

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM DIFERENTES CONTEXTOS DE
ENSINO**

TESE DE DOUTORADO

Luciane Carvalho Oleques

**Santa Maria, RS, Brasil,
2014**

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO

Luciane Carvalho Oleques

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde,
Área de Concentração em Educação em Ciências,
da Universidade Federal de Santa Maria,
com requisito parcial para obtenção de grau de
Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Orientador(a): Prof. Dr^a Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

**Santa Maria, RS, Brasil
2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Oleques, Luciane Carvalho
A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO
/ Luciane Carvalho Oleques.-2014.
109 p.; 30cm

Orientador: Marlise Ladvoat Bartholomei-Santos
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2014

1. Evolução Biológica 2. Natureza da Ciência 3. História da Ciência I. Ladvoat Bartholomei-Santos, Marlise II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-graduação Educação em Ciências: Química da
Vida e Saúde**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado**

**A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM DIFERENTES CONTEXTOS DE
ENSINO**

elaborada por
Luciane Carvalho Oleques

Com requisito parcial para obtenção do grau de
Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

COMISSÃO EXAMINADORA:

Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Eliane Lourdes Felden, Dr^a. (IFFarroupilha)

Luiz Caldeira Brandt de Tolentino Neto, Dr. (UFSM)

Neusa Maria John Scheid, Dr^a. (URI- Santo Ângelo)

Vera Lucia Bahl de Oliveira, Dr^a. (UEL)

Santa Maria, 29 de agosto de 2014

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu marido Rubinho
E aos meus amados filhos Marina e Otávio*

AGRADECIMENTOS

Agradeço

A minha orientadora Professora Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos pela sua disponibilidade, dedicação, humildade e ética.

A minha amiga Prof^a Noemi Boer que mais uma vez participou incondicionalmente desta etapa, que possamos realizar muitos outros trabalhos.

A banca examinadora desta tese, Prof^a Vera, Prof^a Neusa, Prof^a Eliane e Prof. Luiz pelas contribuições enriquecedoras.

Aos colegas professores de biologia e alunos do curso de Biologia que contribuíram para que este trabalho fosse possível.

As colegas de curso Daiana Temp, Elenize Nicoletti e Marcia Botega pela amizade.

A todos os colegas, professores e funcionários do PPG que contribuíram para esta conquista.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo (sem esta ficaria muito difícil).

Ao meu esposo Rubinho, meus filhos Marina e Otávio, obrigada pela compreensão.

E a todos que não foram citados que de uma forma ou de outra permitiram esta realização.

Muito obrigada

*“Ninguém começa as ser educador
numa terça-feira às quatro horas da tarde.*

*Ninguém nasce educador
ou marcado para ser educador.*

*A gente se faz educador, a gente se forma,
como educador, permanentemente,
na prática e na reflexão sobre a prática”*

PAULO FREIRE-

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO

AUTORA: LUCIANE CARVALHO OLEQUES
ORIENTADOR (A): MARLISE LADVOCAT BARTHOLOMEI-SANTOS
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 29 de agosto de 2014

O tema Evolução Biológica é de extrema importância no campo da Biologia, principalmente por permitir uma visão integrada dos conhecimentos acerca dos seres vivos. Sua abordagem em contexto de sala de aula é particularmente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos alunos. Assim, esta pesquisa teve como objetivo identificar e analisar dificuldades encontradas na abordagem do tema por professores do ensino médio de escolas públicas estaduais de Santa Maria, e o entendimento de alunos de graduação em Ciências Biológicas sobre Natureza da Ciência e Evolução Biológica, assim como a análise das contribuições da História da Ciência para o ensino de Evolução presente nos livros didáticos de biologia. Esta pesquisa tem como enfoque uma abordagem quanti-qualitativa, utilizando como instrumento de coleta questionário, entrevista e análise documental. Para a análise e interpretação dos dados utilizaram-se os métodos Análise Textual Qualitativa e Discurso do Sujeito Coletivo. Os resultados mostram que em relação à prática docente, os professores, mesmo reconhecendo a importância da Evolução Biológica como fato explicativo para os fenômenos da vida, estes a consideram mais como um tema da lista de conteúdos do que um eixo integrador que permeia todas as áreas da biologia. E que, as visões de Natureza da Ciência dos universitários não se afastam de uma visão popular da ciência e que as crenças podem influenciar a aceitação ou rejeição das explicações científicas. Esses apresentam na maioria das vezes um entendimento coerente com as ideias evolucionistas aceitas pela ciência e apenas uma pequena parte dos alunos apresenta visões distorcidas em relação ao pensamento evolutivo. Quanto a História da Ciência, esta é apresentada de forma adequada nos livros pesquisados. As implicações deste estudo para o Ensino de Ciências devem contribuir para uma reflexão da prática pedagógica do professor e de futuros professores traçando novos caminhos no processo ensino-aprendizagem, compatíveis com o conhecimento científico.

Palavras-chave: Evolução Biológica. Natureza da Ciência. História da Ciência.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Graduation Program in Science Education:
Chemistry of the Life and Health
Universidade Federal de Santa Maria

BIOLOGICAL EVOLUTION IN DIFFERENT CONTEXTS OF EDUCATION

AUTHOR: LUCIANE CARVALHO OLEQUES
ADVISOR: MARLISE LADVOCAT BARTHOLOMEI-SANTOS
Defense Place and date: Santa Maria, August 29th, 2014

Biological Evolution is a theme of extreme importance in biology, especially for allowing an integrated view of live beings knowledge. Its approach in the context of classroom is particularly difficult, in teaching for teachers, and in learning for students. Thus, this research aims to identify and analyze the difficulties in addressing this issue by high school teachers in public schools in the city of Santa Maria, and also the understanding of undergraduate students on Biological Science, Nature of Science and Biological Evolution, as well as analyzing the contributions of the History of Science on the teaching of evolution present in biology textbooks. This research shows its focus in a quantitative-qualitative approach, using as collecting instrument questionnaire, interview and document analysis. Analysis and interpretation of data used the Qualitative Textual Analysis and Collective Subject Discourse methods. On teaching practice, teachers even recognizing the importance of Biological Evolution as fact of explanation for the phenomenon of life, considering this more like a theme from a list of contents than an integrator axis which permeates all areas of biology. The visions of Nature of Science for students do not deviate from a popular view of science and beliefs can influence the acceptance or rejection towards scientific explanations. They have mostly a coherent understanding with evolutionary ideas accepted by science and only a small proportion of students shows distorted views about evolutionary thought. In the matter of history of science, it is adequate on the books verified. The implications of this study for the teaching of science should contribute as a reflection for teacher's pedagogic practice, and future teachers creating new paths in teaching-learning process, compatible to scientific knowledge.

Keywords: Biological Evolution. Nature of Science. History of Science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 2

Figura 1- Representações dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à pergunta “ o que é ciência”.....	46
Figura 2- Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação ao papel do cientista na produção da ciência.....	49
Figura 3- Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à crença em Deus pelo cientista.....	51
Figura 4- Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à crença de que <i>Design Inteligente</i> e criacionismo são teorias científicas.....	52

ARTIGO 3

Figura 1- Crenças religiosas dos alunos amostrados e número de adeptos.....	62
Figura 2- Respostas da categoria Significados da Evolução e suas subcategorias em cada semestre do curso de ciências biológicas.....	65
Figura 3- Respostas da categoria Função do Processo Evolutivo e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.....	65
Figura 4- Respostas da categoria Fator Evolutivo e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.....	66
Figura 5- Respostas da categoria Dimensão Evolutiva e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.....	66
Figura 6- Justificativas em cada categoria e para cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.....	68

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 3

Tabela 1.- Perfil dos alunos participantes da pesquisa.....	62
Tabela 2.- Categorias que sintetizam as concepções de Evolução Biológica dos alunos a partir da pergunta “ Para você o que é Evolução Biológica ?.....	64
Tabela 3.- Representação das ideias centrais apresentadas pelos alunos em relação ao processo evolutivo em seres humanos e bactérias.....	67
Tabela 4.- Total de alunos que optaram por cada uma das alternativas apresentadas.....	69

ARTIGO 4

Tabela 1.- Número de citações nos itens analisados em cada livro na categoria “ Evolução do conhecimento científico”.....	88
Tabela 2.- Número de citações nos itens analisados em cada livro na categoria “Protagonista”.....	91
Tabela 3.- Presença de citações na categoria “Contextualização dos conteúdos históricos” em cada livro analisado.....	94

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1

Quadro 1 - Demonstrativo das respostas sobre a abordagem do tema evolução em sala de aula.....	29
Quadro 2 - Demonstrativo das respostas sobre a série(s) em que o tema é trabalhado.....	30
Quadro 3 - Demonstrativo das respostas referentes à época do ano letivo em que o tema evolução é trabalhado.....	30

ARTIGO 4

Quadro 1 - Livros didáticos analisados.....	86
Quadro 2- Categorias da História da Ciência analisadas nos livros didáticos selecionados.....	86

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.- Questionário.....	107
Anexo B.- Carta de Aprovação do CEP.....	109

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	15
Aspectos Éticos	20
RESULTADOS	21
CAPITULO 1	22
1.1. -Apresentação.....	22
1.2.- ARTIGO: EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO INTEGRADOR NO ENSINO DE BIOLOGIA: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO	24
1.2.1.- Resumo.....	24
1.2.2.- Abstract.....	24
1.2.3.- Introdução.....	28
1.2.4.- Metodologia.....	28
1.2.5.- Análise e Discussão dos resultados.....	29
1.2.6.- Conclusão.....	35
1.2.7.- Referências.....	36
CAPÍTULO 2	38
2.1.- Apresentação.....	38
2.2.- ARTIGO: REFLEXÕES ACERCA DAS DIFERENTES VISÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E CRENÇAS DE ALUNOS DE UM CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	40
2.2.3.- Resumo.....	40
2.2.4.- Abstract.....	40
2.2.5.- Introdução.....	40
2.2.6.- Referencial teórico.....	42
2.2.7.- Metodologia da pesquisa.....	44
2.2.8.- Resultados e Discussão.....	45
2.2.9.- Considerações Finais.....	53
2.2.10.- Referências Bibliográficas.....	54
CAPÍTULO 3	57
3.1.- Apresentação.....	57
3.2.- ARTIGO: O EVOLUCIONISMO NO ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	59
3.2.1.- Resumo.....	59
3.2.2.- Abstract.....	59
3.2.3.- Introdução.....	60
3.2.4.- Metodologia.....	61
3.2.5.- Resultados.....	62
3.2.6.- Discussão.....	70
3.2.7.- Conclusões.....	75
3.2.8.- Referências.....	76
CAPÍTULO 4	79
4.1. – Apresentação.....	79
4.2.- ARTIGO: HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE	

BIOLOGIA: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA”	81
4.2.1.- Resumo.....	81
4.2.3.- Abstract.....	82
4.2.4.- Introdução.....	83
4.2.5.- Metodologia.....	85
4.2.6.- Análise e Discussão dos resultados.....	87
4.2.7.- Considerações Finais.....	95
4.2.8.- Referências Bibliográficas.....	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS GERAIS	105
ANEXOS	107

INTRODUÇÃO

Atualmente, uma das preocupações que tem orientado pesquisas no ensino de ciências está relacionada à questão de como os alunos constroem os seus conhecimentos científicos. De acordo com Driver (1990), as concepções dos alunos sobre ciências e seus conhecimentos científicos podem sofrer influências de diversos fatores. Segundo esta autora, estas concepções aparecem na forma de como o professor organiza suas aulas, através da metodologia, da transmissão do conhecimento científico das atividades experimentais e também na escolha do material didático a ser utilizado no ensino. Isso leva, muitas vezes, a concepções equivocadas sobre a Natureza da Ciência (NdC).

As concepções sobre o conhecimento científico dos professores devem ser consideradas uma vez que serão as suas visões praticadas em sala de aula (BRICKHOUSE, 1989). Este autor aponta que ter uma visão da teoria científica como “verdade” pode levar um professor, ou até mesmo um aluno, a evitar “verdades” que vão contra as suas crenças religiosas. Gil-Pérez (2008) argumenta que é necessário combater visões não adequadas e tentar fazer com que estudantes e até mesmo professores possam ter uma visão mais ampla do conhecimento científico fazendo parte de um processo de alfabetização científica.

O Ensino de Evolução Biológica tem o efeito de facilitar a compreensão dos alunos sobre o que é ciência e do trabalho do cientista, junto com os objetivos diretamente relacionados com o conhecimento dessa teoria e suas implicações biológicas (BIZZO e MOLINA, 2004).

Em se tratando do conhecimento científico sobre Evolução Biológica, estudos mostram que sua abordagem em sala de aula torna-se particularmente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos alunos (ALMEIDA e FALCÃO, 2005). Vários trabalhos desenvolvidos na área da educação em ciências apontam para dificuldades no processo de ensino e aprendizagem da teoria evolutiva, tais como, de Bizzo (1994), Tidon e Lewontin (2004), Almeida e Falcão (2005), Coimbra e Silva (2007), Pazza, Penteado e Kavalco, (2009). Neste caminho, pesquisas relacionadas à evolução biológica tem mostrado que o ensino

desta não é satisfatório em várias partes do mundo e indicam a necessidade de uma melhoria no contexto da biologia evolutiva. Para Carneiro (2004), definir claramente os conceitos científicos contrapondo as concepções cotidianas é imprescindível no ensino da evolução biológica. Seu ensino é considerado polêmico, principalmente por ser base para a explicação de fenômenos da vida. Por outro lado, este tema é considerado o eixo unificador das Ciências Biológicas (BRASIL, 2001) e, indispensável, para a compreensão de conceitos e teorias dessa ciência. Sendo assim, entender as ideias centrais sobre evolução biológica é parte essencial da alfabetização científica. Para Krasilchik (1992), a alfabetização científica configura-se como uma das grandes linhas de investigação científica no ensino de ciências. Movimento esse, que se relaciona com as mudanças dos objetivos do ensino de ciências, em direção à formação geral da cidadania, estando relacionado à crise educacional e a incapacidade da escola em dar aos alunos os conhecimentos necessários a um indivíduo alfabetizado.

Neste sentido, é necessário que o ensino de ciências proponha uma educação escolar crítica acerca dos conhecimentos científicos formando cidadãos autônomos capazes de atuar na sociedade em que vivem com competência. Para tanto, é importante investir em um ensino de ciências de qualidade nas escolas, em uma formação docente sólida que valorize o conhecimento científico, não como pretexto, mas como contexto para a aprendizagem (BIZZO e KAWASAKI, 1999).

Assim, o processo de formação de um professor deve ser contínuo. Sua formação inicial somada à história de vida deste indivíduo, a conhecimentos de uma área específica e sua práxis pedagógica formam a base pela qual a sua profissão irá se alicerçar (SELLES, 2002). Uma formação continuada se faz necessária para reflexão da prática destes professores. Sabe-se que a formação de professores é um tema urgente no contexto atual, e que tanto a formação inicial quanto a formação continuada precisam ser assumidas com mais rigor, por parte dos gestores das Instituições de Ensino Superior, e das próprias escolas onde esses profissionais atuam.

Em se tratando da formação de professores de Biologia, Silva e Schenetzler (2001) apontam para críticas e limitações na preparação dos futuros professores, entre elas, a dicotomia teoria-prática, decorrente do modelo de formação profissional pautado na racionalidade técnica, o qual determina a organização curricular da

grande maioria dos cursos universitários (causando fragmentação e sobreposição de conhecimentos); o modelo pedagógico usualmente assumido por muitos professores que concebem o processo de ensino aprendizagem em termos de transmissão-recepção de uma elevada quantidade de conteúdos científicos, restringindo a apropriação de conceitos a simples transmissão de informações tanto compartimentalizadas como descontextualizadas, em termos históricos e sociais; a concepção empirista-positivista de Ciência, implícita tanto em aulas teóricas quanto nas atividades práticas.,

Considera-se também que os livros didáticos tornam-se importantes neste contexto, pois estes são a principal fonte de informação ou talvez a única usada pelos professores no tema em questão.

Nos últimos anos, a análise do Livro Didático (LD) tem sido foco de estudo e análise por pesquisadores da área de educação, fato comprovado pelo aumento de artigos na área como de Cicillini (1998), Pereira e Amador (2007), Dias e Bortoluzzi (2009), Dalapicolla et al. (2011) e Zaberlan e Silva (2012).

Concorda-se com Bittencourt (2004) que o LD ainda é objeto contraditório e que ainda gera muitas discussões e críticas de vários segmentos, porém sempre foi considerado o instrumento fundamental no ensino. Por terem ocupado um lugar de destaque ao longo da história da educação brasileira, os livros didáticos continuam a ser verdadeiros suportes no planejamento, organização e execução das aulas em muitas escolas.

O Guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2008) afirma que o livro didático brasileiro, ainda hoje, é uma das principais formas de documentação e consulta utilizada por professores e alunos que acaba por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula.

A primeira avaliação oficial de livros didáticos realizada pelo PNLD ocorreu em 1996 (BIZZO, 2000). Segundo este autor, vários livros, incluindo os mais vendidos para os governos estaduais e federal, foram excluídos da lista dos aprovados, por apresentarem graves erros conceituais. A partir de 1998 as editoras providenciaram as correções necessárias conforme critérios do programa. O PNLD passa a atender o Ensino Médio após implantação do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM) em 2004. E em 2007 os livros de Biologia passam a fazer parte do Programa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que foram propostos como orientações complementares ao PCNEM, reconhecem que os temas mais importantes da Biologia dizem respeito à compreensão da vida na Terra. Desse modo foram propostos temas estruturantes, entre eles a 'origem e evolução da vida' que deve apresentar-se ao longo de diferentes conteúdos, articulados com outros conteúdos como elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2000).

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Biologia sugerem e as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecem, na definição dos conteúdos curriculares básicos, um eixo de fundamentos filosóficos e sociais. Reconhecem assim a importância da História da Ciência e da Natureza da Ciência para o ensino. Este eixo deve estar presente no ensino, envolvendo "conhecimentos básicos de História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos" (BRASIL, 2001). Os PCNs também orientam para que os conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução, sejam trabalhados em uma perspectiva histórica.

Esses documentos apontam que a história e a filosofia das ciências são fortes aliadas para o ensino de Biologia, contribuindo para o conhecimento do aluno. Destacam "a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou fracasso das diferentes teorias científicas estão associados ao seu momento histórico" (BRASIL, 2000, p.14).

Para Martins (1990), sob o ponto de vista da própria competência científica, a História da Ciência também pode dar sua contribuição. A própria compreensão dos resultados científicos mais complexos é virtualmente impossível, sem um conhecimento histórico.

A partir dos argumentos apresentados configurou-se o seguinte problema de pesquisa: Como é abordado o tema Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem de biologia?

Diante da amplitude do problema formulado, questões norteadoras foram propostas: a) Que entendimentos sobre NdC e Evolução Biológica apresentam os alunos de graduação do curso de Ciências Biológicas da UFSM? b) Quais

dificuldades relacionadas à abordagem do tema Evolução Biológicas são apresentadas por professores de Biologia de escolas estaduais de Santa Maria, RS?

c) Que contribuições históricas, sobre o tema Evolução Biológica, são apresentadas nos livros didáticos de biologia do ensino médio?

Assim, este trabalho teve como objetivo geral investigar o tema Evolução Biológica em diferentes contextos de ensino, bem como, sua contribuição histórica nos livros didáticos visando à melhoria do processo ensino e aprendizagem deste tema. Apresentando como objetivos específicos: a) Investigar as dificuldades na prática pedagógica de professores de Biologia de escolas estaduais de Santa Maria, RS, referentes ao tema Evolução Biológica; b) Analisar as concepções sobre Natureza da Ciência e Evolução Biológica de estudantes do curso de Ciências Biológicas uma vez que estas podem influenciar nas práticas dos futuros profissionais desta área; c) Analisar o contexto histórico de Evolução Biológica em livros didáticos de biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e utilizados por escolas públicas de Santa Maria, RS.

A escolha do tema deste estudo está relacionada com seu caráter integrador no ensino de Biologia. É de interesse desse trabalho investigar acerca das concepções de alunos de Ciências Biológicas sobre NdC e Evolução, as dificuldades na prática pedagógica de professores de Biologia do ensino médio, e a história deste tema nos livros didáticos. Com isto busca-se contribuir para a compreensão das concepções dos alunos e das dificuldades dos professores em suas ações pedagógicas.

Sendo assim, a tese está dividida em quatro seções: a primeira corresponde a Introdução, o problema de investigação e seus objetivos; na segunda seção apresento os resultados na forma de capítulos. No primeiro capítulo apresento a abordagem da EB por professores do ensino médio, bem como suas dificuldades encontradas. No segundo capítulo as concepções sobre NdC e as crenças de alunos de graduação. Já no terceiro capítulo investigo as concepções sobre a EB. E por fim, no último capítulo, as contribuições da HC no contexto da EB em livros didáticos de Biologia. Os capítulos apresentam formatação diferente do que é exigido pela MDT 2012. Seguem o formato de acordo com as normas de publicação das revistas.

Na terceira seção as considerações finais que correspondem à análise dos quatro capítulos apresentados; e por fim, as referências bibliográficas usadas na introdução.

Portanto trata-se de um trabalho relevante para o campo da Biologia, pois apresenta indicativos para os cursos que formam professores e contribui significativamente para os que atuam em diferentes níveis de ensino.

ASPECTOS ÉTICOS

Referentes aos critérios éticos, os sujeitos da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo o sigilo das informações e o seu anonimato, conforme orientações da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (Brasil, 2006), atualizada pela Resolução 466/2012. Para tanto, foram observadas questões como a livre participação do sujeito do estudo, anonimato, sigilo, autonomia presentes no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- TCLE e o Termo de Confidencialidade que foi apresentado imediatamente antes da coleta de dados aos participantes do estudo. A pesquisa teve início após a aprovação do projeto pelo comitê de Pesquisa e Ética da Universidade Federal de Santa Maria nº 23081.004348/2011-80.

RESULTADOS

Os resultados apresentados nesta tese estão organizados na forma de capítulos. Cada capítulo contém os objetivos específicos do trabalho.

O primeiro capítulo apresenta o artigo 'Evolução Biológica como Eixo Integrador no Ensino de Biologia: concepções e práticas de professores do ensino médio' apresentado e publicado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências (ENPEC) e I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CIEC).

