragmentação dos conteúdos deixa uma lacuna no aprendizado desta ciência. Para ele o essencial no estudo da vida seria a ligação entre as disciplinas do currículo:

D: Tudo o que você vai falar sobre vida. E, além disso o que eu te falei, as disciplinas hoje cada professor vai lá e fala a sua, não tem uma correlação e fica um pouco no ar.

Podemos compreender como são ausentes as discussões epistemológicas nos cursos de biologia, pois, algumas questões aplicadas nesta pesquisa poderiam ser melhores bem respondidas pelos próprios professores. É o que afirma o Professor A:

A: A gente não procura, talvez eu até faça isso agora, a gente não procura saber dos alunos o que eles pensam a respeito também. E eu acho que isso é uma pena, porque de repente, dessa interação, dessa troca, a gente, talvez eu pudesse te dar um conceito hoje.

Por outro lado, houve momentos em que os entrevistados afirmaram que o currículo do curso de Biologia seria capaz de elucidar o conceito de Vida.

C: Do ponto de vista curricular, daquilo que está definido no papel, eu acho que é suficiente. Agora, se tem uma outra implicação nisso aí, se o aluno sai realmente com o conhecimento eu não poderia dizer.

Entretanto, o Professor C expressa que não é possível afirmar sobre a eficiência do currículo na construção do conhecimento para além da base curricular. Novamente este assunto é tratado de maneira subjetiva ficando para o indivíduo a responsabilidade de promover suas próprias reflexões do assunto, não colocando a necessidade de uma reflexão sistematizada. Dessa maneira, o Professor D acredita que ao longo do curso é transposto ao aluno os conceitos de vida, mas de forma indireta, e, que, muitas vezes, cabe aos próprios alunos fazerem as associações.

D: Então eu acho que são quatro anos que a gente passa falando de Vida, Vida, Vida e a gente não para pensar o que é a Vida. A Vida é tudo isso que a gente passa para vocês, mas a gente não trabalha a palavra Vida. A gente não abre para falar o que é Vida, a Vida está na grade curricular, mas não chega ninguém para falar que para vocês entenderem a Vida tem que ter isso, as vezes o aluno por si só algum capta e outro não.

Ao analisarem rapidamente se os atuais cursos superiores em Biologia permitem aos alunos ao final de sua formação ter uma base de discussão do tema Vida, os professores-pesquisadores afirmaram que baseados apenas em sua disciplina não é possível essa discussão. Entretanto, ao longo do curso essa discussão ocorre de forma implícita. Um professor criticou o modo individualista de se estudar Biologia e propõe que o tema essencial da Biologia, a Vida, poderia fazer a ligação entre as áreas desta ciência. Três dos professores acreditam que o assunto é importante para ser discutido durante o curso, porém um afirma que não há tempo para serem feitas as discussões e outro que o tema é difícil de ser tratado. Porém, houve também um

entrevistado que não considera relevante expandir essa questão no curso de Biologia para além do que já estaria consolidado no currículo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente a Biologia é considerada uma ciência única, separando-se dos modelos mecanicistas e matemáticos. É, portanto, uma ciência fundamentada em metodologias, conceitos e pressupostos próprios. Assim, vemos a necessidade de estudos biológicos epistemológicos que são igualmente importantes aos estudos experimentais. Entretanto, a dedicação teórica a esta ciência não é o enfoque entre os seus profissionais. Com isso, ocorre um distanciamento dos biólogos da perspectiva epistemológica da Biologia, o que leva a dificuldades, por exemplo, de discutirem conceitos centrais do conhecimento biológico, tal como o conceito de Vida.

O conceito de Vida tem sido considerado o problema central da Biologia teórica. Contudo, dada a extrema complexidade do assunto, atitudes céticas ocorrem com frequência, sendo que muitos biólogos afirmam que uma resposta plausível não existe, ou então, apenas listam características dos seres vivos, que não são suficientes para definir Vida.