O capítulo dois apresenta o artigo 'Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas' publicado na Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias (REEC).

No terceiro capítulo com o manuscrito 'O evolucionismo no Entendimento de Estudantes de Ciências Biológicas', submetido no dia 25 de junho de 2014 para a Revista Ciência e Natura.

E por fim o quarto capítulo, com o manuscrito 'História da Ciência em Livros Didáticos de Biologia: análise e contribuições para o ensino de Evolução Biológica', a ser submetido para publicação.

CAPÍTULO 1

Evolução Biológica como Eixo Integrador no Ensino de Biologia: Concepções e Práticas de Professores do Ensino Médio

1.1. Apresentação

Este capítulo contém o artigo intitulado **Evolução Biológica como Eixo Integrador no Ensino de Biologia: Concepções e Práticas de Professores do Ensino Médio** que foi apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências (ENPEC) e I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CIEC) realizado em Campinas, SP, no ano de 2011. A publicação encontra-se nos anais do VIII ENPEC e I CIEC no ano de 2012 (ISBN: 978-85-99681-02-2) no link <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/trabalhos.htm>> ABRAPEC.

Esta pesquisa aborda a Evolução Biológica como um componente importante dos currículos de Biologia do Ensino Médio. O ensino de Evolução Biológica é considerado o eixo integrador de conteúdos no ensino de Biologia. Entretanto, este é um tema polêmico, essencialmente por ser base para a explicação de fenômenos da vida.

O artigo apresentado faz parte de uma investigação com professores de Biologia de escolas públicas de Santa Maria que começou durante o mestrado, dando prosseguimento durante o doutoramento desde sua análise até sua apresentação e publicação.

Esta investigação foi realizada durante o segundo semestre de 2009 e contou com a colaboração de 10 professores participantes da pesquisa. A coleta dos dados, de certa forma, não apresentou maiores dificuldades, pois conhecia grande parte dos professores participantes o que facilitou a contribuição destes para a pesquisa.

Os dados foram coletados por meio de um questionário e uma entrevista semi-estruturada elaborada com cinco perguntas, gravada e, posteriormente transcrita. As perguntas enfocaram a importância do tema Evolução e suas dificuldades, tendo como objetivo investigar se o pensamento evolutivo caracteriza-se como eixo central no Ensino de Biologia do Ensino Médio, bem como identificar possíveis dificuldades na abordagem do tema por parte dos professores.

Através da análise dos resultados foi possível perceber que a metade dos professores entrevistados não insere a evolução biológica como eixo integrador no ensino de Biologia. Evidenciamos também as dificuldades que estes professores apresentam na abordagem do tema, tanto na parte conceitual quanto ao fato do tema ser, para alguns professores, conflitante com suas crenças.

1.2. Artigo publicado nos anais do VIII ENPEC e I CIEC

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO INTEGRADOR NO ENSINO DE BIOLOGIA: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

EVOLUTION AS A BIOLOGICAL INTEGRATOR SHAFT IN SCHOOL
BIOLOGY: CONCEPTS AND PRACTICES OF HIGH SCHOOL
TEACHERS

Luciane Carvalho Oleques¹

Noemi Boer²

Daiana Sonogo Temp¹

Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos¹

1 Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, loleques@gmail.com 2 Área de Ciências Humanas- Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS; nboer@terra.com.br

Resumo

No ensino de Biologia a evolução é considerada um eixo integrador de conteúdos. Entretanto, os professores têm dificuldades em trabalhar este assunto. Este trabalho objetiva investigar se o pensamento evolutivo caracteriza-se como eixo central no ensino de Biologia, além das dificuldades na abordagem do tema. A parte empírica teve a colaboração de professores de biologia de escolas públicas estaduais. Os dados foram coletados por meio de questionário e uma entrevista enfocando a importância do tema no Ensino de Biologia e suas dificuldades. Os resultados mostram que a maioria dos professores não insere a evolução como eixo integrador no ensino de Biologia. Material utilizado, tempo e crenças também são fatores que dificultam a abordagem do tema, implicando num ensino fragmentado, conteudista e memorístico. É necessário, por parte dos docentes, um ensino livre de concepções que podem estar atreladas a significados religiosos, entre outros.

Palavras-chave: Evolução biológica, ensino de biologia, eixo integrador

Abstract

Biological evolution is a unifying framework of contents in biology teaching. Notwithstanding, teachers have presented difficulties in working this topic. This study aims to investigate if the evolutionary thinking is characterized as a central axis in Biology teaching, besides the difficulties in approaching this issue. This study counted on the collaboration of Biology teachers from public state schools. Data were collected through a questionnaire and a

partially structured interview focusing on the importance of the topic in Biology teaching and its difficulties. Results show that most teachers do not introduce evolution as a unifying axis in Biology teaching. Factors as didactic material, time and beliefs also make difficult the approach of the topic, implying in a fragmented, content- and memory-based teaching. It is necessary that teachers work out a teaching free of conceptions that might be linked to religious sense, among other things.

Key-words: Biological evolution, biology teaching, unifying axis

Introdução

O ensino de Evolução Biológica (EB) nas escolas é considerado um tema polêmico, essencialmente por ser base para a explicação de fenômenos da vida. Por outro lado, este tema é considerado um eixo integrador de conteúdos da área biológica, tornando-se um componente importante dos currículos de Biologia do Ensino Médio.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM (BRASIL, 2006) e os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1999), propõem que os conteúdos de Biologia sejam abordados sob o enfoque *ecológico-evolutivo*. As OCEM salientam ainda que o tema *origem e evolução da vida* sejam tratados ao longo de todos os conteúdos de Biologia, não representando uma diluição do tema, mas sim uma articulação com outras áreas (BRASIL, 2006).

Estudos como de Gayon (2001), Carneiro (2004), Tidon & Lewontin (2004), mostram que os professores têm dificuldades em trabalhar este assunto, pois a parcela de tempo destinada para o estudo de evolução é pouco significativa, já que este conteúdo é, normalmente, trabalhado no último ano do Ensino Médio e muitas vezes, falta tempo para abordá-lo. Entre outras dificuldades encontradas se destacam a falta de preparo dos professores muitas vezes em virtude de sua formação inicial inadequada e a ausência de formação continuada (TIDON & LEWONTIN, 2004; CASTRO e AUGUSTO, 2007).

Para Almeida & Falcão (2005), Sepúlveda & El-Hani (2009), os professores da área apresentam falta de domínio conceitual acrescido ao fato do tema ser conflitante com suas crenças, bem como, a necessidade de abordar questões filosóficas, conceituais, éticas, ideológicas e até mesmo políticas, não se sentindo preparados para tratar o conteúdo EB com os alunos. Este cenário torna a abordagem do tema Evolução Biológica em sala de aula particularmente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos alunos (ALMEIDA e FALCÃO, 2005).

Em relação às crenças os resultados do trabalho de Coimbra & Silva (2007) revelaram uma forte influência das crenças religiosas na postura dos professores dentro da sala de aula ao analisarem as concepções de evolução biológica de professores do ensino médio.

Outros fatores que dificultam o ensino de evolução estão relacionados ao contexto escolar. A organização escolar, sob alguns aspectos, é apresentada com limitações de tempo, planejamento padronizado, terceirizado e conteudista, entre outros, que influenciam o trabalho do professor em aula (CICCILINI, 1997).

Este argumento também está de acordo com o estudo de Goedert, Delizoicov & Rosa (2003), no qual as professoras identificam nas restrições impostas pelo cotidiano escolar, uma influência negativa em suas práticas docentes e as limitações impostas por uma formação deficiente.

A exclusão da filosofia como matéria no ensino básico, em um período fortemente positivista e de redução de custos na educação, tornou-se responsável por inúmeras deficiências no aprendizado de ciências e na formação de conceitos (AMORIM, 2008). Este autor argumenta que, o contexto filosófico, base para a compreensão e a discussão da origem da teoria evolutiva, relegado a segundo plano, dificulta a compreensão dos modelos propostos e de seus significados.

Conforme Meyer & El-Hani (2005), “não é apropriado tratar a evolução como somente mais um conteúdo a ser ensinado, lado a lado com quaisquer outros conteúdos abordados nas salas de aula de Biologia, na medida em que as ideias evolutivas têm um papel central, organizador do pensamento biológico” (p.10).

Neste contexto, percebemos que o ensino de evolução biológica não tem recebido a necessária atenção nas escolas de educação básica, o que nos permitiu constituir o seguinte questionamento: **o pensamento evolutivo, na compreensão de professores de Biologia, se constitui em um eixo integrador de conteúdos?**

De modo específico, o trabalho objetiva investigar se o pensamento evolutivo caracteriza-se como eixo central no ensino de Biologia do Ensino Médio, bem como identificar possíveis dificuldades na abordagem do tema por parte dos professores. Para essa finalidade, analisamos relatos de professores que atuam em escolas da rede pública estadual, localizadas na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Pensamento Evolutivo e o Ensino de Biologia

Grande parte da comunidade científica considera a Evolução Biológica o eixo central das Ciências Biológicas, pois o pensamento evolutivo é indispensável para a compreensão e entendimento das diferentes áreas dessa ciência, visto que, explica os fenômenos da vida (MEYER e EL-HANI, 2005).

A questão da evolução dos seres vivos confronta-se inicialmente com a visão fixista do idealismo platônico e com a visão criacionista. O modelo de evolucionismo de Lamarck era criacionista evolucionista, mesmo sendo hoje um modelo considerado frágil, Lamarck tem o grande mérito de ter questionado o conceito fixista das espécies (AMORIM, 2008).

Somente ao final do século XVIII o fenômeno da vida passa a ser um problema para a ciência. Antes disso, os naturalistas não estudavam a vida como um fenômeno único, os seres vivos eram estudados em grupos separados: plantas pela botânica, animais pela zoologia, humanos pela anatomia e fisiologia, etc., sendo assim, nenhuma relação entre eles era sequer suposta (CASTRO e LEYSER, 2007).

O aspecto do idealismo platônico que confere estabilidade às espécies – fixismo - foi o conceito a superar (AMORIM, 2008).

As observações de certas regularidades de formas existentes, identificadas em estudos comparados, evidenciaram relações de parentesco entre os organismos (CASTRO e LEYSER, 2007). Surge assim, a ideia de ciência unificada dos seres vivos – Biologia - que foi inicialmente concebida por evolucionistas como Jean-Baptiste Lamarck e Gottfried Treviranus de forma independente e cunhado, em 1802 (MEYER e EL-HANI, 2005).

É nessa concepção de ciência que aplicamos o pensamento evolutivo para explicar questões como: a resistência das bactérias a antibióticos, a resistência de pragas a pesticidas, as epidemias humanas, as origens da AIDS, entre outros. O pensamento evolutivo enriqueceu outros ramos da Biologia, proporcionou um *insight* a respeito da história da humanidade contribuindo para nosso entendimento de características humanas como a mente, a consciência, o altruísmo, os traços de caráter e das emoções proporcionados por estudos comparativos do comportamento animal (MAYR, 2009).

Uma vez aceito o pensamento evolutivo, admitindo-se a descendência com modificação, é natural defender a ideia que os seres devam ser estudados por uma ciência unificadora, a Biologia. Esse pensamento corrobora com a frase enfatizada pelo geneticista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), “*Nada faz sentido em Biologia se não for à luz da evolução*”, em 1973.

O fato de a teoria da evolução explicar um grande número de observações com maior simplicidade e consistência do que a ideia de criação divina, para os evolucionistas, se justifica por si só; a cientificidade da primeira em detrimento desta última garante a prioridade do ensino de evolução nos currículos de Ciências (SEPÚLVEDA e EL-HANI, 2004).

Em relação a este ensino, a comunidade acadêmica, tem se preocupado em disseminar temas biológicos às questões práticas próximas da realidade dos alunos (MEYER e EL HANI, 2005).

No entendimento de Selles & Ferreira (2005) a constituição da disciplina escolar Biologia mantém relações sócio-históricas com o processo de unificação das Ciências Biológicas, onde tal disciplina focaliza a incorporação da ‘retórica da unificação’, ou seja, a ideia de que a Teoria Sintética da Evolução teria sido responsável pela unificação das Ciências Biológicas. Para estas autoras, a ‘retórica da unificação’ contribuí para o reconhecimento do *status* disciplinar de uma ciência unificada e de sua correspondente disciplina escolar. Assim, do mesmo modo que a evolução tornou-se teoria estruturante das Ciências Biológicas, a substituição gradativa de disciplinas escolares como Botânica; Zoologia e História Natural pela disciplina escolar Biologia expressa à legítima incorporação pela escola da retórica unificadora (SELLES e FERREIRA, 2005).

Uma geração inteira de novos biólogos profissionais passou a ser educada na crença da Biologia como uma ciência unificadora ao final dos anos de 1950 a partir da produção de materiais curriculares norte-americanos produzidos pela equipe do BSCS - *Biological Sciences Curriculum Study*, na tentativa de expressar esse movimento em torno da retórica da unificação (SELLES e FERREIRA, 2005). Com base na obra de Goodson (1997), Selles & Ferreira (2005) relatam que a criação de versões distintas dos materiais curriculares designadas por azul, verde e amarela, que abrange os aspectos bioquímicos, ecológicos e

celulares da disciplina, resulta da própria diversidade das Ciências Biológicas, mostrando o quanto essa unificação foi polêmica e não consensual entre a comunidade acadêmica. Ao mesmo tempo a disciplina escolar Biologia, ao se distanciar dos embates no campo acadêmico, tem encontrado espaço para abordar outras temáticas com finalidades sociais no cotidiano de seu ensino, prevalecendo à discussão em torno de temas contemporâneos, como meio ambiente, sexualidade, gravidez e aborto, drogas, fome e racismo e outros.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo transversal, de abordagem quali – quantitativa. A parte empírica da investigação foi realizada no segundo semestre de 2009 e teve a colaboração de 20 professores de Biologia de escolas públicas estaduais de Santa Maria. Os dados foram coletados por meio de um questionário e uma entrevista semi-estruturada, gravada em áudio e, posteriormente transcrita. A entrevista foi elaborada com cinco perguntas, enfocando a importância do tema Evolução no Ensino de Biologia e suas dificuldades. Os participantes foram identificados pelo sistema alfanumérico P1, P2, P3... Pn, resguardando-se a identificação dos mesmos.

Na primeira parte de coleta foi utilizado um questionário contendo os dados sócio-demográficos dos professores e questões relativas à prática do ensino de evolução. Na segunda parte da coleta foi realizada uma entrevista com os professores que se dispuseram a participar voluntariamente. Os dados foram analisados buscando inferências específicas (BARDIN, 1977) sobre as ideias dos professores em relação ao ensino de Evolução Biológica. Os dados coletados foram organizados em categorias (MORAES, 2005). Para a análise da segunda parte organizamos os dados em dois blocos:

I-Importância da EB (Evolução Biológica) no ensino de Biologia: este bloco apresenta duas categorias que explicitam ideias centrais dos professores quanto à inserção da EB no ensino de Biologia.

A primeira categoria, denominada **“Evolução Biológica como eixo integrador”** compreende os conteúdos de biologia em uma abordagem evolutiva, isto é, os fenômenos biológicos são explicados segundo este enfoque pelos professores. Neste caso, a evolução passa a ser um tema integrador, articulador e unificador da disciplina Biologia.

Na segunda categoria, denominada **“Evolução Biológica como apêndice”**, a Evolução é vista como um tema ou tópico na lista de conteúdos de Biologia que envolve o estudo das teorias evolutivas, evidências e evolução humana.

II-Dificuldades da práxis docente no ensino de evolução: este bloco analisa as dificuldades encontradas pelos professores na sua prática pedagógica quanto ao material utilizado e conteúdo abordado, tempo disponível e as crenças de alunos e professores.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética - CEP/UFSM, com o número de registro . CAAE :0046.0.243.000-11e os participantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução 196/CNS do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006).

Análise e Discussão dos Resultados

Neste estudo, levantamos aspectos relativos à ‘retórica unificadora’ no ensino e a prática docente dos participantes. Assim, esta seção está organizada em duas partes interrelacionadas. Na primeira parte apresentamos os dados oriundos do questionário, como o perfil profissional dos professores participantes da pesquisa e sua atuação no ensino de EB. Na segunda parte, apresentamos os dados procedentes das entrevistas que mostram como os professores concebem a inserção do tema Evolução Biológica nos currículos de Ciências e Biologia e suas dificuldades.

Perfil dos professores

Neste tópico analisamos o perfil dos professores e algumas questões referentes à prática do ensino de evolução.

Quanto às características pessoais dos professores, constatamos em relação ao gênero que 17 são do sexo feminino e três do sexo masculino. A maioria deles encontra-se na faixa etária dos 30 e 40 anos. A formação acadêmica dos professores aqui analisados mostra que 19 são licenciados em Biologia e um em Ciências; 16 são formados na mesma instituição pública e três em instituições particulares. A maioria, 12 professores, concluiu sua graduação na década de 1990 e 11 são pós-graduados. Em relação à situação funcional, verificamos que 19 são funcionários efetivos no Estado sendo que 10 atuam apenas em escolas estaduais. Os demais lecionam em escola estadual e em outras redes de ensino.

Quanto à experiência profissional, 14 deles estão no magistério há mais de 11 anos e apenas seis há menos de 10 anos. Verificamos que 13 professores atuam em mais de um turno e, além de biologia, todos lecionam ou lecionaram outra disciplina, entre elas ciências, química, física, matemática e ensino religioso. Este cenário demonstra que boa parte dos professores em serviço desenvolve atividades múltiplas podendo levar a um aproveitamento insatisfatório de sua disciplina e comprometer o seu ensino.

Em relação à atuação dos professores ao contexto pesquisado, os dados referentes a esta questão estão sumariados nos quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1: Demonstrativo das respostas sobre a abordagem do tema evolução em sala de aula.

Respostas	Frequência
Sim	14
Não trabalho há mais de 2 anos	4
Não trabalho há mais de 5 anos	1
Nunca trabalhei	1

Como se observa no quadro 1 a maioria dos professores trabalha o tema evolução em suas aulas, entretanto, esta afirmativa não explicita se estes professores adotam a evolução como

eixo central no ensino de Biologia. Estes dados também permitem inferir que os demais professores concebem a evolução apenas como um apêndice do currículo das Ciências Biológicas, por afirmarem que não trabalham o tema.

Quadro 2: Demonstrativo das respostas sobre a série (s) em que o tema é trabalhado.

Respostas	Frequência
1º ano do ensino médio	1
2º ano do ensino médio	5
3º ano do ensino médio	4
Mais de uma série	7
Não trabalho	2
Ensino fundamental	1

As respostas sistematizadas no quadro 2 mostram que a abordagem do tema em diferentes séries pode ser uma consequência das mudanças ocorridas no currículo de Biologia das escolas de Ensino Médio, em função do Programa de Ingresso ao Ensino Superior (PEIES) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Em 2008/2009 o conteúdo de Evolução estava inserido no programa de Biologia do 2º e 3º anos do ensino médio e, atualmente está apenas no 2º ano. Os resultados mostram também que os professores que não trabalham EB podem entender a Evolução como mais um conteúdo do ensino de Biologia. Apenas um professor mencionou que aborda o tema evolução no ensino fundamental. Ressaltamos que os PCN para os últimos ciclos deste nível de ensino (5ª a 8ª séries) recomendam que “serão destacadas explicações evolucionistas” (BRASIL, 1998).

Quadro 3: Demonstrativo das respostas referentes à época do ano letivo em que o tema evolução é trabalhado:

Respostas	Frequência
Início do ano letivo	2
Meados do ano letivo	4
Final do ano letivo	9
Ao longo do ano letivo	3
Não trabalho	2

As respostas apresentadas pelos professores no quadro 3 retratam o que acontece no ensino de evolução no Brasil. Nove professores apontaram o final do ano letivo como momento para trabalhar o assunto. Tidon e Lewontin (2004) enfatizam que a maioria dos professores trata os conteúdos de evolução em poucas aulas e no final do ano letivo. Apenas três relataram que trabalham ao longo do ano o que permite interpretar que estes professores consideram a evolução biológica como eixo central no ensino de Biologia, estando em consonância com os PCNEM que recomendam que o ensino de Evolução se articule com os diversos conteúdos da Biologia, onde estes devem ser tratados sob um enfoque histórico-filosófico da produção científica. Outra explicação possível para este cenário é evidenciada por Cicillini (1991), que cita a marginalização dos conteúdos de EB como reflexo dos livros didáticos adotados pelas escolas, nos quais os conceitos relativos à EB estão restritos a capítulos específicos apresentados, geralmente, ao final do livro, dificultando a abordagem do tema em outros momentos do processo de ensino.

Importância da Evolução Biológica para o ensino de Biologia:

Neste tópico apresentamos os resultados obtidos a partir das entrevistas com 10 professores que se dispuseram a participar voluntariamente e teve como objetivo aprofundar alguns aspectos referentes à inserção da EB no ensino de Biologia. Para a análise dos dados consideramos as categorias que emergiram a partir dos dados e não da sequência das situações ou questões. Assim, analisamos fragmentos dos relatos destes professores por entendermos essa forma como a mais adequada diante do proposto.

Primeira categoria: *Evolução Biológica como eixo integrador*

Esta categoria surge a partir das respostas que mostram a visão do professor quanto à importância e a abordagem do tema nas demais áreas da Biologia, bem como, a utilização do tema a partir do ensino fundamental.

Quando perguntamos o significado da frase - “Em biologia nada faz sentido se não for a luz da evolução” a ideia de eixo norteador foi evidenciada nas respostas de cinco professores, explicita nos fragmentos de respostas:

P4: *“Para mim a evolução é o que move os sistemas biológicos; realmente se não fosse a evolução, as mudanças, a biologia não faria sentido”.*

P7: *“Significa que para o entendimento das relações entre as espécies e a biodiversidade atual é necessário entender como outras espécies sobreviveram, para isso é necessário entender como a evolução norteou estes processos”.*

As respostas dadas pelos professores mostram a EB como um eixo central no ensino de Biologia, isto é, que para explicar os fenômenos biológicos é necessário um enfoque evolutivo. Questões como ancestralidade e diversidade dos seres também foram destacadas para explicar a importância da EB.

Com relação à abordagem do tema, os professores demonstraram um entendimento coerente com a ideia de um enfoque evolutivo ao longo dos conteúdos biológicos, como mostram os depoimentos:

P10. *Assim, eu trabalho evolução independente de ser o conteúdo. Tudo que eu vou trabalhar eu tento mostrar que tem uma teoria evolutiva lá atrás. Por ex: lá na 6ª série quando trabalho com a parte de bactérias e aí a gente trabalha antibiótico, essas coisas, eu cobro essa questão de resistência [...] Então, eu acho que a evolução entra no dia a dia.*

P4. *Eu trabalho evolução no 1º ano [...] quando tu trabalhas por ex. alimentos no 1º ano que tu fala (sic) de proteínas, fala (sic) em digestão de carboidratos e em algum momento fala (sic) de apêndice cecal [...]. Então, eu não acredito na biologia se ela for trabalhada estanque, e não associada ao dia a dia do aluno.[...] Para mim a evolução acontece em todas as séries.*

As expressões “trabalho evolução independente de se o conteúdo” (P10); “acontece em todas as séries (P4)” demonstram claramente que estes professores acreditam num ensino de Biologia centrado na Evolução como um eixo norteador. E que a EB deve estar presente em todas as séries explicando fatos do dia a dia.

Em relação à presença desse tema no ensino fundamental destacamos os depoimentos dos professores P4 e P11:

P4: *Eu acho que é um conteúdo que não tem como ser estanque, não por que tá (sic) num livro de 3º ano que ele vai ser trabalhado lá. [...] Eu acho que metade, não sei que percentual dos nossos colegas trabalham a biologia estanque, chata, horrível. Acho que tem que ser trabalhada desde que a criança entra na escola, devagarinho.*

P11. [...] *acho importante, na 5ª série que trabalha a botânica já começar a falar da diversidade e tudo mais. Na 6ª série, que é zoologia ainda mais. Então, eles [alunos] têm que ter essa noção de evolução para poder entender a própria diversidade.*

Os relatos de P4 e P11 mostram que os conteúdos de ciências podem ser trabalhados com um enfoque evolutivo no ensino fundamental, no entanto P4 ressalta que muitos professores tendem a ensinar uma biologia fragmentada sem um enfoque evolutivo, tornando-se um ensino conteudista e memorístico.

Segunda categoria: Evolução Biológica como Apêndice no ensino de biologia

Esta categoria engloba todas as respostas dadas pelos professores que entendem que a EB é apenas mais um conteúdo a ser trabalhado pela disciplina de Biologia e que deve apenas aparecer no ensino médio. Esta ideia está exemplificada nos relatos de P3 e P7 quanto ao momento de abordagem:

P3. *Normalmente junto com a genética ou após a genética. Acho que em função da genética o ideal é o ensino médio.*

P7. *Eu creio que talvez possa ser dada mais ênfase a evolução no ensino médio, mas eu acho que é um assunto muito complexo para ensino fundamental.*

As expressões “o ideal é o ensino médio” (P3) e “é um assunto complexo para o ensino fundamental” (P7) demonstram que, para o entendimento destes professores, o tema EB deve ser trabalhado apenas no ensino médio por se tratar de um conhecimento muito complexo para o ensino fundamental. P3 também salienta que este assunto deve ser tratado próximo ao conteúdo de genética por ser essencial para seu entendimento. Tidon e Lewontin (2004) relatam que esta sequência apresentada para os alunos é vista pelos professores como uma

maneira de suprir os conhecimentos gerais de temas relacionados, como a genética. Podemos inferir que para estes professores a EB é trabalhada apenas como mais um tópico no currículo de Biologia.

Os professores também relataram os assuntos abordados quanto ao tema evolução:

P7: Eu não trabalho nada além do Lamarck, Darwin e o Neodarwinismo, bem como tá (sic) nos livros. O que eu saliento é qual a importância do Lamarck... Por ter ele sido um dos primeiros a trabalhar evolução numa época em que não se acreditava em evolução e a contribuição do Darwin também [...]

P16: Eu vejo da evolução clássica pra nortear como fio condutor, Lamarckismo e Darwinismo pra situar[...]

Sobre esta questão os professores destacam que os assuntos mais tratados são aqueles que normalmente aparecem nos livros didáticos, ou seja, lamarckismo, darwinismo e neodarwinismo. Tidon e Lewontin (2004) demonstraram que estes assuntos são considerados fáceis por parte dos professores, entretanto, boa parte deles apresenta concepções lamarckistas para explicar processos evolutivos.

Dificuldades da práxis docente no ensino de Evolução Biológica

Neste bloco apresentamos as dificuldades que os professores encontram para tratar o assunto EB. Entre essas dificuldades destacamos a utilização do material didático, tempo disponibilizado e as crenças.

Quanto à utilização do material didático notamos na fala de P7 dificuldade de trabalhar o tema relacionado com os tópicos trazidos pelos livros didáticos, sendo estes semelhantes entre os livros.

P7: A dificuldade é que todos os livros didáticos trazem a mesma coisa sobre evolução, não há uma diferença e talvez não seja muito didático para o aluno. Se não há participação do professor para explicar, ele lendo sozinho não consegue entender principalmente as diferenças entre as teorias do Darwin e Lamarck.

Entretanto, P7 manifestou anteriormente que os assuntos abordados em sua aula são aqueles apresentados pelos livros didáticos, o que pode levar à interpretação de que o conhecimento deste professor sobre o tema limita-se aos conteúdos dos livros. Já para P8, este é um momento ideal para reflexão por parte dos alunos, ao ser questionado sobre as dificuldades encontradas:

P8. Não tenho dificuldades. Acho que é um tema que os alunos são bastante receptivos. Eu acho que eles gostam de fazer discussão, por que é um tema polêmico. Sai daquela rotina, fixa do conteúdo. [...] qualquer ideia que o aluno tenha serve como base de discussão. E se ele tiver uma ideia que a gente considere equivocada, vamos discutir com ele e tentar chegar num consenso. [...] Ver de onde ele trouxe isso e ver o que se dá para fazer e onde se pode chegar.

No depoimento de P8 fica claro que considerar as concepções prévias dos alunos leva a um momento de reflexão, discussão e conseqüentemente enxergar as possibilidades que a evolução fornece para o dia-a-dia do aluno abandonando aquele ensino conteudista e memorístico

Quanto às crenças são feitas algumas considerações sobre as ideias religiosas dos professores e alunos e suas relações com os conhecimentos de evolução. Assim, tomamos como referencial o conceito de Magistérios Não-Interferentes (MNI) proposto por Gould (2002). Para este autor, ciência e religião são áreas de conhecimentos distintas, cabendo à ciência desenvolver os conhecimentos relativos à factualidade da natureza, enquanto que a religião deve se ocupar em compreender os aspectos relacionados ao significado e valores da vida humana. Assim, cada um destes magistérios tem uma área delimitada para sua investigação, não devendo um interferir sobre o magistério da outra. Para P19 e P20 suas crenças dificultam este ensino conforme relatos:

P19: *A frase (de Dobzhansky) é verdadeira se levarmos em conta apenas a Teoria da Evolução para se trabalhar Biologia. Mas, se olharmos sob um prisma criacionista, a frase torna-se sem efeito. Vale salientar, que para o evolucionismo, as espécies surgiram por uma sucessão de acidentes, digamos assim, onde os mais fortes têm vez. [...] nas adaptações que os seres sofrem, nos ambientes que eles vivem. Eu acho que serve pra isso. Pra mim eu acho difícil por que eu sou criacionista.*

P20. *Assim oh, eu essa parte bate muito com o que eu fui criada, acreditando em Deus, então assim, quando eu vou falar no 1º ano que a gente fala no processo da origem da vida, e origem dos seres vivos isso me questiona bastante. E aí torna um pouco difícil, porque se tu não tens segurança daquilo que tu tá (sic) falando pro aluno... Então o que é que eu falo, coloco o que ta (sic) no livro, passo pra eles, mas no fundo talvez não seja minha verdade. Então, talvez o aluno às vezes fique em dúvida daquilo que eu falei e ele questiona bastante isso: professora será que foi realmente isso que aconteceu? É difícil.*

Os depoimentos de P19 e P20 permitem inferir que suas crenças dificultam o ensino da origem e evolução da vida interferindo no processo de ensino aprendizagem do aluno. Estes professores não apresentam bem definidos os MNI propostos por Gould. Para complementar este ensino, P20 demonstra para seus alunos o criacionismo como uma teoria científica:

P 20. *[...] eu acho que a evolução tá muito ligada com a filosofia e a sociologia e também com o próprio ensino religioso depende da escola que têm. [...] esse ano quando a gente começou no 1º ano a origem da vida eu fiz um trabalho juntamente com a professora de religião que daí, o Designer inteligente, nós descobrimos juntas. Então ela falava da parte humana da evolução e eu da parte biológica, ficou bem legal. A gente tenta suprir essas dificuldades que surgem de tempo.*

O fragmento “o Designer inteligente (DI), nós descobrimos juntas”, retrata como P20 tenta dar uma explicação plausível em relação à origem dos seres, não ferindo sua crença. Castro e Leyser (2007) relatam que para os adeptos do DI toda diversidade é produto de uma mente que a idealizou; não há, portanto, espaço para conceitos como adaptação, fenômenos de convergência adaptativa e homologia. Ou seja, antes mesmo de existir realmente a “ideia de produto” já foi planejada por uma mente criadora.

Já P7, quando confrontado com as crenças dos alunos, recorre a um caminho que não condiz com um ensino correto da Teoria Evolutiva.

P7: *Geralmente, dificilmente surgem, quando surgem é algum ou outro aluno que tenha uma religião e que seja atuante e aí não concorda. Mas se deixa bem claro que são teorias, Lamarckismo e Darwinismo são Teorias (frisa bem) pra explicar evolução.*

P7 coloca para seus alunos que, em relação à ciência, nada pode se afirmar, a EB no seu entendimento não se configura como um fato aceito pela ciência. Não leva em conta que Lamarckismo e Darwinismo são teorias que construíram tal conhecimento. Encontra neste

caminho uma forma de não entrar em conflito com as crenças dos alunos. Fica claro que P7 tem dificuldades em separar estes dois magistérios: ciência e religião.

P10, por sua vez, lida com esta situação de forma coerente, conforme relato:

P10. [...] esse ano, um aluno que é da igreja evangélica, não que ele complique, mas ele fica tipo irritado durante a aula. [...] Daí eu mostro que eu não vou mudar a crença dele, [...] mas gostaria pelo menos entendesse o conceito. [...] então, esses que têm uma religião mais fixa na ideia do criacionismo, não aceitam, não chega a ser um problema acho que é uma questão de discussão.

Observamos que esse professor aceita o conflito como algo inerente às relações humanas, procurando trabalhar o conflito quando este emerge em sala de aula, mostrando que existe razões que levam a diferentes visões. Percebe-se também que este professor respeita os diferentes pontos de vista que podem surgir a respeito do assunto. Entendemos que levar em consideração diferentes concepções contribui para a construção do conhecimento de cada indivíduo.

O tempo também é apontado pelos professores como uma dificuldade no processo de ensino e aprendizagem, principalmente da EB.

P20. [...] nosso aluno não é mais questionador [...] eles ou talvez nós, estamos errando porque a gente já dá conceitos prontos. Então, vamos tentar fazer com que o aluno construa o conceito, mas pra ele construir o conceito tu direciona (sic). Tu vais conseguir um aluno mais questionador no momento que tu abres um caminho pra ele debater, mas o professor vai ter que estar muito mais preparado vai requerer mais tempo pra leitura. O que a gente hoje em dia não tem.

Para P20 é necessário lidar com as concepções prévias dos alunos na construção do conhecimento. Reconhece a necessidade da formação continuada, entretanto, podemos inferir que o tempo, em alguns casos, pode ser usado como um interfúgio para que a atualização do professor não aconteça. P16 e P17 também manifestaram dificuldades em trabalhar o tema em função do tempo:

P16. Sim, primeiro a posição do conteúdo [...] geralmente é o último conteúdo a ser abordado. Segundo a teorização, via os livros didáticos, tem que fazer um recorte, pra que fiquem simplesmente teorias.

P17. O Livro que eu sigo não tem nada sobre Lamarck e Darwin [...] sigo o livro do cursinho. Como eu cheguei agora e tenho que dar a matéria praticamente há um mês e meio [...] dou o resumo, explico e faço comentários, tá (sic) bem interessante as aulas.

Fica clara a ideia de redução de conteúdos por P16 e P17 demonstrando, claramente a dificuldade que os professores apresentam em relação à disponibilidade de tempo pra trabalhar o tema, comprometendo assim, questões, como o pensamento evolutivo, que poderiam ser essenciais para o entendimento do processo evolutivo e sua inserção nas demais áreas da biologia.

Conclusão

O trabalho teve por objetivo investigar se o pensamento evolutivo caracteriza-se como eixo central no ensino de Biologia e identificar possíveis dificuldades na abordagem do tema por parte dos professores. Os dados apurados nos permitiram elaborar as seguintes considerações:

- Na prática docente dos participantes, o ensino de EB apresenta dificuldades. Os professores estão despreparados para trabalhar o tema de forma correta o que dificulta a construção de um conhecimento coerente com a ciência por parte dos alunos. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos desenvolvidos por Gayon (2001), Tidon e Lewontin (2004), Carneiro (2004), Castro e Augusto (2007) e Sepúlveda e El-Hani (2009).

- Os participantes reconhecem a importância da EB como fato explicativo para os fenômenos da vida, entretanto, a maioria não insere a EB como eixo integrador no ensino de Biologia.

- Dificuldades como material utilizado, tempo e crenças dos professores também são fatores que podem dificultar o ensino de EB, implicando numa abordagem fragmentada, conteudista e memorística no contexto do ensino biológico.

Assim, para suprir essas dificuldades, é necessário investir na formação do professor de Biologia como um fator decisivo para a desconstrução da fragmentação dos conteúdos biológicos desenvolvidos no ambiente escolar.

Referências

AMORIM, D. de S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de Zoologia e Botânica. **Ciência & Ambiente**, n.36, p.5-10, 2008

ALMEIDA, A.V., FALCÃO, J.T. da R. (2005). A Estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, 11, 1, 17-32.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 1999. 364p.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, 2006. Disponível em: <portal.Mec.gov.br/se/arquivos/p.f./book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 22 Maio. 2010.

CARNEIRO, A. P. N. **A Evolução Biológica aos olhos de professores não licenciados**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis.

CASTRO, E.C. V; LEYSER, V. A ética no ensino de evolução. In: MORTIMER, E.(Org). 6., 2007, Florianópolis. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2008.

CASTRO, N.B.L, AUGUSTO, TG.S Análise dos trabalhos do ensino de evolução, In: Atas do **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis- SC: ABRAPEC,. 2009

CICILLINI, G. A. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: A teoria da evolução como exemplo**. 1997. 298fs. Tese de Doutorado em Metodologia de Ensino – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

CICILLINI, G.A. **A Evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º Grau- Análise da concepção de Evolução em Livros Didáticos.**1991.126f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Ensino) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1991.

COIMBRA, R. L., SILVA, J. Ensino de Evolução Biológica e a necessidade de formação continuada. In: Atas do **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis- SC: ABRAPEC, 2007.

GAYON, J. Ensinar Evolução. In: MORIN, E. **A religião dos saberes: o desafio do Século XXI**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil Ltda., 2001.

GOEDERT, L. **A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica.** 2004. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis.

GOEDERT, L.; DELIZOICOV, N. C., ROSA, V. L. A formação de professores de Biologia e a prática docente - O ensino de evolução. In: Atas do **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2003.

MAYR, E. (1904-2005). **O que é Evolução**/Ernst Amyr; tradução e prefácio de Ronaldo Sergio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, [2009].

MEYER, D. e EL-HANI, C.N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP. 2005 132p.

MORAES, R. Mergulhos Discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In. GALIAZZI, M. do C.; FREITAS, J. V. de. (org.). **Metodologias emergentes em educação ambiental**. Ijuí: Unijuí, 2005, 216 p.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S; A, A. C.R. (orgs.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff. 2005,p. 76-81.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: Religião e ciência na trajetória de formação de alunos Protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências** .v.9n.2, p. 137-175, 2004.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C. N. Ensino de Evolução: uma experiência na formação.Inicial de professores de biologia. In: TEIXEIRA, P. M. M; RAZERA, J. C. C. **Ensino de Ciências pesquisas e pontos em discussão**. 1. ed. Campinas: Komedi, 2009, p. 21-45.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v.27, n.1, p.124-31, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da Evolução Biológica: um desafio para o século XI Evolucionismo **Com Ciência**: revista eletrônica de jornalismo científico n.107, 2009. Disponível em < <http://www.conciência.com.br>>. Acesso em 15 de dezembro de 2009.

CAPITULO 2

Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas

2.1 Apresentação

Este capítulo apresenta o artigo intitulado Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas e publicado na REEC: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 12, Nº 1, 110-125 (2013)* (ISSN 1579-1513) e constituiu a primeira etapa de pesquisa do doutorado.

Uma educação científica adequada só é garantida por estudantes e professores por meio da compreensão da Natureza da Ciência (NdC). Compreender a NdC requer um entendimento de seu funcionamento, de como se dá a construção e o desenvolvimento do conhecimento que ela produz. No entanto, muitas vezes, as concepções de professores e estudantes, incluindo de futuros docentes, não passam de uma visão “popular” da ciência, associada a um suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e até mesmo, infalível.

Os resultados obtidos na investigação com professores, apresentados no primeiro capítulo, nortearam esta pesquisa. Os dados mostraram uma fragilidade de conhecimentos do campo específico referente à EB. Muitos professores estão despreparados para tal abordagem como eixo norteador nas diferentes áreas da Biologia, tendo em vista que em alguns casos há interferência de suas crenças no processo de ensino deste tema. Provavelmente reflexo de uma formação inicial fragmentada, sendo necessário investir na formação de professores, tanto inicial quanto continuada, garantindo assim uma ruptura no processo histórico que é a fragmentação dos conteúdos.

Assim, esta investigação buscou atender aos objetivos de identificar a presença de concepções sobre NdC e as crenças atribuídas ao conhecimento científico de estudantes de diferentes semestres de um curso de graduação em Ciências Biológicas, tentando identificar se estes futuros profissionais estão mais preparados ou não em relação aos professores investigados. Já que é sabido que o comportamento e a visão científica dos professores de ciências é consequência de seu processo de formação, onde existe uma carência de um entendimento da natureza e das metas da ciência.

Esta etapa foi realizada no segundo semestre letivo do ano de 2011, contou com a participação de 99 estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Este trabalho apresenta a análise de questões fechadas e abertas. A análise das questões fechadas refere-se às características gerais dos sujeitos e análise das questões abertas referem-se à visão da ciência e a influência das crenças religiosas na compreensão das explicações científicas. Para esta última contamos com a técnica denominada Discurso do Sujeito Coletivo (DSC).

No geral a análise dos dados revelou que os alunos apresentam uma visão positivista da ciência o que pressupõe a neutralidade científica. Também que a crença em Deus não interfere na produção do conhecimento.

Para tanto, percebe-se que ainda há uma necessidade de investir na formação inicial destes futuros professores em relação aos conhecimentos sobre a NdC, pois estes conhecimentos é que serão transmitidos futuramente. Neste contexto é importante saber que um estudante de formação inicial já tem uma imagem consolidada do que é ser aluno e também do que é ser professor. Esta aprendizagem experiencial é parte essencial da formação prática de um professor (FORMOSINHO, 2009).

2.2. Apresentação do artigo publicado na REEC- Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias.

Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas

Luciane Carvalho Oleques¹, Noemi Boer² e Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos³

¹Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: loleques@gmail.com. ²Centro Universitário Franciscano, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: nboer@terra.com.br. ³Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: marlisesbs@gmail.com.

Resumo: Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que procurou identificar as diferentes visões sobre Natureza da Ciência (NdC) e crenças de estudantes em nível universitário. Utilizamos a metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo para a análise dos dados. Os resultados mostram que os as visões de NdC dos universitários não se afastam de uma visão popular da ciência e que suas crenças podem influenciar a aceitação ou rejeição das explicações científicas.

Palavras chave: natureza da ciência, crenças, alunos de biologia.

Title: Reflections on the different views about the nature of science and beliefs of students of in biology undergraduate courses.

Abstract: This paper presents results of a survey that sought to identify the different views about the Nature of Science (NOS) and beliefs of students at the university level. We use the methodology of the Collective Subject Discourse to analyse the data. The results show that the views of the students about Nature of Science do not depart from a common view of science and their beliefs can influence the acceptance or rejection of scientific explanations.

Keywords: nature of science, beliefs, biology students.

Introdução

A Natureza da Ciência (NdC) tem sido definida de várias maneiras ao longo dos anos, mas em particular a expressão "Natureza da Ciência", refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como caminho para o conhecimento ou ainda aos valores e crenças presentes no processo do conhecimento científico (Ledermann, 1992). Para Reiss (2009) a NdC é usada como uma abreviação para algo como a ciência é feita e com o que

os cientistas trabalham, contendo, portanto dois elementos: a prática de fazer ciência e o conhecimento produzido.

Entretanto, a educação científica tem como objetivo garantir que os estudantes adquiram uma compreensão adequada da NdC (Petrucci; Dibar Ure, 2001). Gil-Pérez (2008) argumenta que é necessário combater visões não adequadas e tentar fazer com que estudantes e até mesmo professores possam ter uma visão mais ampla do conhecimento científico fazendo parte de um processo de alfabetização científica.

Compreender adequadamente a NdC requer um entendimento de seu funcionamento interno e externo, como se dá a construção e o desenvolvimento do conhecimento que ela produz, os métodos utilizados para validar este conhecimento, os valores implícitos ou explícitos nas atividades da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações com a sociedade e com o sistema técnico-científico e as contribuições deste conhecimento para a cultura e o desenvolvimento da sociedade (Acevedo- Díaz, 2005). No entendimento de Carvalho (2001), é necessário que os cidadãos se apropriem da compreensão de NdC para se posicionarem frente a esta discussão, favorecendo o processo de alfabetização científica e tecnológica da população.