No Ensino de Biologia, discussões teóricas como a do conceito de Vida poderiam facilitar a integração de diferentes áreas bem como dos conceitos estudados. Porém, os dados coletados apontam que discussões epistemológicas, em geral, não têm espaços no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas analisado. Além disso, é possível verificar a fragmentação entre as diferentes disciplinas ao recair em uma intensa especialização entre as áreas, sem uma preocupação de uma abordagem mais integradora entre as mesmas.

Nas respostas de alguns dos professores entrevistados foi observada uma preocupação pelas discussões da epistemologia da Biologia, em específico do conceito de Vida. Porém, os próprios participantes da pesquisa afirmaram que esta é uma reflexão pouco encontrada. Para eles é um assunto importante a ser discutido pela sua ausência, e, principalmente por tratar-se de um curso de licenciatura, pois são questões que podem surgir na prática educativa dos professores em formação. Outra justificativa da necessidade dessa discussão é proporcionar aos biólogos uma melhor compreensão dos fenômenos biológicos. Também ficou evidente um certo ceticismo acerca dessas discussões em um dos professores entrevistados, o qual afirmou que definir o conceito de Vida não é relevante, pois é uma questão básica que aparece espontaneamente durante o curso.

Nas respostas dos professores, em relação ao conceito de Vida, ocorreram desde tentativas de definir Vida através de uma listagem de características - priorizando os aspectos moleculares e celulares em detrimento a níveis de complexidades mais amplos, como Ecologia e Evolução - até tentativas que se centraram em uma única característica para pautar a explicação de vida, tais como a reprodução, crescimento e interação. Entre as respostas, ocorreu a aproximação da visão de Vida em uma perspectiva neodarwinista nas respostas de dois professores ao apontarem o papel da reprodução associado a processos evolutivos. Também foi destacada a possibilidade de alteração do ambiente ao redor de maneira proposital, assemelhando-se à teoria de populações de autômatos coletiva e evolutivamente organizadas. Além disso, a ideia de crescimento e manutenção da Vida foi aproximada a visão autopoiética de Vida. De maneira geral, os professores evidenciaram a dificuldade em se obter uma explicação sistemática de Vida e de estabelecer essa discussão em sua prática científica e na prática de ensino.

Em relação aos entrevistados, apesar de em alguns momentos os discursos apresentados diferirem entre os participantes, não é possível concluir que as diferentes áreas que estes atuam dentro da Biologia influenciem de maneira significativa o contexto de ensino-aprendizagem das aulas desses professores-pesquisadores. Contudo, pode-se observar diferentes perspectivas entre

esses professores pesquisadores, variando desde um ceticismo em relação ao conceito de Vida até proposição da mesma como um conceito integrador para o curso.

Considera-se que a discussão de conceitos centrais do conhecimento biológico como os de Vida, Evolução, Herança Biológica, entre outros permitiriam a integração curricular dos cursos de Ciências Biológicas. Porém, como observado nesse artigo, os espaços para discussões conceituais que perpassem o currículo ainda são mínimos. Entende-se que as disciplinas de História e Filosofia da Biologia nos cursos podem permitir essas discussões, porém o debate não deve ficar restrito a elas. Só ao procurar formas de estabelecer a integração curricular é que se supera a falta de significação que tem permeado os cursos de Biologia. Uma integração entre as disciplinas e seus conceitos permitiria que os graduandos fossem mediados em suas conclusões a respeito do que é a Biologia e o que é seu objeto de estudo, não tendo que chegar a essas conclusões de maneira isolada.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, Paulo C. **Filosofia da biologia**. Porto Alegre: Artmed Editora AS, 2011.
- ALVES-MAZZOTTI, ALDA JUDITH; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1988.
- BEDAU, Mark. A. The nature of life. In: Boden, Maggie. (ed.) **The philosophy of artificial life**. New York: Oxford university press, 1996.
- BODEN, Maggie. **The Philosophy of artificial life**. New York: Oxford University Press, 1996.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1999.
- CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CARAVITA, Silvia; FALCHETTI, Elizabetta. Are Bones Alive? **Journal of Biological Education**, v.39, n.4, p. 163-170, 2005.
- COUTINHO, Francisco Angelo. **A construção de um perfil conceitual**. Tese (Doutorado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- DAITX, Vanessa Vitcoski. **O ensino de ciência e a visão antropocêntrica**. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- DAWKINS, Richard. **The Extended Phenotype: the Gene as the Unit of Selection**. San Francisco: W.H. Freeman and Company 1982.
- EMMECHE, Claus. The Sarkar challenge to biosemiotics: is there any information in a cell?. **Semiotica**, v. 127, n. 1-4, p. 273-294, 1999.

EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. Definindo Vida. In: El-Hani, Charbel Niño, Videira, Antonio Augusto Passos (Org.) **O que é Vida? Para entender a Biologia do século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Relume Dumará, 2000.

GERHARD, Ana Cristina; ROCHA FILHO, João Bernardes. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.17, n.1, p.125-145, 2012.

GÓMEZ, Jesús; LATORRE, Antonio; SÁNCHEZ, Montse; FLECHA, Ramón. **Metodologia Comunicativa Crítica**. Barcelona: Ed. El Roure, 2006.

GUIMARÃES, Romeu Cardoso. Auto-organização e seleção na origem da Vida e na evolução. **Episteme**. Porto Alegre, v.11, n.24, p.293-334, jul. – dez, 2006.

HOFFMEYER, Jesper. The biology of signification. **Perspectives in Biology and medicine**, v. 43, n.2, p. 252-268, 2000.

HOFFMEYER, Jesper. Life and reference. **BioSistemas**, v. 60, n. 1-3, p. 123-130, 2001.

HOFFMEYER, Jesper Biosemiotics: towards a new synthesis in biology. **European Journal for Semiotic Studies**, v.9, n.2, p. 355-376, 1997.

HULL, David L. Interactors versus Vehicles. In: **Science and Selection**. New York: Cambridge University Press, 2001.

KAUFFMAN, Stuart. **At home in the universe**: the search for the laws of self-organization and complexity. New York: Oxford: Oxford University Press, 1995.

KAUFFMAN, Stuart. "O que é Vida?": Schrödinger estava certo? In: MURPHY, Michael P.; O'NEILL, Luke A.J. (orgs.). **'O que é Vida?' 50 anos depois. Especulações sobre o futuro da biologia**, São Paulo: Editora da UNESP. p.101-136, 1997.

KAWASAKI, Clarice Sume. S.; EL-HANI, Charbel Niño. Uma análise das definições de Vida encontradas em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Coletânea do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: FEUSP/EDUSP, 2002.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MAYNARD-SMITH, John. **Os problemas da Biologia**. Lisboa: Gradiva, 1986.

MAYR, Ernst. **The growth of biological thought**: diversity, evolution and inheritance. Harvard University Press, 1982.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Cia das Letras, 2005.

MATURANA, Humberto.; VARELA, Francisco. **De máquinas e seres vivos**: autopoiese – a organização do vivo. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Autor 3. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP/Bauru, Faculdade de Ciências. 2009.

Autor 3; EL-HANI, Charbel Niño; autor 4. A centralidade do conceito de organismo no conhecimento biológico e no ensino de biologia. In: Autor 4 (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática II: Temas sobre Formação de conceitos**. São Paulo: Cultura Acadêmica 33-52. 2009.

PEIRCE, Charles. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

RICKEN, Friedo. **Dicionário da Teoria do Conhecimento e Metafísica**. Tradução Ilson Kaiser. Revisão técnica: Paulo Astor Soethe. São Leopoldo: Editora da Universidade Vale do Rio dos Sinos, 2005.

RUIZ-MIRAZO, Kepa; PERETÓ, Juli; MORENO, Alvaro. A universal definition of life: Autonomy and open-ended evolution. **Origins of life and evolution of the Biosphere**, v. 34, p. 323-346, 2004.

SOARES, Moisés nascimento; DINIZ, Renato eugênio da silva. Sentidos sobre o ensino de biologia: considerações críticas a partir das vozes dos licenciados. In: VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.



Revista
Ciências & Ideias