Assim, vários trabalhos (Lederman, 1992; Harres, 1999; Praia *et al.*, 2007; Gil-Pérez *et al.*, 2001 e 2008, entre outros) têm demonstrado que estudantes e mesmo professores, possuem em geral, independente do nível de atuação, concepções inadequadas sobre a ciência e sobre os cientistas.

As concepções sobre o conhecimento científico dos professores devem ser consideradas uma vez que serão as suas visões e não a visão de especialistas e filósofos que serão praticadas em sala de aula (Brickhouse, 1989). Este mesmo autor aponta em seu trabalho que a possibilidade de ter uma visão de teoria científica como "verdade" pode levar um professor a evitar "verdades" que vão contra, por exemplo, a suas crenças religiosas. Entretanto, Mellado (1997) demonstra em seus estudos que não há correspondência entre as concepções de NdC de professores e a sua orientação didática.

A partir da contextualização sobre o tema em estudo, o objetivo deste trabalho é identificar a presença de diferentes concepções sobre NdC e as crenças atribuídas ao conhecimento científico de estudantes de um curso de graduação em Biologia, da Universidade Federal de Santa Maria da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Assim, este trabalho está organizado em quatro partes. Inicialmente apresentamos um referencial teórico sobre a natureza da ciência apontando suas visões inadequadas bem como, o essencial para o desenvolvimento do trabalho científico, e sobre a relação entre ciência e crença com o intuito de embasar o estudo em questão; a seguir descrevemos o desenvolvimento metodológico do trabalho; na sequência são apresentados os resultados e

discussão dos participantes da pesquisa; e na parte final as considerações finais e suas implicações para o ensino de ciências.

Referencial teórico

Segundo Lederman (1992), o termo NdC refere-se ao conjunto de saberes sobre princípios epistemológicos envolvidos na construção do conhecimento científico, incluindo as crenças e valores inerentes a este processo.

Neste sentido, Gil Pérez *et al.* (2001) questionam que professores de ciências e com uma formação científica em Biologia, Física ou Química, deveriam ter adquirido uma linguagem adequada da construção do conhecimento científico e, portanto, estariam aptos a transmiti-la.

No entanto, as pesquisas têm mostrado que as concepções de professores e estudantes, incluindo de futuros docentes, não passam de uma visão "popular" da ciência, associada a um suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e até mesmo, infalível (Fernández *et al.*, 2002; Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Algumas visões inadequadas da Natureza da ciência

Conforme Fernández *et al.* (2002) e Gil Pérez *et al.* (2001), existe consenso no que deveria ser evitado sobre as concepções inadequadas da NdC:

A concepção empírico-indutivista e ateórica, ou seja, que enfatiza o papel 'neutro' da observação e da experimentação. Não destaca a influência de ideias apriorísticas e atribui que a essência da experimentação coincide com a de 'descoberta' científica. Uma imagem 'ingênua' da ciência, socialmente disseminada e aceita. Assim, é preciso considerar que toda a investigação é orientada por referenciais teóricos aceitos pela comunidade científica.

Uma visão rígida da ciência (algorítmica, exata, infalível,...), em que sugere um procedimento de regras definidas e mecânicas do método científico, destacando um tratamento quantitativo. Esta é uma imagem amplamente difundida entre os professores. Entretanto, há uma grande variedade de métodos e é necessário considerar a inclusão da criatividade no processo de construção do conhecimento.

A ciência aproblemática e ahistórica (portanto dogmática e fechada) em que os conhecimentos já elaborados são transmitidos, sem demonstrar os problemas que lhe deram origem, sua evolução e as dificuldades encontradas. Trata-se de uma concepção que o ensino de ciências reforça por omissão. Sendo assim, devemos considerar os processos de construção da ciência.

A compreensão exclusivamente analítica, em que prevalece a visão fragmentada da ciência. Este tipo de distorção aparece principalmente entre professores e livros didáticos. É necessário considerar os processos de unificação (no caso da biologia o evolucionismo) como uma

característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos na educação científica.

Concepção acumulativa de crescimento linear da ciência, onde o conhecimento científico é apresentado de forma simplista. Nesta concepção, o ensino reforça a visão linear, uma vez que não mostra como os conhecimentos foram construídos. Para que isso não ocorra é necessário considerar os confrontos e os processos de mudança ocorridos na História da Ciência nos processos de ensino.

Uma visão individualista e elitista da ciência, onde os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados e que seus resultados são capazes de confirmar ou refutar uma teoria. Aqui, deve-se considerar que o trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho de equipe, que é necessário um esforço para tornar a ciência acessível e mostrar seu caráter de construção humana.

E por fim, a visão socialmente neutra da ciência, esquecendo-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS). É preciso compreender o caráter social do desenvolvimento científico, influenciado pelos problemas e circunstância do momento histórico. Do mesmo modo, a ação dos cientistas tem uma forte influencia sobre o meio físico e social em que se insere.

Ciência e Crenças

Já não é novidade que visões de mundo, incluindo as crenças religiosas, têm influenciado na perspectiva da aceitação ou rejeição das explicações científicas.

Cobern (1996) argumenta que os estudantes podem aprender os conceitos científicos sem abrir mão de suas visões de mundo que, muitas vezes, incluem conteúdos não necessariamente restritos aos científicos.

Para este autor (1991, 1996) as visões de mundo são individuais, culturalmente dependentes e socialmente construídas. Isso significa dizer que estas visões emergem das relações que os seres humanos estabelecem entre si, com o ambiente não humano e com a própria organização social. Considera assim, que a ciência não é o único componente das visões de mundo e sim mais um, assim como a religião e o senso comum.

As visões de mundo estão ligadas a uma determinada época e a civilizações específicas, de maneira que é possível concebê-las numa perspectiva histórica e de mudança. As mudanças pressupõem ruptura e/ou reorganização de alguma forma de conhecimento para que novas visões de mundo sejam concebidas. Estas acontecem a partir das experiências vivenciadas, possibilitam novas compreensões e, por decorrência, o avanço do conhecimento (Cobern, 1991, 1996).

Mahner e Bunge (1996) destacam que a visão de mundo da religião inclui uma ontologia supernaturalista, ou seja, uma coleção de doutrinas

acerca do sobrenatural e de nossas relações com ele. No que diz respeito ao sistema interno de valores da religião, os autores argumentam que existe apenas um item em comum com a ciência, a busca pela verdade. Assim, muitas crenças só podem ser mantidas desconsiderando-se os valores de testabilidade, exatidão, lógica e clareza. Neste sentido, afirmam que estes dois sistemas de conhecimento não são apenas diferentes, mas incompatíveis, dos pontos de vista doutrinário, metafísico, metodológico e de atitudes. No ponto de vista metafísico, a ciência é naturalista e materialista e não contempla a existência de entidades sobrenaturais, ao contrário da ontologia supernaturalista das religiões. Já no que se refere às diferenças metodológicas entre ciência e religião, estes autores afirmam que a ciência é justificada cognitivamente pelo campo da evidência, enquanto que as convicções religiosas não são passíveis de testes empíricos. Devido à incompatibilidade entre ciência e religião, Mahner e Bunge (1996) argumentam que, ao formar sua visão de mundo, a pessoa tem que optar entre a perspectiva científica e a religiosa.

Entretanto, autores como Lacey (1996) e Gould (2002) manifestam que crença e ciência são independentes e complementares, dado que ciência e religião respondem a distintas necessidades humanas. Assim, não há possibilidade de conflito epistemológico real entre religião e ciência, devido a sua incomensurabilidade. Portanto, a ideia de que as pessoas devem optar por apenas uma destas perspectivas no desenvolvimento de sua visão de mundo é inaceitável.

Russel (2001), no entanto, argumenta a possibilidade de criar um campo interdisciplinar reunindo teologia e ciência, considerando-o o único capaz de fornecer uma visão integrada da realidade. Pesquisadores do *Center for Theology and Natural Science* (CTNS) vêem as diferenças doutrinárias e metafísicas entre ciência e religião, citadas por Mahner e Bunge, não como incompatíveis, mas como questões a serem investigadas pelo crescente e verdadeiro campo interdisciplinar da teologia e ciência (Russel, 2001). Membros da CTNS investigam o que Mahner e Bunge (2001) chamam de incompatibilidades doutrinárias, por exemplo, tópicos relacionados à "Teologia e Biologia Evolutiva", "Evolução e Criação contínua", "Deus e natureza", entre outros (Russel, 2001).

Assim, pode-se pensar um debate entre diferentes abordagens sobre a relação entre ciência e religião, na qual as pessoas podem explicar um mesmo fenômeno ou um mesmo conceito a partir de diferentes formas de pensar, desde que estas sejam mobilizadas em diferentes contextos.

Metodologia da pesquisa

A abordagem da pesquisa é de natureza quali-quantitativa. Os dados foram coletados por meio de um questionário contendo questões abertas e fechadas.

A parte empírica da investigação, realizada no segundo semestre letivo do ano de 2011, contou com a participação de 99 estudantes do curso de

Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Referente aos critérios éticos, os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo o sigilo das informações e o seu anonimato, conforme orientações da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (Brasil, 2006).

Neste artigo, apresentamos a análise das questões fechadas, referentes às características gerais dos sujeitos e de quatro questões abertas referentes à visão de ciência. A discriminação das questões é apresentada na seção de análise e discussão dos dados.

Para a análise dos dados desta pesquisa optamos pela técnica denominada Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), proposto por Lefèvre e Lefèvre (2003), formulada a partir do conceito de Representações Sociais e cujo objetivo é analisar qualitativa e quantitativamente respostas discursivas. Trata-se de um método que, segundo os autores, expressa de forma mais clara uma representação social.

A metodologia do DSC consiste na soma dos discursos obtidos e definida como "Discurso do Sujeito Coletivo", que é o discurso síntese, feito na primeira pessoa do singular (Lefèvre e Lefèvre, 2003). Os discursos individuais são organizados e reunidos de forma a expressarem o pensamento de uma coletividade. O processo de organização dos discursos perpassa pela análise preliminar dos relatos dos sujeitos para selecionar as ideias centrais e/ou ancoragens e as expressões-chave, chamadas de figuras metodológicas, conforme os autores. A partir de todos os depoimentos individuais são extraídas uma ou mais expressões-chave (ECH) que posteriormente são agrupadas de acordo com elementos comuns formando um discurso-síntese (DSC) nomeado ideia central (IC).

Resultados e discussão

Os resultados aqui apresentados apontam questões referentes às características pessoais dos estudantes e relacionadas ao entendimento sobre a ciência.

Sobre as características pessoais dos participantes, os resultados mostram que a maior parte é do sexo feminino (67,7%), e um terço do sexo masculino (32,3%). A maioria deles (63,6%) encontra-se na faixa etária dos 20 aos 25 anos, seguido por alunos até 20 anos (31,3%), o que demonstra que os alunos terminaram o ensino médio no tempo adequado. Grande parte dos estudantes de graduação (66,7%) concluiu o ensino médio em escola pública e 26,3% em escola particular; os demais realizaram o ensino médio tanto em escolas públicas quanto em particulares, ou no ensino profissionalizante. Entre os participantes 69,7% escolheram o curso de Biologia como primeira opção.

Quanto à escolaridade dos pais, os resultados apontam que mais da metade dos participantes apresentam pelo menos um dos pais com ensino superior (52,5%), sendo que os demais concluíram apenas o nível médio

ou fundamental. A renda familiar de 49,5% dos participantes é de até cinco salários mínimos; 31,3% entre cinco a 10 salários; e 8,1% com mais de 10 salários. No que se refere à religião, destacamos a católica (40,4%) entre atuantes ou não, 22,2% aos que se revelaram ateus e/ou agnósticos e os demais pertencem a outras religiões, entre elas, espírita, evangélica, budista, luterana e adventista do 7º dia.

Em relação às questões da NdC, apresentamos os discursos coletivos dos participantes. Esses discursos estão representados por meio de uma ideia central (IC) e respectivo percentual. Em alguns casos, um mesmo participante aderiu a mais de uma IC. Os dados também estão sumarizados em gráficos que mostram a relação entre percentagem dos estudantes de cada semestre e o discurso, bem como a percentagem de alunos que não responderam tais questões.

Representações sociais dos estudantes quanto à ciência:

Para a pergunta I: Para você o que é ciência? Emergiram as seguintes ideias centrais:

DSC I- Estudo da vida (31,3%) - a ciência serve para explicar os fenômenos da natureza e o funcionamento do mundo.

DSC II- Explicação empírica indutivista (50,5%) - a ciência serve para explicar o mundo natural por meio de uma metodologia científica.

DSC III- Explicação construtivista (7,1%) - a ciência serve para explicar o mundo natural por meio de uma metodologia científica que pode ser refutada.

DSC IV- Ciência utilitarista (5,1%) - a ciência convém para servir a comunidade, melhorando a qualidade de vida das pessoas.

As IC dos estudantes quanto a NdC estão sumarizadas a seguir na figura 1:

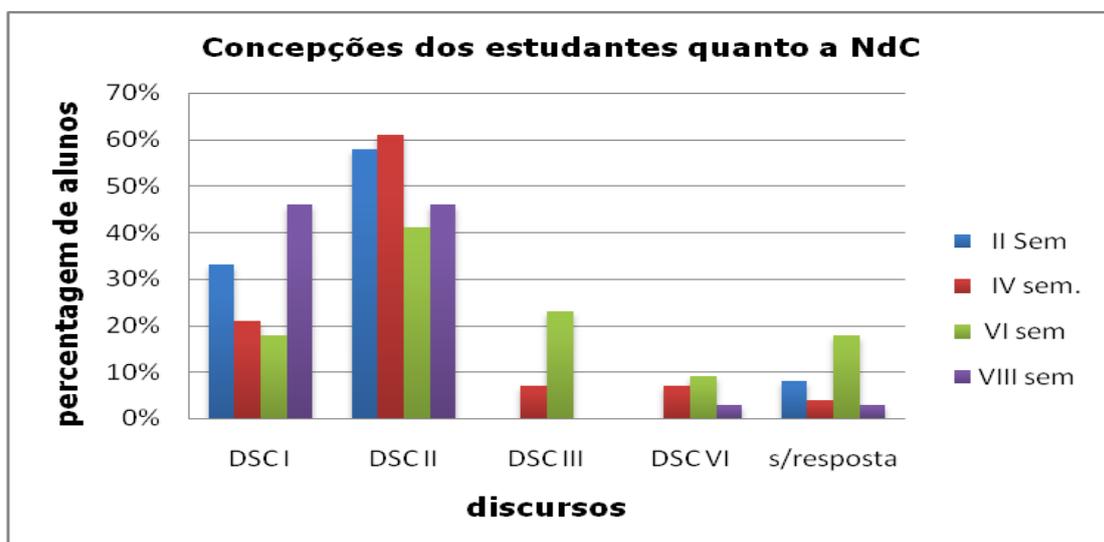


Figura 1. Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à pergunta "o que é ciência".

Os resultados mostram uma maior adesão aos discursos DSC I (Estudo da vida) e DSC II (Explicação empírico indutivista) pelos estudantes de todos os semestres. Entretanto, os alunos do II e VIII semestres transitaram quase que exclusivamente por estes dois discursos ao contrário dos alunos do IV e VI que perpassam por todos os discursos apresentados. Esperava-se que os alunos do VIII semestre, por estarem no final do curso, apresentassem concepções mais abrangentes da NdC. Conforme McComas (2008) o conceito da NdC é bastante complexo e dinâmico, por envolver resultados de estudos de diversas áreas como história, filosofia e sociologia das ciências. Neste sentido não há uma única natureza da ciência, uma vez que existem várias ciências e suas naturezas mudam muito ao longo da história. A ciência apresenta-se como um fenômeno cultural muito difuso para ser caracterizado por uma natureza única (Eflin *et al.*, 1999).

O DSC I (Estudo da Vida) representado por 31% dos alunos incluiu respostas de natureza mais vaga, nas quais a ciência é concebida simplesmente como o estudo da vida, entretanto ressaltamos que esta é uma visão adequada da NdC, mas não a única correta. Henrique *et al.* (2010) mencionam que um dos tópicos consensuais sobre a NdC é que a ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos naturais e implica, para fins práticos, que seu objeto de estudo é real, bem como, que a ciência busca descrever o mundo de uma maneira simples, ordenada e compreensível.

A metade dos estudantes (50,5%) aderiu ao DSC II (Explicação empírico indutivista), que pressupõe que a ciência defende o método científico. Esta visão da NdC é bastante comum entre os estudantes de todos os semestres que participaram da pesquisa e é caracterizada pela concepção de que os cientistas obtêm suas teorias a partir de observação, da experimentação e de metodologias estabelecidas, ou seja, uma visão empírico-indutivista onde a verdade das teorias, modelos e leis seriam determinadas pelo uso do método científico, justificando a autoridade e valor da ciência, o que a difere de outros tipos de conhecimento (Videira, 2006). Contudo, Henrique *et al.* (2010), em sua lista de tópicos "consensuais" sobre a NdC, alegam que há uma grande variedade de métodos e que deve-se considerar a criatividade do cientista no processo de construção do conhecimento, tornando esta uma concepção inadequada da NdC. Entretanto, compartilhamos com Videira (2006) que é possível "salvar" parte do método científico principalmente no que se refere ao contexto de justificativa quando a teoria é apresentada e defendida diante da comunidade científica, garantindo a racionalidade da ciência. Para Bunge (2002) a ciência é um estilo de pensamento e ação, precisamente o mais proveitoso de todos os estilos, pois para a construção do conhecimento científico é necessária a investigação, o método científico.

Já o DSC III (explicação construtivista) propõe uma visão de ciência que se configura por uma explicação lógica do mundo natural e que pode

ser refutada. Esta IC teve baixa adesão entre os participantes (7,1%), mas significativa entre os estudantes do VI semestre (23%). Esta visão dinâmica da ciência, em que o conhecimento é uma construção do sujeito, implica em uma concepção de NdC construtivista em que não se espera encontrar uma verdade absoluta, mas aproximada e que pode ser modificada (Ferraz e Oliveira, 2006).

Por fim, o DSC IV (Ciência utilitarista) foi compartilhado por uma minoria (5,1%) dos participantes e refere-se à IC de que a ciência é feita para a comunidade, para melhoria da qualidade de vida das pessoas. Esta ideia pressupõe que há um papel social para as ciências, ou seja, voltada para a sociedade, à tecnologia e o ambiente como uma consequência das ideias científicas serem afetadas pelo seu meio social e histórico. Esta observação permite inferir que a ciência só se justifica se for para o bem da humanidade.

Para a pergunta II "Qual o papel do cientista na produção da ciência?"

DSC I- O papel do cientista é explicar o mundo natural (22%)- O cientista tem o papel de buscar explicações e responder perguntas para entender os fenômenos naturais ampliando os conhecimentos sobre a vida e tudo o que nos cerca.

DSC II- O papel do cientista é produzir novos conhecimentos por meio do método científico (51%)- O cientista faz a ciência/ pesquisa e que deve ser difundida e ampliada à população. Deve desenvolver teorias comprovando-as e publicando-as na comunidade científica.

DSC III- O papel do cientista é ter ideias e fazer descobertas (11%)- O cientista cria, inventa, elabora e executa ideias; é aquele que faz novas descobertas.

DSC IV- O cientista tem um papel social (13%)- O cientista tem o papel de agregar conhecimentos relacionados com o ser humano, através de questionamentos cotidianos; da descoberta de novas tecnologias; da cura de doenças, levando estes conhecimentos para fora do círculo da ciência.

DSC V- O papel do cientista é ser ético em suas pesquisas (4%)- O cientista é o responsável pela veracidade dos dados e resultados. Deve ser íntegro e honesto ao realizar seus experimentos e ao publicar seus dados.

As IC sobre o papel do cientista estão representadas na figura 2 a seguir:

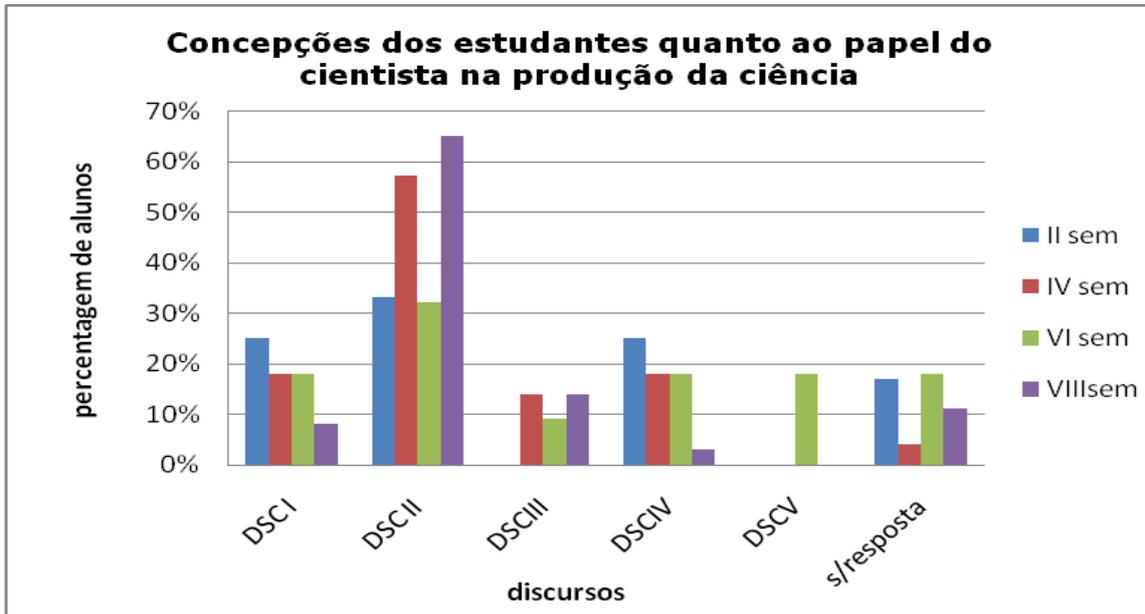


Figura 2. Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação ao papel do cientista na produção da ciência.

Foram formados cinco DSC baseados na visão dos estudantes em relação às funções dos cientistas. Em geral as ideias centrais dos discursos estão relacionadas com a ideia de NdC apresentadas pelos estudantes. Apenas as ideias dos DSC III (ter ideias e fazer descobertas) e DSC V (ser ético em suas pesquisas) não foram mencionadas na visão de NdC dos estudantes. Este último, por sua vez, foi citado somente por alunos do VI semestre (18%) e que apresentaram todas as ideias centrais mencionadas.

O DSC II (a produção do conhecimento por meio do método científico) foi o que teve maior adesão pelos estudantes de todos os semestres (51%), equiparado com o DSC II da visão de NdC destes estudantes (50,5%). Isto reforça um conhecimento epistemológico ingênuo dos estudantes e o quanto isso pode interferir na capacidade de compreender as diferentes ideias de NdC, bem como na sua prática docente futura. Consideramos que a maneira como se aprende influencia a maneira como se ensina. Esta ideia está de acordo com o que Becker (2001) defende: que o modelo pedagógico adotado pelo professor é determinado por um modelo epistemológico de conhecimento que ele traz.

Também destacamos o DSC III, onde a atividade científica é descobrir, inventar, criar, executar ideias. No trabalho de Scheid *et al.* (2007), os estudantes entrevistados apresentavam essa ideia, de que o conhecimento científico está dado na natureza, o papel do cientista é descobri-lo, ou seja, buscar um conhecimento que já existia, mas que ainda não era conhecido. Esta concepção pode ser compatível com a visão empirista de ciência, já que para "descobrir", "criar" é necessária a

experimentação, o método científico, visão muito forte entre os participantes da pesquisa.

O DSC IV (papel social) teve uma adesão muito pequena entre os estudantes, principalmente do VIII semestre (3%), isto demonstra o quanto à atividade científica, na visão destes estudantes, é neutra. Apenas uma minoria consegue perceber o cientista como um indivíduo que sofre a influência do contexto social, histórico e econômico no qual está inserido. Esta visão é um passo importante para uma compreensão adequada de NdC. Fernández *et al.* (2002) relatam que uma das visões inadequadas de NdC transmitida é de uma visão descontextualizada, socialmente neutra da ciência que ignora ou trata muito superficialmente, as complexas relações entre CTS, (ciência- tecnologia- sociedade). Quanto à relação CTS os textos escolares de ciências trazem frequentes referências que se reduzem a uma enumeração de algumas aplicações dos conhecimentos científicos, caindo assim, a uma ideia simplista da ciência como fator absoluto de progresso (Fernández *et al.*, 2002).

Já o DSC V traz a ideia de que a atividade científica deve ser feita com ética e teve a adesão apenas dos alunos do VI semestre. Esta concepção também pode estar relacionada com a visão empirista dos alunos, onde a ciência é responsável pela verdade absoluta, e esta veracidade só pode ser atingida a partir do método científico. A ciência como verdade absoluta é coerente com a visão de ética tradicional que pressupõe a ideia de universalidade, dogmática e antropocêntrica (Camargo, 2001; Vázquez, 2011).

III Pergunta: "Um cientista pode acreditar em Deus?"

DSC I- Sim, religião e ciência são complementares (4%) - O cientista pode acreditar em Deus, pois muitas coisas não podem ser explicadas pela ciência.

DSC II- Sim, pois tudo que existe é obra de um planejador (7%) - um cientista pode acreditar em Deus, pois todo o conhecimento adquirido apenas comprova sua existência e que de alguma forma influencia a sobrevivência na terra.

DSC III- Sim, pois crer em Deus faz parte da subjetividade humana (27%) - um cientista pode acreditar em Deus, pois suas crenças são opções individuais.

DSC IV- Sim, pois crença e ciência estão em esferas distintas (50%) - um cientista pode acreditar em Deus, desde que se respeite o limite entre fé e ciência, pois Deus e ciência estão em esferas diferentes e não entram em conflito.

DSC V- Sim, desde que se substituam algumas crenças por fatos científicos (5%) - Muitas coisas precisam ser ocultadas em relação o que aprendemos dentro da religião e substituídas pelas teorias melhores embasadas da ciência.

DSC VI- Não, pois um cientista deve acreditar em fatos (6%) - A religião fecha a porta para questionamentos; Acreditar em Deus contradiz como a ciência vê a vida, a criação do mundo através de experimentos e não pela criação de Deus.

A figura 3 permite visualizar o percentual de adesão dos estudantes de cada semestre as IC da crença em Deus.

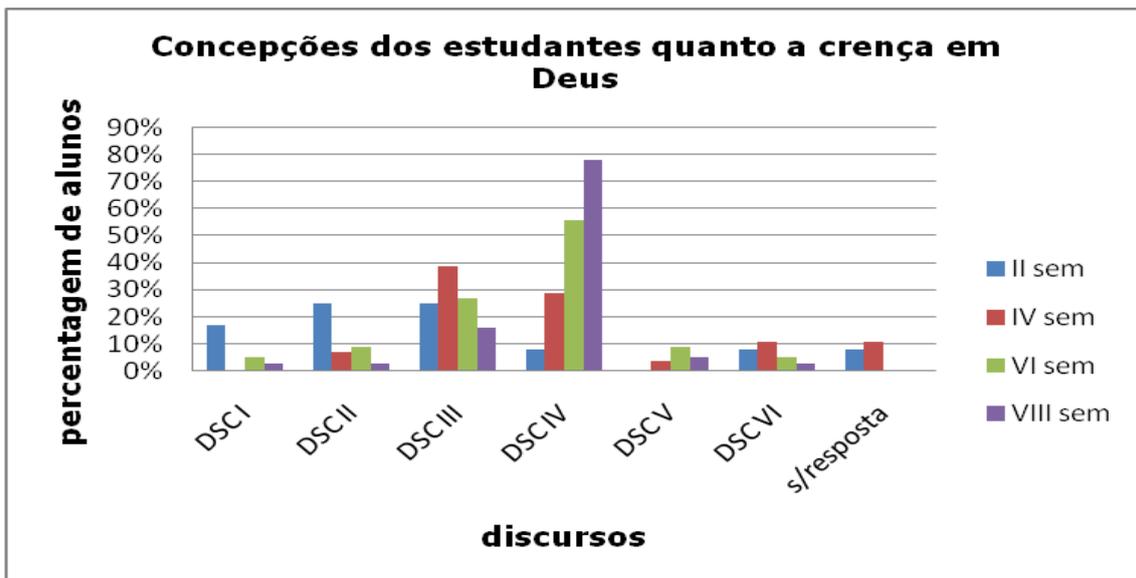


Figura 3: Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à crença em Deus pelo cientista.

Numa análise geral da questão observamos que os DSC III (Deus faz parte da subjetividade humana) e IV (Crença e ciência estão em esferas distintas) destacam-se sobre os demais discursos entre os participantes. Na medida em que os semestres avançam, gradativamente o discurso IV teve uma maior adesão. Apenas o DSC VI discorda com a ideia de que o cientista pode acreditar em Deus (6%), os demais concordam com a crença em Deus, apresentando explicações diversas. A compreensão de que um cientista pode crer em Deus é explicada pela ideia de que é possível ter diferentes visões de mundo. A visão de mundo também pode ser pensada como uma macroestrutura epistemológica (conjunto de pré-suposições) que forma a base para a visão da realidade ou natureza. Compreende um conjunto de valores, conceitos e crenças que dão significado ao mundo e à realidade em que se vive e em que se produz o conhecimento (Cobern, 1996). Isso implica que grande parte dos alunos não apresenta uma tendência a uma crença na forma extrema de empirismo, o positivismo. O positivismo, conforme Abbagnano (2000) é uma corrente filosófica adotada por Auguste Comte, caracterizada pela "romantização da ciência, sua devoção como único guia individual e social do ser humano, único conhecimento, única moral, única religião possível" (p.776).

Já o DSC IV (crença e ciências estão em esferas distintas) foi o que teve maior adesão entre os alunos que concordam que um cientista pode acreditar em Deus. A ideia de que crença em Deus e ciência estão em esferas distintas pressupõe que são conhecimentos diferentes e que não deve ter a interferência de uma na outra. De acordo com Gould (2002) o conceito Magistérios Não-Interferentes (MNI) é utilizado para demonstrar que a ciência e religião são áreas distintas, cabendo à ciência desenvolver os conhecimentos relativos a fatos da natureza, enquanto à religião cabe comprometer-se aos aspectos relacionados ao significado e valores da vida humana.

IV Pergunta: "Criacionismo e Design Inteligente (DI) são teorias científicas?"

O Design Inteligente (DI) admite que a diversidade da vida na Terra não se deu por evolução biológica, mas por intervenção de um criador (projetista). Portanto, trata-se de um movimento contrário as ideias evolucionistas (Abrantes e Almeida, 2006).

DSC I- Não, criacionismo e DI não são teorias científicas (80%) - O criacionismo e o DI são baseadas em dogmas, verdades tidas como únicas e não podem ser refutados, não possuem validade científica, pois não apresentam metodologia científica, evidências e provas; não podem ser testadas e refutadas.

DSC II- Sim, o criacionismo e/ou o DI podem ser teorias científicas (10%) - São pontos de vista para o entendimento da vida. O DI é científico, pois detecta na natureza sinais de planejamento, é uma hipótese, é uma teoria difícil de ser refutada. Acredito que o criacionismo seja uma teoria científica. O criacionismo e o DI podem ser teorias científicas dependendo do ponto de vista de cada pessoa.

DSC III- Não conheço a teoria do DI (3%).

A representação das concepções dos estudantes quanto ao DI e criacionismo estão apresentadas abaixo na figura 4:

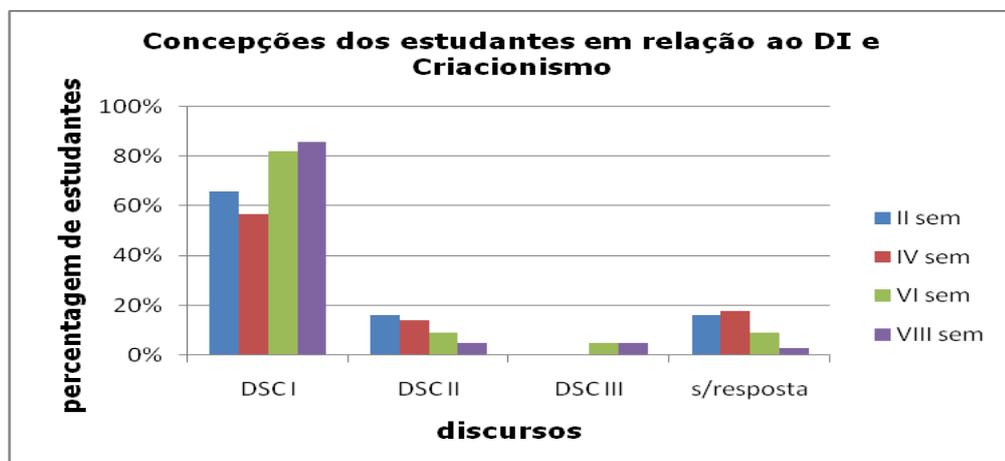


Figura 4: Representação dos DSC dos alunos de cada semestre em relação à crença de que o *Design Inteligente* e criacionismo são teorias científicas.

Para a pergunta IV foram formados três discursos coletivos com base na visão dos alunos em relação ao DI e o criacionismo como teorias científicas.

O DSC I (O DI e criacionismo não são teorias científicas) foi o discurso que prevaleceu entre os participantes (80%), principalmente entre os alunos do VI e VIII semestres.

O DSC I é coerente com a visão dos estudantes manifestada nos resultados das questões anteriores. A visão de que o criacionismo e o DI não são teorias científicas é a mais apropriada no ponto de vista científico. Mesmo que boa parte dos alunos pertença a uma religião, este aspecto não interferiu na formação científica dos participantes. No entendimento de Cobern (1991), é possível para uma pessoa religiosa desenvolver uma visão de mundo compatível com a ciência, ainda que se reconheça a forte influência da religião no modo como as pessoas vêem o mundo. Para Cobern (1996) é objetivo do ensino de ciências desenvolver uma "visão de mundo compatível com a ciência", e não necessariamente "uma visão de mundo científica".

Entretanto, o DSC II que traz a ideia de que o criacionismo e/ou o DI sejam científicos teve a adesão de uma minoria (10%) dos alunos. É importante ressaltar que entre os que apresentaram este discurso, tivemos alguns adeptos apenas ao criacionismo alegando desconhecer o DI, enquanto que outros optaram apenas pelo DI como teoria científica negando o criacionismo, bem como aqueles que aceitam o DI e o criacionismo como científico. O DI é um movimento que busca introduzir uma mistura de ideias fixistas e criacionistas. Criacionista porque pressupõe alguma consciência criadora e fixista porque não aceita a evolução. Castro e Leyser (2007) relatam que para os adeptos do DI toda diversidade é produto de uma mente que a idealizou; não há, portanto, espaço para conceitos como adaptação, fenômenos de convergência adaptativa e homologia. Ou seja, antes mesmo de existir realmente, a "ideia de produto" já foi planejada por uma mente criadora. No entanto, o movimento criacionista, segundo Meyer e El-Hani (2005), é de natureza fundamentalista porque interpreta de maneira literal os textos sagrados de religiões, como a Bíblia, tomando ao pé da letra os relatos que contêm.

Considerações finais

O trabalho teve como objetivo identificar as concepções sobre NdC e as crenças que interferem na construção do conhecimento científico de estudantes de biologia. Os dados apurados nos permitiram elaborar as seguintes considerações:

Quanto à NdC e às atividades desenvolvidas pelos cientistas, os resultados mostram que aproximadamente 50% dos estudantes apresentam uma visão empírica-indutivista baseada no método científico. A influência aristotélica para explicar a realidade por meio de processos racionais indutivos-dedutivos é explícita nessa visão positivista de ciência

que exclui a subjetividade do pesquisador, o que pressupõe a neutralidade científica. Portanto, é necessário considerar na educação científica dos estudantes qual concepção de ciência e de cientistas é repassada por meio do ensino. Defendemos que na atualidade a formação da educação científica precisa atender as expectativas de âmbito social contemplando temas contemporâneos.

Em relação às crenças sobre: 'o cientista pode acreditar em Deus' e às 'teorias do DI e criacionismo são científicas', a maioria dos estudantes, manifestaram uma visão de mundo que é compatível com a ciência. Em relação à primeira afirmativa, para esses estudantes a crença em Deus não interfere na produção do conhecimento científico. Esta constatação corrobora a ideia de Cobern (1996) em que objetivo do ensino de ciências é desenvolver uma visão de mundo compatível com a ciência, e não necessariamente uma visão de mundo científica. Já em relação às teorias do DI e do criacionismo, 80% dos estudantes não as validam como teorias científicas. Esta constatação permite inferir que os estudantes percebem a ciência e a religião como corpos teóricos distintos.

Portanto, considerando-se que a forma de ensinar está normalmente associada à maneira como se aprendeu um determinado conteúdo, recomendamos a inclusão da história e filosofia da ciência como referências que devem nortear as disciplinas do currículo de cursos de formação de professores das áreas científicas. É de se esperar que este procedimento possa contribuir para que os alunos manifestem suas ideias sobre o mundo facilitando a discussão desses temas em sala de aula.

Referências bibliográficas

Abbagnano, N. (2000). *Dicionário de Filosofia*. Trad. Alfredo Bossi. São Paulo: Martins Fontes.

Abrantes, P. e Almeida, F.P.L. de. (2006). Criacionismo e Darwinismo confrontam-se nos tribunais... Da razão e do direito. *Episteme*, Porto Alegre, 11, 24, 357-401.

Acevedo-Díaz, J.A. (2005). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Eureka*, 1,.1, 3-16.

Becker, F. (2001). *Educação e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artimed.

Brickhouse, N.W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. *International Journal of Science Education*, 11, 4, 437-449.

Bunge, M. (2002). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

Camargo, M. (2001). *Fundamentos de ética geral e profissional*. Petrópolis, RJ: Vozes.

Carvalho, L.M. (2001). A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores. *Pro-Posições*, 12, 1, 139-150.

Castro, E.C.V. e Leyser, V. (2007). A ética no ensino de evolução. Em: E.F. Mortiner, (Ed). *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: Abrapec.

Cobern, W.W. (1991). World view theory and science education research. Manhattan, Kansas, USA: *The National Association for Research in Science Teaching* (NARTS).

Cobern, W.W. (1996). World view theory and conceptual change in Science Education. *International Journal Science Education*, 80, 5, 579 – 610.

Efrin, J.T.; Glennan, S.; Reisch, R. (1999). The nature of science: a perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, 36, 1, 107-116.

Ferraz, D.F. e Oliveira, J.M.P. (2006). As concepções de professores de Ciências e Biologia sobre a natureza da ciência e sua relação com a orientação didática desses profissionais. *Revista Varia Scientia*, 6,12 ,85-106.

Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20, 3, 477-488.

Gil Pérez, D.; Vilches, A.; Ferreira-Gauchía, C. (2008). Overcoming the Oblivion of Technology in *Physics Education*. Em: <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>.

Gil Pérez, D.; Montoro, I.F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A.; Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, 7, 2, 125-153.

Gould, S.J. (2002). *Pilares do Tempo: ciência e religião na plenitude da vida*. Rio de Janeiro: Rocco.

Harres, J. B. S. (1999) Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4, 3, 197-211.

Henrique, A.B.; Andrade,V.F.P.; Astorina, B.L'. (2010). Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. *Revista Latino-Americana de educação em Astronomia- RELEA*, 9, 17-31.

Lacey, H. (1996). On relations between science and religion. *Science & Education*, 5, 2, 143-153.

Lederman, N.G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, 331-359.

Lefèvre, F. & Lefèvre, A.M.C. (2003). *O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. Caxias do Sul: EDUSC.

Mahner, M e Bunge, M. (1996). Is religious education compatible with science education? *Science & Education*. 5, 2, 91-99.

McComas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17, 2, 249-263.

Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science. *Science and Education*, 6, 331-354.

Meyer, D. e C.N. El-Hani (2005). *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora Unesp.

Ministério da saúde do Brasil (2006). *Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa*. Brasília: Conselho Nacional de Saúde.

Praia, J.; Gil-Pérez,D.; Vilches, A. (2007). O Papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13, 2, 141-156.

Petrucci, D. e Dibar Ure, M. C. (2001). Imagen de la Ciencia en alumnos universitarios: unarevisión y resultados. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, 2, 19, 217-229.

Reiss, M.J. (2009). The relationship between evolutionary biology and religion. *Evolution*, 63, 7, 1934-1941.

Russel, R. J. *Theology and Science: Current Issue and Future Directions*. [http:// www.meta.libery.net .rjr](http://www.meta.libery.net.rjr) Acesso em 14 de maio de 2012.

Scheid, N.M.J.; Ferrari, N.; Delizoicov, D. (2007). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12, 2, 157-181.

Vázquez, A.S. (2011). *Ética*. 32.ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Videira, A.A. (2006). Breves considerações sobre a natureza do Método Científico. Em Silva, C.C. (org). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora livraria de Física.

CAPITULO 3

O Evolucionismo no entendimento de estudantes de Ciências Biológicas

3.1. Apresentação

Neste capítulo apresento a segunda parte da investigação com estudantes do curso de Ciências Biológicas. Consiste em um artigo intitulado - O evolucionismo no Entendimento de Estudantes de Ciências Biológicas, que foi submetido no dia 25 de junho de 2014 para a Revista Ciência e Natura (ISSN- 0100-8307).

Entender as ideias centrais sobre evolução biológica é parte essencial da alfabetização científica. Em se tratando de alunos de graduação se faz necessário, uma vez que estes poderão ser possíveis professores e suas visões transmitidas a futuros alunos. Justificando assim, este olhar para suas concepções.

A teoria Evolutiva é de extrema importância no ensino de Biologia, sendo considerada o eixo integrador das áreas biológicas. No entanto, esta desafia crenças religiosas, aspectos éticos e científicos e até mesmo o tempo. É na teoria da evolução que há sobreposição de ideias científicas e outras ideias da sociedade. Essa sobreposição de ideias deve ser levada para a sala de aula porque os alunos e os professores são influenciados por suas culturas e sociedades, e isso pode prejudicar a eficácia do processo de ensino e aprendizagem da teoria da evolução.

Partindo deste princípio esta investigação teve como objetivo analisar as concepções dos alunos de Ciências Biológicas, possíveis professores.

Esta etapa foi realizada no segundo semestre letivo do ano de 2011, contou com a participação de 99 estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário contendo questões referentes a dados sociodemográficos e à evolução biológica. Para a

análise dos dados foi utilizada uma triangulação metodológica como forma de assegurar a fidedignidade da pesquisa envolvendo a Análise Textual (MORAES, 2005), Discurso do Sujeito Coletivo (LEFÈVRE E LEFÈVRE, 2003) e Análise Quantitativa.

A análise mostrou que os estudantes em geral apresentam um entendimento sobre EB coerente com as ideias evolucionistas aceitas pela ciência e que uma pequena parte apresenta visões distorcidas sobre o assunto. A partir destes resultados podemos inferir que estes futuros professores atuarão de forma mais coerente em relação aos conhecimentos evolutivos em suas práticas pedagógicas, quando comparados aos professores investigados nesta tese.

3.2. Artigo Submetido à Revista Ciência e Natura

O EVOLUCIONISMO NO ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THE EVOLUTIONISM IN THE UNDERSTANDING OF BIOLOGICAL SCIENCES UNDERGRADUATE STUDENTS

Luciane Carvalho Oleques¹, Noemi Boer² e Marlise Ladvoocat Bartholomei-Santos^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: loleques@gmail.com. ²Programa de Pós-Graduação em Ensino Científico e Tecnológico, Universidade Regional Integrada, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: noemiboer@gmail.com. ³Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: marliseslbs@gmail.com.

RESUMO

Este artigo visou identificar as concepções sobre evolução biológica de estudantes de graduação em Ciências Biológicas. A pesquisa caracteriza-se como um estudo transversal de caráter quali-quantitativo. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário e a análise por uma triangulação de métodos. Os resultados mostram que os estudantes em geral apresentam uma visão sobre evolução biológica numa perspectiva darwinista e apenas uma pequena parte dos alunos apresenta visões distorcidas em relação ao pensamento evolutivo, como finalismo, progresso e adaptação voluntária. Também foi observado que alunos da segunda metade do curso apresentavam concepções mais adequadas que os da primeira metade, indicando que no decorrer do curso o entendimento sobre evolução aumenta, à medida que os alunos cursam diferentes disciplinas.

Palavras chave: evolução, concepções de evolução biológica, alunos de Ciências Biológicas.

ABSTRACT

This paper aimed to identify the conceptions on biological evolution of Biological Sciences' undergrad students. The research is characterized as a qualitative and quantitative cross-sectional study. Data collection was conducted through a questionnaire and analysis was performed using methodological triangulation. The results showed that students generally had a Darwinian view about biological evolution and only a few students presented misconceptions about evolutionary thought, as teleology, progress, and voluntary adaptation. We also noted that students in the second half of the course presented more suitable conceptions than those in the first half, indicating that the understanding on evolution increases throughout the course as the students have different subjects.

Keywords: evolution, conceptions on biological evolution, Biological Sciences students.

1. INTRODUÇÃO

A Teoria da Evolução é considerada o eixo unificador das Ciências Biológicas, imprescindível para a compreensão de conceitos e teorias dessa ciência. Para Stern (2004) o entendimento das ideias centrais sobre evolução biológica é parte essencial da alfabetização científica e há necessidade de aprofundar pesquisas na área. Esse pensamento também é compartilhado nos documentos oficiais que orientam o ensino de biologia na educação básica brasileira. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM (BRASIL, 2006) propõem que os conteúdos da biologia do ensino médio sejam articulados em torno do eixo 'Ecologia-Evolução'. As OCEM salientam ainda que o tema *origem e evolução da vida* seja tratado ao longo de todos os conteúdos de Biologia, de forma articulada (BRASIL, 2006). As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Ciências Biológicas especificam que os conteúdos curriculares básicos "deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a *evolução como eixo integrador*" (BRASIL, 2001, p. 2).

No entanto, apesar da importância da Teoria Evolutiva, esta desafia várias crenças religiosas, aspectos éticos e científicos e até mesmo do tempo (MAYR, 2000). Cobern (1994) afirmou que em nenhum outro lugar na ciência há tanta sobreposição entre as ideias científicas e outras ideias da sociedade do que na teoria da evolução. Essa sobreposição de ideias deve ser levada para a sala de aula porque os alunos e os professores são influenciados por suas culturas e sociedades, e isso pode prejudicar a eficácia do processo de ensino e aprendizagem da teoria da evolução.

No Brasil vários estudos têm demonstrado que no ensino da evolução há uma série de equívocos decorrentes de posicionamentos dos professores (OLEQUES, BARTHOLOMEI-SANTOS e BOER, 2011; ROSA et al., 2002), de concepções equivocadas de alunos (BIZZO; ALMEIDA; FALCÃO, 2007), além de problemas relacionados à aceitação e rejeição da evolução (OLIVEIRA e BIZZO, 2011). Muitos desses equívocos são oriundos de dificuldades não resolvidas na formação inicial dos docentes, das dificuldades enfrentadas pelos professores em relação à quantidade de conteúdo e ao tempo disponível para o ensino (carga horária da disciplina), à falta de material didático de apoio e as suas próprias crenças (OLEQUES et al., 2012). Há ainda os equívocos conceituais e históricos presentes nos livros didáticos (CICILLINI, 1991). Estudos como o de Cicillini (1991) e Dias e Bortolozzi (2009) demonstraram que o ensino de evolução é visto como um capítulo isolado, implicando em uma série de obstáculos que dificultam o aprendizado dos estudantes e que descaracterizam a evolução como eixo integrador da Biologia.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é analisar as concepções sobre evolução biológica apresentadas por alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

De modo específico objetivamos verificar o entendimento dos alunos quanto: (1) ao conceito de evolução biológica; (2) ao processo evolutivo; (3) ao parentesco evolutivo.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo transversal de abordagem quali-quantitativa. As investigações qualitativas possibilitam a descrição, a análise indutiva dos dados e o significado que a eles é atribuído pelos participantes da pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A parte empírica da investigação, realizada no decorrer do segundo semestre letivo do ano de 2011, contou com a participação, por adesão, de 99 estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, matriculados no segundo, quarto, sexto e oitavo semestres letivos. Os participantes são identificados, neste estudo, pela letra A (aluno) seguidos por um número a eles atribuídos (A1, A2, An).

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário contendo questões referentes a dados sociodemográficos e à evolução biológica. A discriminação das questões é apresentada na seção de análise dos resultados. Para a análise dos dados foi utilizada uma triangulação metodológica como forma de assegurar a fidedignidade da pesquisa envolvendo a Análise Textual (MORAES, 2005), Discurso do Sujeito Coletivo (LEFÈVRE; LEFÈVRE, 2003) e Análise Quantitativa.

Esta pesquisa apresenta Certificado de Aprovação reconhecido pela Comissão de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o número 0046.0.243.000-11 (processo número 23081.004348/2011-80).

3.RESULTADOS

Participantes da Pesquisa

Dados como sexo, faixa etária, ensino médio, escolaridade dos pais, religião e semestre cursado foram levantados.

Participaram da pesquisa 99 alunos em sua maioria (67) do sexo feminino. Quanto à faixa etária, 63 alunos encontram-se entre 20 e 25 anos, seguido de alunos com até 20 anos. Boa parte dos alunos concluiu o ensino médio em escolas públicas, conforme Tabela 1.

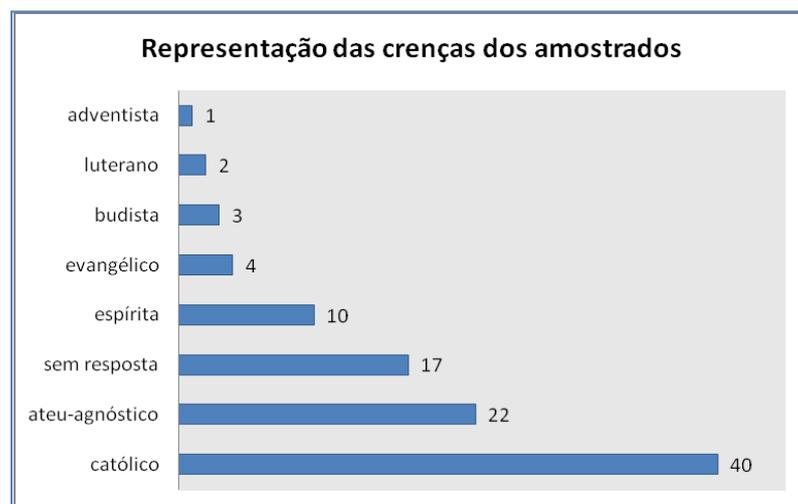
Tabela 1 Perfil dos alunos participantes da pesquisa

Alunos participantes		2º sem	4º sem	6ºsem.	8º sem.	Total
Total		12 (A1-A12)	28 (A13-A40)	22 (A41-A67)	37 (A68-A99)	99
Gênero	Masculino	5	11	8	8	32
	Feminino	7	17	14	29	67
Faixa etária	Até 20 anos	9	16	4	2	31
	De 20-25 anos	3	8	17	35	63
	De 25 a 30 anos	0	3	1	0	4
	Mais de 30 anos	0	1	0	0	1
Ensino médio	Público	8	20	15	26	69
	Privado	3	8	7	8	26
	Misto	1	0	0	3	4

Em relação à escolaridade dos pais, 49 alunos são filhos de pais com ensino superior completo. Quanto à renda familiar, 59 alunos apresentam renda de até cinco salários mínimos.

Ao verificar as opções religiosas dos alunos, constatamos que o número de católicos ultrapassa as demais religiões, seguido pelos que se intitulam ateus ou agnósticos sendo 12 alunos do 8º semestre. Entretanto, boa parte dos alunos não participa de qualquer atividade religiosa, e assim, foram considerados não atuantes (34). A Figura 1 apresenta as opções religiosas dos alunos.

Figura 1.- Crenças religiosas dos alunos amostrados e número de adeptos.



No que diz respeito à distribuição dos alunos nos semestres do curso de Ciências Biológicas, a maior parte (cerca de 60%) cursava disciplinas dos dois últimos anos (sexto e oitavo semestres). Esta situação permite inferir o nível de conhecimento evolutivo dos alunos, por duas razões: a perspectiva evolutiva deve abranger as diferentes disciplinas biológicas, conforme as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Superior e na grade curricular há uma disciplina intitulada “*Genética das Populações e Evolução*” no oitavo semestre. Assim, quanto maior o tempo no curso espera-se um maior conhecimento do estudante sobre evolução.

Este breve relato sobre o perfil dos alunos permite considerar que, de forma geral, a análise das questões aqui apresentadas está sob influência principal do discurso feminino, com faixa etária entre 20 e 25 anos e dos estudantes dos dois últimos anos de curso.

Questão nº1- Quanto à Evolução Biológica

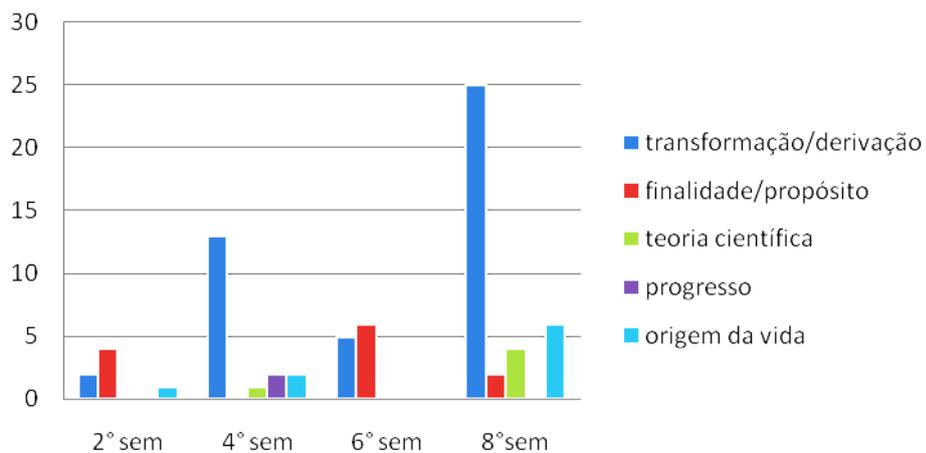
As concepções sobre evolução biológica manifestadas pelos alunos foram categorizadas e discriminadas na Tabela 2. Algumas respostas enquadram-se em mais de uma categoria. Comparando as ideias manifestadas nas respostas dos alunos e os princípios teóricos da teoria evolucionária, emergiram categorias e subcategorias. Essas categorias foram utilizadas por Oleques, Bartholomei-Santos e Boer (2011) em um trabalho prévio em que as autoras sistematizaram as concepções de professores de Biologia de Escolas Públicas de Santa Maria. No presente trabalho, além das subcategorias previamente utilizadas, foram incluídas subcategorias que emergiram do conteúdo de análise desta pesquisa. São elas: Progresso, Teoria Científica e Origem da Biodiversidade, incluídas na **categoria Significado da Evolução**; Extinção incluída na **categoria Função do Processo Evolutivo**; e Seleção Natural adicionada à **categoria Fator Evolutivo**.

Tabela 2- Categorias que sintetizam as concepções de evolução biológica dos alunos a partir da pergunta "Para você o que é Evolução Biológica?".
Os números entre parênteses representam o total em cada categoria.

CATEGORIA	CONCEPÇÃO	SUBCATEGORIAS	UNIDADES DE CONTEXTO
SIGNIFICADO DA EVOLUÇÃO (73)	Engloba todas as conotações atribuídas à palavra evolução e ao processo evolutivo.	Transformação/derivação (45); Finalidade / Propósito (12); Progresso (2); Teoria científica (5); Origem da biodiversidade (9)	- "É quando uma espécie <i>sofre mudanças</i> para a sobrevivência em um ambiente". (A16) - Transformação - "Adaptações sofridas <i>para melhor</i> se associar ao meio". (A3)- Finalidade - "Sucessão de adaptações e <i>melhorias</i> para sobrevivência". (A37)- Progresso. - "É a <i>teoria</i> que tenta explicar como as espécies foram surgindo ao longo do tempo." (A35)- Teoria Científica. - "São alterações que ocorrem ao longo do tempo, <i>a partir de um ancestral comum</i> ". (A75)- Origem da biodiversidade.
FUNÇÃO DO PROCESSO EVOLUTIVO (34)	A evolução é percebida como um processo de transformação pelo qual passam os organismos (vontade própria ou não), e que tem a função de adaptação, sobrevivência ou extinção.	Sobrevivência (14); Adaptação (16); Extinção (4).	- "Formas de <i>como os indivíduos sobrevivem</i> até hoje, a maneira de explicar suas adaptações, presença na Terra e diferentes características adaptativas" (A87)- Sobrevivência. - " <i>Processo de adaptação</i> ao ambiente impulsionado por fatores genéticos e externos". (A34)- Adaptação - "Evolução biológica é o processo em que os seres vivos vêm vivenciando ao longo de gerações <i>como a extinção de seres menos aptos...</i> " (A54)- Extinção.
FATOR EVOLUTIVO (28)	A evolução é percebida como transformações sofridas pelos seres vivos, oriundas de pressões externas (ambientais), por motivação interna do organismo ou por seleção natural.	Extrínseco (9); Intrínseco (7); Seleção natural (12)	- "É a evolução de um indivíduo <i>conforme o seu meio exige</i> " (A83)- Extrínseco - "Processo pela qual um organismo adapta-se ao seu ambiente, adquire ou perde funções de acordo com o que será necessário para ele". (A55)- Intrínseco - "É o resultado da <i>seleção natural</i> ". (A10) - Seleção natural
DIMENSÃO EVOLUTIVA (45)	A evolução é percebida tanto como processo orgânico como cultural e que acontece em uma escala de tempo.	Temporal (33); Orgânica (9); Cultural (3)	- "São os acontecimentos evolutivos sucessivos que ocorreram nos seres vivos ao longo do tempo" (A10)- Temporal - "Evolução biológica significa o sucesso de um organismo" (A57)- Orgânica - "Seriam várias coisas, mas uma evolução biológica é ou foi a <i>codificação do genoma em 2000</i> " (A23)- Cultural - "Seriam várias coisas, mas uma evolução biológica é ou foi à <i>codificação do genoma em 2000.</i> " (A23)- Cultural

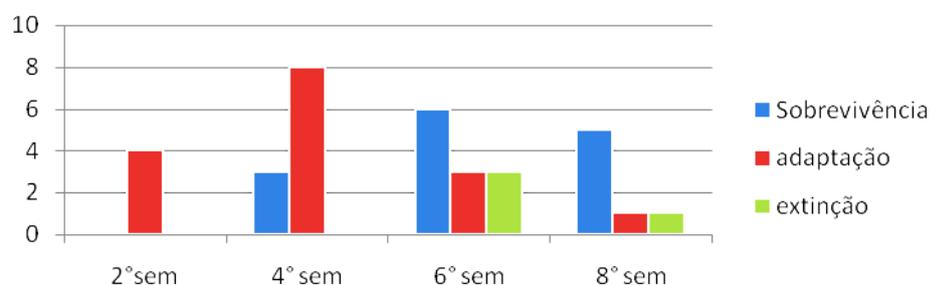
A categoria *Significado da Evolução* surge com maior frequência aparecendo nas respostas de 73 alunos (Figura 2). Entre os significados evolutivos, a Evolução como Transformação foi o mais atribuído (45), estando presente em todos os semestres, com maior frequência entre os alunos do oitavo semestre referindo-se à palavra derivação. Já a Evolução como Propósito/Finalidade foi manifestada, sobretudo pelos alunos do segundo (4) e sexto (6) semestres. Os demais significados evolutivos aparecem em menor proporção nas respostas.

Figura 2.- Respostas da categoria Significados da Evolução e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.



Na categoria *Função do Processo Evolutivo*, (Figura 3), as subcategorias Sobrevivência e Adaptação aparecem com maior frequência. Entretanto, a subcategoria Sobrevivência não foi revelada pelos alunos do segundo semestre e a subcategoria Adaptação aparece em menor frequência entre os do oitavo semestre. A Extinção como Função do Processo Evolutivo aparece nas respostas dos alunos do sexto e oitavo semestres.

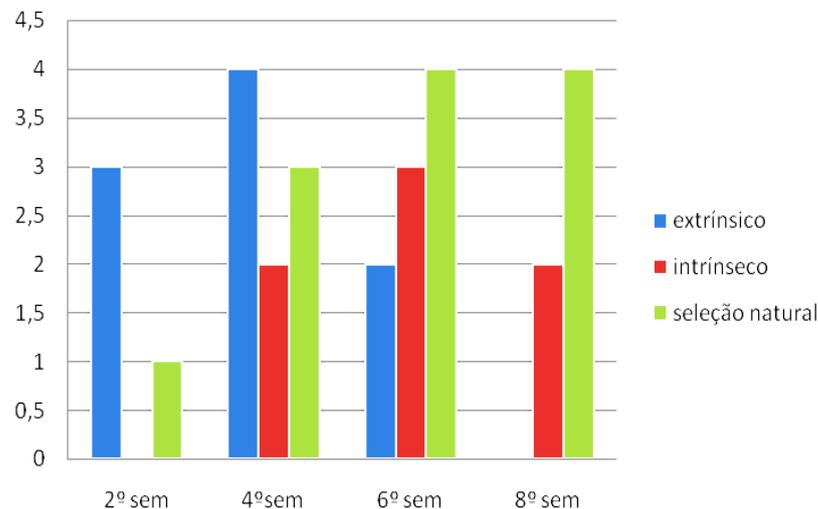
Figura 3.- Respostas da categoria Função do Processo Evolutivo e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas



A categoria *Fator Evolutivo* foi evidenciada nas respostas de 28 alunos (Figura 4) que relacionam o processo evolutivo com fatores evolutivos: intrínsecos, extrínsecos, e seleção natural. Na subcategoria Fator Intrínseco, os seres vivos

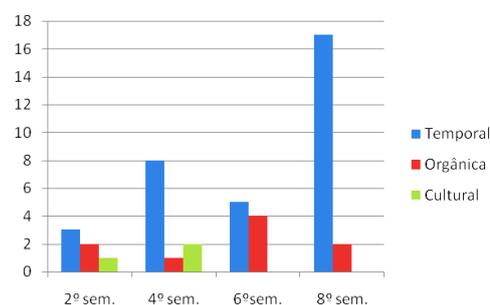
evoluíram por motivações internas. Na subcategoria Fator Extrínseco, os seres vivos evoluíram por motivações de pressões externa, ou seja, a evolução é uma resposta dos seres vivos às condições ambientais levando a uma mudança gradativa ao longo do tempo. Embora esta concepção não esteja incorreta, a importância da variabilidade genética e da hereditariedade das características nem sempre são evidenciadas nas respostas. Na subcategoria Seleção Natural, as mutações contribuem para gerar características variantes que ajustam, através da seleção natural, as populações nas suas interações em um ecossistema. Esta última subcategoria foi identificada em todos os semestres aparecendo com maior frequência nas respostas dos alunos do sexto e oitavo semestres. Entretanto, as subcategorias fator extrínseco e fator intrínseco não são verificadas entre os alunos do oitavo e segundo semestres, respectivamente.

Figura 4.- Respostas da categoria Fator Evolutivo e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.



Por fim, a categoria *Dimensão Evolutiva* foi verificada nas respostas de 45 alunos (Figura 5). A subcategoria Dimensão Temporal (33), na qual o processo evolutivo acontece em uma escala de tempo, aparece com alta frequência entre os alunos de todos os semestres, principalmente do oitavo semestre. As demais subcategorias aparecem em menor número, sendo a Dimensão Cultural representada por apenas três alunos da primeira metade do curso.

Figura 5.- Respostas da categoria Dimensão Evolutiva e suas subcategorias em cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.



A *questão nº 2* teve por objetivo verificar o posicionamento dos alunos em relação ao processo evolutivo conforme a pergunta: “O ser humano é mais evoluído do que a bactéria? Concorda ou Discorda? Justifique.”

Tabela 3.- Representação das ideias centrais apresentadas pelos alunos em relação ao processo evolutivo em seres humanos e bactérias.

IDEIAS CENTRAIS	2° sem.	4° sem.	6° sem.	8° sem.	total
Concordo, pois o ser humano possui características mais evoluídas, é mais complexo.	3	4	0	0	7
Concordo, pois o ser humano pensa.	1	3	0	0	4
Discordo, pois ambos possuem adaptações próprias ao seu meio.	3	11	10	28	52
Discordo, pois ambos evoluem até o seu nível de necessidade	1	0	2	0	3
Discordo, os seres humanos são mais derivados que as bactérias.	3	1	1	5	10
Discordo, seres humanos possuem adaptações mais eficazes.	1	2	0	0	3
Discordo, as bactérias possuem adaptações mais eficazes.	0	0	1	1	2
Discordo, o ser humano não é mais evoluído e sim mais complexo	0	7	6	5	18
Não responderam	2	4	6	0	12

Esta análise implicou na organização dos dados e sucessivas leituras propiciando a apreensão das ideias manifestadas pelos alunos. Em alguns casos o mesmo aluno aderiu a mais de uma ideia. A concordância aparece nas respostas de 11 alunos e a discordância entre 76 alunos; 12 alunos não responderam a questão. As justificativas incorretas (Tabela 3) refletem ideias relacionadas ao mecanismo evolutivo de seres humanos e bactérias, muitas vezes equivocadas.

Entre os concordantes a ideia de que o ser humano é mais evoluído foi associado principalmente à complexidade e ao fato do ser humano ter consciência, pensar. Entre estes, sete alunos acreditam que o processo evolutivo se dá do ser vivo mais simples ao mais complexo.

Já entre os discordantes, as justificativas apresentaram diferentes ideias. Boa parte dos alunos (52) acredita que tanto bactérias como seres humanos possuem adaptações próprias que permitem a existência de ambos. Esta ideia vai se tornando mais aceita à medida que os alunos estão há mais tempo no curso, sendo predominante entre estudantes do oitavo semestre. Entretanto, alguns alunos relataram que as adaptações são mais eficientes em bactérias ou em seres humanos. Outros alunos (18) apresentaram em suas justificativas a complexidade, mas não

como uma necessidade do processo evolutivo conforme retratado pelos concordantes.

Também destacamos a ideia de que os seres humanos são mais derivados em relação às bactérias. Esta denominação foi apresentada por 14 alunos dos quatro semestres investigados. E, por fim, a ideia de que os seres evoluem até o seu nível de necessidade, ou seja, a causa final foi manifestada por apenas três alunos.

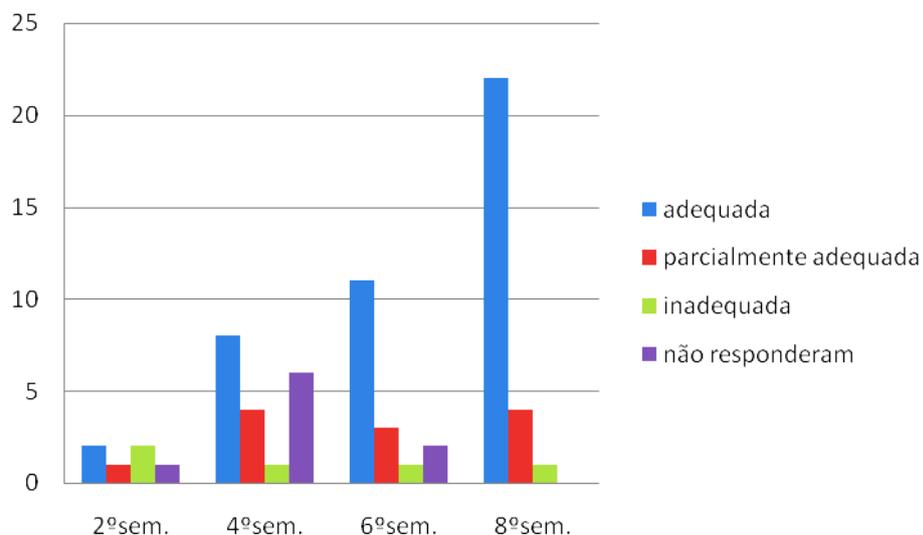
A *questão n° 3* refere-se a uma situação de ensino que menciona um exemplo explicativo do processo evolutivo na visão de Lamarck:

(Universidade Gama Filho - RJ - adaptada): Observe a explicação de um paleontólogo para o surgimento de carapaças em tartarugas: “tudo começou há 245 milhões de anos com o *Pareiassauro*. Esse lagarto herbívoro tinha uma digestão muito lenta e precisava se entupir de comida. Então desenvolveu a carapaça para se proteger dos predadores enquanto fazia sua demorada digestão”. Você concorda com a explicação sobre o processo evolutivo apresentada acima? Caso não concorde reescreva ou justifique a frase.

Nesta questão, esperava-se que os alunos reconhecessem aspectos lamarckistas na descrição do processo evolutivo encontrada no texto. Esperava-se, também, que o texto fosse reescrito enfatizando, principalmente, a presença de variabilidade em características fenotípicas herdáveis na população de *Pareiassauro* e a atuação da seleção natural. As respostas mostraram que 25 alunos concordam com o exemplo explicativo para processo evolutivo e 69 não concordam. Cinco alunos não responderam.

Para as justificativas dos discordantes foram criadas categorias conforme a sua adequação: adequada conforme a teoria evolutiva, parcialmente adequada e inadequada (figura 6). Entre os discordantes, oito não justificaram ou reescreveram a frase.

Figura 6.- Justificativas em cada categoria e para cada semestre do Curso de Ciências Biológicas.



Categoria adequada

Compreende respostas que indicam um conhecimento correto dos alunos quanto ao processo evolutivo, ou seja, reescreveram ou justificaram a frase de modo satisfatório. Para estes alunos o exemplo apresentado mostra o processo evolutivo de acordo com a explicação de Lamarck e não de acordo com as explicações do processo evolutivo conforme aceito atualmente pela ciência. Também demonstraram em suas justificativas que não há relação entre o surgimento da carapaça e a digestão. Esta ideia aparece nas justificativas de 43 dos discordantes. Mais da metade dos alunos do 6º (11) e do 8º semestres (22) apresentaram justificativas adequadas.

Categoria parcialmente adequada

Inclui as respostas que traziam alguns argumentos baseados em ideias lamarckistas não aceitas na atualidade pela comunidade científica. Os alunos enquadrados nesta categoria reescreveram ou construíram justificativas com ideias finalistas, ou seja, a carapaça surge em função da proteção. Esta categoria foi identificada nas justificativas de 12 alunos discordantes.

Categoria inadequada

Compreende as respostas que mostram a falta de conhecimento dos alunos quanto às teorias e processos evolutivos, apresentando justificativas fora do contexto científico. Nesta categoria foram incluídas as justificativas de cinco alunos, sendo dois do segundo semestre.

Na *questão n°4* apresentamos aos alunos uma afirmação sobre parentesco evolutivo: "Seres humanos e chimpanzés têm 99% de identidade na sua sequência de DNA. Das alternativas apresentadas, assinale a que melhor corresponde a sua ideia entre seres humanos e chimpanzés:". A Tabela 4 contém as alternativas propostas na questão e as escolhas dos alunos por semestre do curso.

Tabela 4.- Total de alunos que optaram por cada uma das alternativas apresentadas.

	ALTERNATIVAS	2º	4º	6º	8º	Total
a	Apresentam relações de parentesco porque os seres humanos evoluíram a partir de macacos.	3	2	1	0	6
b	Não apresentam relações de parentesco.	1	2	0	0	3
c	Apresentam relações de parentesco porque ambos têm um ancestral comum.	7	22	21	37	87
d	Outra (explique): A3: ambos foram criados por Deus, cada um em sua devida ordem.	1	0	0	0	1
	Não respondeu	0	2	0	0	2
	Total	12	28	22	37	99

Nesta questão observamos um alto índice de opção pela alternativa correspondente à ancestralidade comum e parentesco evolutivo entre seres humanos

e chimpanzés; 87 alunos optaram pela alternativa 'C'. Também pode ser notado que a escolha dessa alternativa aumenta à medida que avança o semestre em que os alunos estão matriculados. Todos os alunos do oitavo semestre optaram pela alternativa correta. Apenas seis alunos assinalaram a alternativa 'A', com um decréscimo na porcentagem de respostas do semestre inicial em direção ao último do curso (em que nenhum aluno elegeu tal resposta). Somente um aluno optou por outra explicação, referente à alternativa 'D', relatando uma ideia baseada no criacionismo. Já a alternativa 'B' foi manifestada por três alunos da primeira metade do curso.

4. DISCUSSÃO

A partir da análise dos resultados podemos fazer algumas reflexões.

Em relação à orientação religiosa, 22 alunos revelaram não pertencer a nenhuma religião. Entre os que fazem parte de alguma religião, 34 declararam-se não-atuantes, principalmente entre os católicos, demonstrando que boa parte deles não participa de qualquer atividade religiosa. Segundo Oliveira e Bizzo (2011), indivíduos que possuem maior proximidade com crenças religiosas estão menos propensos à aceitação e, conseqüentemente, ao entendimento dos conceitos evolutivos. Deste modo, o perfil dos alunos pesquisados permite inferir que eles estão mais propensos à compreensão do tema. Entretanto, deve ser considerado que atualmente várias religiões aceitam a Teoria Evolutiva (SAGER, 2008) e nossos dados também indicam esta aceitação, visto que a correta compreensão dos mecanismos evolutivos não se deu apenas por parte do grupo de alunos ateu.

Nas questões que envolvem o conhecimento evolutivo analisamos primeiramente as concepções sobre evolução biológica das quais surgem quatro categorias.

Uma observação importante a ser feita com relação à questão 1 (o que é evolução biológica?), é que não se tratando de uma prova de conhecimentos, e sim de uma pesquisa com participação voluntária, há uma tendência a respostas curtas e simplificadas. Isto deve ser mantido em mente, porque algumas delas podem estar incompletas e não corresponderem fielmente ao conhecimento do aluno sobre o tema, mas a uma super-simplificação. Devemos considerar também a possibilidade de os alunos não saberem expressar corretamente as suas ideias. Em ambos os casos, não há como distinguir entre respostas incompletas e/ou mal formuladas e conhecimento insuficiente.

Na *categoria significados da evolução*, o conceito de "transformação" foi o que apresentou um maior índice, principalmente, entre os alunos do oitavo semestre, como demonstrado na resposta: A65: "É um processo de modificações que ocorrem ao longo do tempo na esfera natural".

A ideia de transformação das espécies ao longo do tempo como um legado de Darwin permanece central no pensamento evolutivo. De acordo com Ridley (2006), evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo das gerações.

A associação da evolução com finalismo ou propósito do processo evolutivo pôde ser percebida nas respostas de 11 alunos; em alguns casos, como uma

necessidade de adaptação, como por exemplo, o depoimento: “É a adaptação ao longo das eras, de acordo com as necessidades, resultantes do ambiente em que se vive”. (A4 -2º semestre).

Ou seja, estas mudanças adaptativas são interpretadas como um processo de ajuste “voluntário” dos organismos ao ambiente. Futuyama (1992) considera adaptação como um conceito complexo e mal definido. Este mesmo autor define adaptação como um processo de mudança genética de uma população, devido à seleção natural, pelo qual o estado médio de um caráter é aperfeiçoado com relação a uma função específica ou pelo qual se acredita que uma população se torna mais ajustada para alguma característica de seu ambiente. Para Gould e Vrba (1982), o significado da palavra ‘adaptação’ é consistente com aquele que encontramos em sua etimologia, a partir dos termos latinos *ad* + *aptus*, ou seja, em direção a um ajuste. Entretanto, no darwinismo, a variação não está direcionada para o melhoramento da adaptação. Ao contrário, a mutação não é dirigida, e a seleção é o que proporciona a direção adaptativa na evolução (RIDLEY, 2006).

O finalismo em respostas como a do aluno A4, citada acima, revela-se em termos como “de acordo com as necessidades”.

Concepções sobre evolução biológica como progresso também foram citadas pelos alunos (ver tabela 2) demonstrando falta de compreensão sobre o processo evolutivo.

A categoria *função do processo evolutivo* compreende as respostas emitidas por 34 alunos. Nesta categoria a subcategoria adaptação foi mais significativa. Percebe-se uma polissemia de significados para o termo adaptação, demonstrando certa dificuldade por parte dos alunos em entender tal termo no âmbito da biologia evolutiva. Para Mayr (2009), o termo também tem sido usado incorretamente para designar o processo por meio do qual o traço foi favoravelmente adquirido. Essa concepção é inspirada na antiga crença de que os organismos possuem a capacidade inata de melhorar, tornarem-se cada vez “mais perfeitos”. Isto pode ser percebido no relato do aluno A51: “Processo pela qual um organismo adapta-se ao seu ambiente, adquire ou perde funções de acordo com o que será necessário para ele”. Neste aspecto, percebemos a adaptação evolutiva como características desenvolvidas para atender a uma necessidade surgida durante a vida (adaptação ontogenética). Assim, de acordo com esta visão, a adaptação é um processo ativo com base teleológica.

Entretanto, há uma menor frequência de respostas finalistas no oitavo semestre, o que evidencia uma melhor compreensão em relação ao uso da palavra adaptação no processo evolutivo, os quais concebem a adaptação evolutiva como características herdáveis que permitem à espécie condições mais favoráveis de sobrevivência e reprodução. O depoimento de A93 retrata um entendimento adequado da palavra adaptação no âmbito evolutivo: “É a alteração dos organismos ao longo do tempo, através do surgimento de adaptações herdáveis e reprodução diferencial” (A93).

Conforme Sepúlveda e El-Hani (2007) e Pazza et al. (2009), a palavra adaptação na biologia evolutiva é empregada para explicar mudanças adaptativas em que a distribuição de características numa população muda ao longo da filogênese, num processo evolutivo variacional. Ou seja, em cada geração, todos os indivíduos que sobrevivem ao processo de eliminação estão “adaptados” e as

propriedades que permitiram que sobrevivessem podem ser chamadas de adaptações (MAYR, 2009). Assim, a polissemia da palavra adaptação, ao gerar imprecisão, leva a concepções equivocadas e dificuldades nas atividades de pesquisa, caso não tenhamos clareza acerca dos sentidos múltiplos e das raízes históricas de tais sentidos (SEPÚLVEDA ; EL HANI, 2007).

Na categoria *Fator Evolutivo*, a ideia de que a evolução é um processo que se manifesta como uma pressão do ambiente (fator extrínseco) para que ocorram as mudanças evolutivas aparece com maior frequência no quarto semestre, não aparecendo entre os alunos do oitavo semestre. Entretanto, apenas no segundo semestre não está representada a visão de que existe uma “vontade” interna dos organismos para a mudança. Observa-se que tanto a ideia de um processo evolutivo por meio de um fator intrínseco como extrínseco aparecem para sustentar que o processo de mudança evolutiva deve seguir um rumo preestabelecido, numa perspectiva teleológica.

Já a subcategoria seleção natural surge nas respostas dos alunos de todos os semestres. A seleção natural é o mecanismo principal que explica a transformação evolutiva descrita por Darwin e reconhecidamente nos dias de hoje, como um importante fator evolutivo. Entretanto, os dados revelam um entendimento dos alunos em relação às mudanças evolutivas focado apenas na seleção natural conforme o depoimento: “*Evolução biológica é o resultado da melhor adaptação pela seleção natural.*” (A45 -6º semestre). Isto pode remeter a uma visão limitada dos mecanismos evolutivos, pois outros fatores evolutivos poderiam ter sido citados, tais como, as teorias epigenéticas da evolução, a biologia do desenvolvimento (Evo-Devo).

Para a teoria sintética, a seleção natural constitui um mecanismo suficiente para explicar tanto a micro quanto a macroevolução, sendo necessário apenas o complemento de mecanismos que expliquem a separação de populações e a interrupção do fluxo gênico, para dar conta da origem de novas espécies (ALMEIDA; EL-HANI, 2010). Para estes autores, as controvérsias atuais que giram em torno das mudanças evolutivas baseiam-se sobre a ideia de que todas as características dos seres vivos são adaptações e, assim, são explicadas por seleção natural. De acordo com Gould (2002), uma nova teoria darwinista da evolução foi surgindo, na medida em que se preserva o poder causal e explicativo da seleção natural. Esse novo modo de entender os mecanismos evolutivos surge a partir da compreensão do desenvolvimento, que deu origem à biologia evolutiva conhecida como evo-devo (ALMEIDA; EL-HANI, 2010). Apesar do pluralismo de processos, no qual outros mecanismos assumem papel importante na evolução, a seleção natural ainda é um importante mecanismo na mudança evolutiva, mas não pode ser vista como único (MEYER & EL-HANI, 2005). Deve ser associado a outros mecanismos, como explica Gould (2002), levando a uma nova visão darwinista. A seleção natural é considerada a única explicação para a adaptação, mas não para o processo evolutivo (RIDLEY, 2006).

A categoria *dimensão evolutiva* foi manifestada por 45 alunos, sendo a segunda categoria mais significativa nas manifestações dos participantes. Nesta categoria, a dimensão temporal foi a mais representativa, presente em todos os semestres, principalmente entre os alunos do oitavo semestre. Isto demonstra que a ideia de tempo, para estes alunos, é algo determinante para a evolução. O argumento de que

a evolução acontece ao longo do tempo mostra o entendimento dos alunos de que a seleção natural é um mecanismo evolutivo que explica tanto a micro quanto a macroevolução. Dito em outras palavras, a síntese evolutiva, para esses alunos, é a forma explicativa dos processos evolutivos.

A subcategoria dimensão orgânica considera as respostas em que a evolução acontece em nível de estrutura física dos organismos e foi retratada pelos alunos de todos os semestres, com maior frequência entre os do segundo e sexto. Percebe-se nestas respostas que não há uma distinção clara da entidade biológica (característica, indivíduo, população ou espécie) na qual os processos evolutivos atuam. Esta ideia é exemplificada pelo depoimento: “É a evolução de um indivíduo conforme o seu meio exige” (A83 - 8º semestre).

Segundo Roma (2011), a maioria dos sujeitos entende que a evolução ocorre na característica em si e a explicação da função da característica é suficiente para explicar o próprio processo evolutivo.

A subcategoria dimensão cultural foi pouco retratada pelos alunos, perpassando apenas pelo segundo e quarto semestres.

A questão nº 2, referente à afirmação de que seres humanos são mais evoluídos do que bactérias, mostra que boa parte dos alunos (88) discorda de tal afirmação, o que demonstra que a maioria percebe que nenhuma espécie é mais evoluída do que outra. Entretanto, 11 alunos concordaram com tal afirmativa. Entre os concordantes a ideia de que os seres humanos são mais evoluídos devido à sua complexidade prevaleceu entre os alunos. Mayr (2009) explica de uma forma clara por que este é um dos maiores erros à medida que se compreende que a evolução é um fenômeno que busca a complexidade. Por exemplo, os procariontes, que foram os únicos seres vivos presentes na Terra por bilhões de anos, são menos complexos dos que os eucariontes, que surgiram mais tarde. No entanto, não há nenhuma indicação de que tenha aumentado a complexidade entre os procariontes com o passar do tempo. Uma concepção equivocada comum é a da evolução “em escada”, iniciando com um organismo simples e culminando em organismos complexos, como o ser humano. Entretanto, a evolução é um processo ramificado, em árvore (BAUM; OFFENER, 2008). Ou seja, em algum momento na história da vida na Terra, existiu uma espécie que deu origem a outras espécies, inclusive humanos e peixes (MEYER; EL-HANI, 2005).

Entre os discordantes o termo complexidade também foi utilizado, mas não no sentido de que evolução leva à complexidade. É sabido que organismos pluricelulares são mais complexos em relação a unicelulares, no entanto, muitas formas de plantas e animais evoluíram para formas mais simples (MAYR, 2009). Assim, ressaltamos que não existe nenhuma razão para considerar a maior complexidade como uma indicação de progresso evolutivo. Também entre os discordantes surge o termo derivação que está associado à ideia de que as bactérias que se encontram em posição mais basal em relação aos seres humanos na árvore filogenética (que seriam “derivados”).

Entre os discordantes, a ideia que prevaleceu entre 52 alunos foi a de que ambos possuem adaptações próprias em relação ao ambiente demonstrando um conhecimento adequado dos alunos, principalmente do oitavo semestre. O fato de existirem seres mais complexos em relação a outros não significa que estes sejam

mais evoluídos em relação aos demais, pois ambos possuem propriedades (adaptações) que permitem a sua sobrevivência. A ideia de que ou o ser humano ou que a bactéria é mais adaptado, e não mais evoluído, também foi representada por alguns alunos, no sentido de estarem adaptados a ambientes distintos.

Na questão nº 3 a maioria dos alunos (69) discordou com a situação de ensino apresentada. Entretanto, 25 alunos concordaram com a explicação apresentada para o surgimento da carapaça, demonstrando a prevalência de ideias lamarckistas, concepções talvez adquiridas no Ensino Médio, visto que a concordância ocorreu principalmente entre os alunos do segundo semestre.

Entre os discordantes, a *categoria adequada* foi evidenciada nas justificativas de 43 alunos, sendo a maioria representante do oitavo semestre. Os alunos demonstraram uma compreensão satisfatória da atuação da seleção natural no processo evolutivo, conforme o discurso de A69 (8º semestre): *“O ambiente selecionou indivíduos que apresentaram carapaças, pois eles possuíam vantagens em relação aos que não apresentavam a característica”*. Também nota-se que a ideia de que tal processo não acontece no organismo e sim, na população, conforme o pensamento darwiniano foi frequente entre os alunos. Além disso, justificaram a situação como uma ideia lamarckista e que não há uma relação direta entre o surgimento da carapaça e a digestão dos lagartos.

Já 12 dos discordantes apresentaram em suas justificativas argumentos que não condizem com ideias científicas aceitas atualmente para explicar o processo evolutivo do surgimento da carapaça e suas respostas foram enquadradas na categoria *parcialmente adequada*. A necessidade de adaptação para proteção ou para o processo digestivo foi relacionada a estas ideias. O depoimento de A54 retrata uma concepção finalista observada em diversas explicações incluídas nesta categoria: *“Tudo começou há 245 milhões de anos com o Pareiasauro. Esse lagartão herbívoro tinha uma digestão muito lenta e precisava se entupir de comida. Então, houve uma pressão seletiva do ambiente, ocorreram mutações e ocorreu o desenvolvimento de uma carapaça...”* (A54 - 6º semestre). Para A54 as mutações foram dirigidas pela pressão seletiva, concepção incompatível com o conhecimento atual. Mutações não são direcionadas para o melhoramento da adaptação (RIDLEY, 2006).

O Finalismo é a crença de que o mundo dos seres vivos tende a se mover em direção a “uma perfeição”, ideia não-darwinista do século XIX e início do século XX, remontando à época de Aristóteles, que considerava a perfeição como a causa final e pode ter sido uma das ideologias que impedira a aceitação imediata da teoria da evolução de Darwin (MAYR, 2009). As ideias finalistas apresentadas pelos alunos vão de encontro com as ideias centrais de Lamarck. Segundo Almeida e Falcão (2010), Lamarck pressupunha que o ambiente produzia necessidades e atividades nos organismos, e estas, por sua vez, operavam variações adaptativas.

Já na resposta de A82 *“ele não desenvolveu, mas sim a espécie, pois indivíduo não pode se modificar”* observa-se o entendimento de que o processo evolutivo ocorre em nível populacional, um dos conceitos propostos por Darwin. Entretanto, a sua justificativa subentende que o processo apresentado está correto. Na proposição de A82 (oitavo semestre) percebe-se uma mudança de pensamento essencialista, onde a evolução acontece em nível de indivíduo, para um pensamento populacional, em que o nível mais baixo a evoluir é a população.

Na *categoria inadequada* foram incluídas as respostas incorretas ou sem sentido, (cinco alunos), demonstrando a falta de compreensão dos alunos em relação aos mecanismos explicativos do processo evolutivo. Nove estudantes não responderam a essa questão, sendo que nenhum deles pertencia ao oitavo semestre.

Na questão nº4, 87 alunos reconhecem que há parentesco evolutivo entre humanos e chimpanzés. Essa ideia de ancestralidade comum, proposta por Darwin, indica que todos os seres vivos estão conectados uns aos outros por meio do que ele chamou de “árvore da vida”. A conexão entre humanos e chimpanzés é comentada por Mayr (2009) em seu livro “O que é Evolução”, o qual relata que estudos de proteínas e DNA demonstraram que a provável linhagem humana tenha surgido entre cinco e oito milhões de anos atrás e que métodos posteriores permitiram determinar que a separação entre as linhagens dos humanos e dos chimpanzés é mais recente do que a separação das linhagens entre chimpanzés e gorilas. No entanto, seis alunos, principalmente entre os semestres iniciais, creem que o homem evoluiu do macaco em um processo linear, o que é muito diferente de dizer que humanos e macacos compartilham um ancestral comum. Esta crença pode estar sustentada pelo senso comum e, possivelmente, pelo fato dos alunos ainda não terem tido contato com a disciplina de evolução. Apenas três alunos assinalaram que as espécies não têm parentesco e um aluno argumentou que ambos foram criados por Deus, cada um em sua devida ordem. A escolha por estas respostas demonstra um pensamento extremamente essencialista, uma visão de mundo quase universalmente aceita desde os tempos mais antigos até a época de Darwin (MAYR, 2009). Ainda de acordo com esse autor, o pensamento essencialista indica que todos os tipos e espécies foram criados em separado, e que todos os membros vivos de uma espécie descendem do primeiro casal criado por Deus.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo analisar as concepções sobre evolução biológica de alunos do curso Ciências Biológicas. A revisão da literatura e a análise dos dados empíricos permitiram a elaboração das considerações apresentadas a seguir.

Em relação às concepções sobre EB, a maioria dos alunos apresenta um pensamento evolutivo centrado nas ideias darwinistas. Uma pequena parte (11) retratou ideias lamarckistas como finalismo, essencialismo e principalmente o aumento de complexidade. A complexidade de um organismo está associada à ideia de que um ser pode ser mais evoluído em relação a outro. Deste modo, esta concepção não deve ser considerada, pois encontramos no processo evolutivo tanto tendências simplificadoras quanto tendências na direção de um aumento de complexidade. Entretanto, em muitos casos a adaptação foi compreendida como um processo ativo com base teleológica, por alunos de todos os semestres, evidenciando a necessidade de esclarecer a polissemia do termo “adaptação” no contexto evolutivo.

-Constatamos que a grande maioria dos alunos apresenta um entendimento sobre o processo evolutivo centrado na seleção natural. Questões relevantes como o

papel das teorias epigenéticas da evolução, a biologia evolutiva do desenvolvimento (Evo-Devo), e o debate entre o neodarwinismo e o criacionismo científico não foram apresentadas espontaneamente nas respostas dos alunos. Entretanto, isto pode ser um reflexo de respostas simplificadas à questão “O que é evolução”, ou que os alunos ainda não tivessem estudado os conteúdos referentes a estes tópicos ou tiveram uma abordagem pouco aprofundada desses assuntos no próprio curso de formação.

Quanto ao processo evolutivo, a maioria dos alunos demonstrou um entendimento no que se refere às ideias lamarckistas e darwinistas. Isto fica claro nas respostas dadas pelos alunos na questão três.

Já no que se refere ao processo de parentesco evolutivo, os alunos compreendem tal processo conforme a teoria darwinista, uma vez que apenas seis alunos responderam que o homem evoluiu do macaco em um processo linear.

Os dados aqui analisados sugerem que os alunos apresentam na maioria das vezes um entendimento coerente com as ideias evolucionistas aceitas pela ciência e apenas uma pequena parte dos alunos apresenta visões distorcidas em relação ao pensamento evolutivo, como finalismo, complexidade, adaptação. Observa-se que à medida que aumenta o tempo do aluno no curso, aumenta a frequência de respostas corretas ou adequadas em relação a cada semestre. Esses dados podem indicar que a Evolução está sendo entendida como eixo central da Biologia ao longo do curso.

Nossos resultados têm uma perspectiva otimista, já que os alunos em final do curso apresentaram um entendimento do processo evolutivo adequado e muitos destes serão, possivelmente, futuros professores do ensino básico ou superior e multiplicadores de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.M.; FALCÃO, J.T. da R.A. Estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. *Ciência & Educação*, v.1, n.11, p.17-32, 2005.

ALMEIDA, A.M.; EL-HANI, C.N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientiæ Zudia*, v.8, n.1, p.9-40, 2010.

BAUM, DA ; OFFNER, S. Phylogenies and tree-thinking. *The American Biology Teacher*, v.70, n.4, 222-229, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, v2, , 2006. 135p.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.301/2001. **Dispõe sobre Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas**. Diário Oficial da União, Brasília, 7 dez. 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BIZZO, N.; ALMEIDA, A.V ; FALCÃO, J.T.R. A compreensão de estudantes dos modelos de evolução biológica: duas aproximações. In: E.F. Mortimer, (Ed.), **ATAS DO VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Florianópolis: Abrapec. 2007.

BOGDAN, R.C. ; BIKLEN S.K.. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto. (Coleção Ciências da Educação). 1994.

CICILLINI, G. A. **Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 2º Grau**: análise da concepção de evolução em livros didáticos. 1991. 230f Dissertação de Mestrado em Educação - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1991.

COBERN, W. W. World View, Culture, and Science Education. **Science Education International**, v. 5, n 4, p. 5 -8, 1994.

DIAS, F. M. G.; BORTOLOZZI, J. Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio. In: ENPEC, VII, Florianópolis. 2009. **Anais...** Florianópolis, 2009.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

GOULD, S.J. **Pilares do Tempo: ciência e religião na plenitude da vida**. Rio de Janeiro: Rocco. 2002

GOULD, S.J.; VRBA, E.S. Exaptation-a missing term in the science of form. **Paleobiology**, v.8, n.3, p.4-15, 1982.

LEFÈVRE, F. ; LEFÈVRE A.M.C.. **O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)**. Caxias do Sul: EDUSC. (2003).

MAYR, E. (1904-2005). **O que é Evolução/Ernst Mayr**. Rio de Janeiro: Rocco, [2009].

MAYR, E. Darwin's influence on modern thought. **Scientific American**, July, p.79-81, 2000.

MEYER, D.; EL-HANI, C. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

MORAES, R. Mergulhos Discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In. M. do C.

GALIAZZI, J.V. DE. FREITAS, (Eds.). **Metodologias emergentes em educação ambiental**. Ijuí: Unijuí. pp. 85-114. 2005.

OLEQUES, L.C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.L.; BÔER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, n 2, p.243-263, 2011.

OLEQUES, L.C.; BÔER, N.; TEMP, D.S.T.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.L. Evolução biológica como eixo Integrador no ensino de biologia: Concepções e práticas de professores do Ensino Médio. In. **ATAS DO VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2012, Campinas: Abrapec, 2012.

OLIVEIRA, G ; BIZZO, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11 n.1, p.57-79, 2011.

PAGAN, A.A. **Ser (animal) humano: evolucionismo e criacionismo nas concepções de alguns graduados de Ciências Biológicas**. 2009. 228 f. Tese de Doutorado em Educação - Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Paulo, 2009.

PAZZA, R.; PENTEADO, P.R. ; KAVALCO, K. F. Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. **Evolution: Education and Outreach**, v.3, n.1, p.107-113.2009.

RIDLEY, M. **Evolução**. São Paulo, Artmed, 2006.

ROMA, V.N. **Os Livros Didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009): a evolução biológica em questão**. 2011. 229 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências)- Universidade Federal de São Paulo, 2011.

ROSA, V.L.; MUNIZ, E.C.; CARNEIRO, A.P.N. ; GOEDERT, L. O tema Evolução entre Professores de Biologia Não-licenciados - Dificuldades e Perspectivas. In. **VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2002.

SAGER,C. **Voices for Evolution**. The National Center for Science Education, Inc. California, 2008.

SEPÚLVEDA, C. ; EL-HANI, C.N. Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução. **ATAS DO VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. FLORIANÓPOLIS: Abrapec. 2007.

STERN, L., Effective assessment: probing students' understanding of natural selection. **Journal of Biological Education** .v.1, n.39, p.12-17, 2004.

CAPITULO 4

HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

4.1. Apresentação

O último capítulo contém o manuscrito intitulado “HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA”.

A História da Ciência (HC) tem adquirido uma constante importância para o ensino em várias áreas do conhecimento científico.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Biologia reconhecem a importância da HC e da natureza da ciência para o ensino e as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecem na definição dos conteúdos curriculares básicos, um eixo de fundamentos filosóficos e sociais. Este eixo deve estar presente no ensino, envolvendo “conhecimentos básicos de História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos” (BRASIL, 2001). Os PCN também orientam para que os conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução sejam trabalhados em uma perspectiva histórica.

Com base nos resultados obtidos a partir das dificuldades encontradas pelos professores de biologia em relação ao uso do livro didático e sobre as concepções de NdC de estudantes de biologia, surge a necessidade de verificar quais contribuições a HC traz nos livros didáticos utilizados pelas escolas públicas. Em se tratando dos professores de biologia é sabido que estes de modo geral utilizam o livro didático muitas vezes como o único recurso didático. E em relação aos alunos

que apresentam uma visão neutra da ciência, estas contribuições históricas podem influenciar suas concepções sobre a NdC. Martins (1990) destaca um aspecto, dentre outros, onde a contribuição da HC é essencial. Considerando a transmissão por parte do professor, de uma concepção sobre o que é ciência, a forma mais segura, para este autor, de se captar um conhecimento sobre ciência e seus métodos seria através de um estudo histórico sobre o seu desenvolvimento. É clara a ideia de que se necessita cada vez mais de um ensino não só de ciências, mas também sobre ciências em seus diversos aspectos.

Assim, este trabalho teve como objetivo analisar as contribuições da História da Ciência nos livros didáticos de Biologia..

Para analisar a HC nos conteúdos de Evolução Biológica selecionamos oito livros didáticos da coleção 2010 distribuídos pelo PNLD nas escolas estaduais. A escolha destes livros para análise se deu de acordo com seu acesso e disponibilidade para consulta. Os conteúdos foram classificados em categorias “evolução do conhecimento científico”, “protagonistas” e “contextualização dos conteúdos históricos”.

É importante salientarmos que a HC é mais uma importante ferramenta no ensino de ciências para o processo de aprendizagem. Portanto, se ela está presente nos livros didáticos e pode ser considerada um recurso pedagógico, é importante investigarmos se está sendo adequadamente apresentada nos mesmos.

A análise dos livros nos mostrou que estes estão apresentando uma adequação quanto ao tema “História da Ciência”, quer seja pelos critérios adotados para a formulação dos livros, quer seja pelas recomendações dos documentos políticos que sustentam sua importância.

4.2- Manuscrito

HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

HISTORY OF SCIENCE IN BIOLOGY TEXTBOOKS: ANALYSIS OF THE CONTRIBUTIONS TO THE TEACHING OF BIOLOGICAL EVOLUTION.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo contribuir para a identificação do tipo de história da ciência que é utilizada em obras didáticas para o ensino de Evolução Biológica. Os conteúdos referentes à esta temática foram analisados em oito livros de Biologia, aprovados pelo PNLD de 2010, e classificados nas categorias “evolução do conhecimento científico”, “protagonistas” e “contextualização dos conteúdos históricos”. A história relativa ao desenvolvimento da teoria evolutiva foi apresentada, de forma geral, como uma atividade coletiva, cumulativa, sujeita a controvérsias e alterações ao longo do tempo. Os livros apresentaram informações sobre alguns cientistas envolvidos, na maioria das vezes dados biográficos, como data de nascimento e falecimento e em alguns casos, características pessoais e episódios sobre suas vidas. Em todos os livros os conteúdos históricos foram inseridos em contextos científicos, e na maioria deles, em contextos religiosos e sociais também. Os resultados mostram que a informação histórica foi apresentada de forma satisfatória nas obras pesquisadas, mas ainda é necessária uma atenção especial por parte dos autores dos livros didáticos nesse sentido.

Palavras-chave: História da Ciência, Evolução biológica, livros Didáticos

Abstract

This study aims to identify which kind of History of Science is employed in textbooks for teaching Biological Evolution. Contents concerning this subject were analyzed in eight books approved by the 2010 National Program for Textbooks (Brazil), and classified into the categories “evolution of scientific knowledge”, “protagonists”, and “contextualization of historical contents”. The history about the development of the evolutionary theory was presented, overall, as a collective activity, cumulative knowledge, subjected to controversies and changes through time. The books presented information on some of the involved scientists, most times biographic data, as dates of birth and death, and sometimes, personal characteristics and episodes about their lives. In all books the historical contents were inserted into scientific contexts, and in most of them, also in religious and social contexts. The results show that the historical information was presented in a satisfactory way in the books surveyed, but a special attention is still necessary on the part of authors.

key-words: History of Science; Biological evolution; Textbooks

INTRODUÇÃO

A História da Ciência (HC) tem adquirido uma constante importância para o ensino em várias áreas do conhecimento científico. A inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de diversos níveis é defendida por vários autores (Martins, 2007; El-Hani, 2006; Martins, 1998; Bastos, 1998; Matthews, 1995). Segundo Matthews (1995) o ensino de ciências, tanto a teoria como a prática, tem sido enriquecido com informações a respeito da história e filosofia da ciência. Este autor defende que a história, filosofia e sociologia da ciência humanizam as ciências e aproximam dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da sociedade. Além disso, pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, desenvolvimento do pensamento crítico, contribuindo para um entendimento integral da matéria científica, bem como para melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência.

Reconhecendo a importância da HC e da natureza da ciência para o ensino, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Biologia sugerem e as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecem na definição dos conteúdos curriculares básicos, um eixo de fundamentos filosóficos e sociais. Este eixo deve estar presente no ensino, envolvendo “conhecimentos básicos de História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos” (BRASIL, 2001). Os PCN também orientam para que os conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução, sejam trabalhados em uma perspectiva histórica.

Esses documentos apontam que a história e a filosofia das ciências são fortes aliadas para o ensino de Biologia, contribuindo para o conhecimento do aluno. Destacam “a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou fracasso das diferentes teorias científicas estão associados ao seu momento histórico” (BRASIL, 2000, p.14).

Segundo Sequeira e Leite (1988), a HC pode contribuir para que os alunos se sintam mais a vontade para apresentar suas ideias sobre o mundo como também para discuti-las e avaliá-las, melhorando a comunicação em sala de aula. Esses

autores acreditam que isso facilitaria o diagnóstico do professor que adota uma metodologia de ensino baseada na aprendizagem construtivista, ocupando um lugar primordial no processo de mudança conceitual. Eles destacam ainda que a HC permite aos alunos constatar como os modelos em ciências são modificados e adaptados a novos dados (experimentais ou teóricos), bem como às descobertas e progressos de outros ramos do saber. A partir desse entendimento, os autores admitem que a HC envolva os aspectos sociais, econômicos e políticos, e até crença pessoal. Contempla também, persistência e criatividade, interfere na construção e aceitação desses modelos, dando a oportunidade de “ver” a natureza real do conhecimento científico. Os alunos poderão assim perceber, ao contrário do que muitas pessoas pensam, que o conhecimento científico é provisório.

Silva e Teixeira (2009) sugerem que a HFC podem também derrubar mitos como: a ciência é algo somente para aqueles poucos que têm capacidades extraordinárias; é possível identificar como, onde, quando e por quem ocorreu uma determinada descoberta científica; os cientistas do passado não se enganavam; os heróis da ciência são aqueles que tiveram suas teorias confirmadas e os vilões são aqueles que tiveram suas teorias derrubadas.

No entanto, os professores do ensino médio dificilmente incorporam esse tipo de conhecimento em suas práticas. Apesar de muitos autores acreditarem que a utilização da história traz benefícios para o ensino de ciências, alguns alertam para os problemas que podem ocorrer como, por exemplo, a produção de material didático de qualidade que contemple o ensino e aprendizagem (MARTINS, 2007). Essa autora lembra que, a produção de materiais didáticos, apesar de ter crescido em quantidade e qualidade, não é a solução. Em vista disso, a melhoria dos LD sozinho não garante a melhoria do ensino de Biologia. Segundo esta autora, na maioria das vezes professores e alunos ficam engessados em questões como a do currículo e a pressão em função dos exames vestibulares.

Martins e Brito (2006) detectaram problemas com o uso da HC apresentada em livros de biologia nos tópicos de genética e evolução. Entre os problemas encontrados citam que os autores dos livros didáticos apresentam narrativas simplificadas o que impede a percepção do aluno de que o processo de construção do pensamento científico é complexo; utilizam termos que surgiram muito depois, aceitos atualmente, mas que não existiam na época; ignoram ou desconhecem o

contexto da época em que viveram os cientistas mencionados; desprezam conhecimentos que eram plausíveis dentro do contexto de sua época. Essas mesmas autoras apresentam como consequências do uso incorreto da HC na formação científica do aluno uma visão distorcida das ideias dos autores antigos; a valorização do que é aceito atualmente desconsiderando as contribuições que eram plausíveis e seu tempo; a visão do desenvolvimento do pensamento científico como algo elaborado por gênios desprezando os acertos e erros da ciência; não desenvolvimento de espírito crítico e favorecimento da formação de uma visão tendenciosa. A partir dessas constatações, Martins e Brito (2006) concluem que isso se caracteriza como uma pseudo-história da ciência.

As histórias que apresentamos aos alunos são provenientes dos livros didáticos, um dos principais recursos utilizados pelos docentes em seu trabalho e, muitas vezes, o único. A forma simplista como a HC em geral é apresentada não contribui para que se obtenha uma concepção de ciência, caracterizada como uma atividade coletiva, que progride em um contexto histórico, cultural e social e não como trabalho realizado por um indivíduo isoladamente (LEITE, 2002; PEREIRA; AMADOR, 2007).

Considerando a importância que os livros didáticos têm no contexto educacional, este trabalho relata como a história da ciência está inserida nos conteúdos relativos à Evolução Biológica, presente em livros de biologia aprovados pelo *Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio* (PNLEM).

METODOLOGIA

Para analisar a HC nos conteúdos de Evolução Biológica selecionamos oito livros didáticos da coleção 2010 (Quadro 1) distribuídos pelo PNLD para análise dos professores nas escolas estaduais.

Quadro 1- Livros didáticos analisados

Livros	Autores	Volume/ ano 2010
L.1	Lopes, S e Rosso. S.	Vol 2
L.2	Laurence, V e Mendonça. J	Vol.3
L.3	Santos, F.; Aguilar, J. B. e Oliveira, M. M.	Vol 3
L.4	Junior, C. da S; Sasson, S. e Júnior, N. C.	Vol.3
L.5	Pezzi, A.; Gowdak, D. O.; Mattos, N. S.	Vol.3
L.6	Linhares, S.; Gewandsznajder	Vol.3
L.7	Amabis, J. M. e Martho, G. R.	Vol.3
L.8	Bizzo, N.	Vol.3

Consideramos como conteúdo histórico do material investigado (Evolução Biológica) qualquer informação que apresentasse a localização em tempo ou lugar ou mesmo somente os nomes das pessoas envolvidas com a construção de determinado conhecimento.

A partir da leitura de trabalhos voltados à análise de livros didáticos, elaboramos a ficha (Quadro 2) apresentada a seguir, adaptada de Leite (2002).

Quadro 2- Categorias da História da Ciência analisadas nos conteúdos de Evolução Biológica dos livros didáticos selecionados

Categorias	Itens de análise	
Evolução do Conhecimento Científico	Descrição de atividade	Atividades experimentais e observacionais realizadas pelos cientistas.
	Conhecimento científico	Linear e cumulativo
		Rupturas e controvérsias
	Responsável pela evolução do conhecimento	Atividade individual
Atividade coletiva		
Protagonistas	Dados biográficos	
	Características pessoais	
	Anedotas e descobertas sem contextualização	

Contextualização dos conteúdos históricos	Científico, tecnológico, político, social e religioso
---	---

Fonte: adaptação de Leite (2002)

Para identificar algumas propriedades do texto em estudo foi utilizada a análise de conteúdo, por ser uma técnica exploratória (BARDIN, 2006), na qual os livros foram percorridos várias vezes de acordo com o número total de categorias e subcategorias; por fim, realizou-se o registro e o tratamento dos dados obtidos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção apresentamos e discutimos os resultados por categoria de análise.

Categoria 1- Evolução do conhecimento científico

A categoria Evolução do conhecimento científico compreende as informações históricas que apresentam aspectos diversificados contemplando referências à descrição das atividades ou menção à descoberta, ao progresso e aos responsáveis pela evolução do conhecimento científico.

Esta categoria ganha destaque principalmente nos livros L.3 e L.8 em todos os itens analisados. Os resultados da análise da Categoria Evolução do conhecimento nos livros didáticos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1.- Número de citações nos itens analisados em cada livro na Categoria " Evolução do conhecimento científico".

Itens		L.1	L.2	L.3	L.4	L.5	L.6	L.7	L.8	Total
<i>Descrição de atividades</i> (descrições que trazem o processo evolutivo do conhecimento representado pelas atividades experimentais/ observacionais e menções a descobertas).		4	6	16	6	2	6	3	13	56
<i>Progresso científico</i>	Linear e cumulativo	5	2	10	5	7	4	5	7	40
	Rupturas e controvérsias	7	4	8	4	5	2	2	9	41
<i>Responsável pela evolução do conhecimento</i>	Atividade individual	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Atividade coletiva	4	2	3	-	1	2	-	3	15

Num panorama geral, o item 'descrição de atividades' aparece com maior frequência nos livros didáticos analisados, onde foram tomados como unidades de análise um conceito, uma lei, uma descrição de atividade observacional/experimental ou menção à descoberta, conforme se verifica no exemplo abaixo:

*"O biólogo August Weismann **demonstrou experimentalmente** que características adquiridas não são transmitidas à prole. Esse pesquisador cortou, por várias gerações, o rabo dos camundongos que usava como reprodutores. Os descendentes apesar disso, continuavam nascendo com rabo." (L.4, p.212)*

*"A aceitação de que a evolução podia ser explicada pelas mutações e recombinações gênicas, orientadas pela seleção natural, **resultou na teoria moderna da evolução**, ou teoria sintética da evolução." (L.7, p.163)*

O primeiro relato caracteriza a descrição do experimento realizado pelo cientista a partir do qual é proposta uma nova teoria, a do Neodarwinismo. Já o segundo relato parte de um conjunto de dados para chegar à formulação de uma teoria científica, ou seja, a Teoria Moderna da Evolução (L.7). A HC aparece com

frequência associada a observações e experimentos realizados pelos cientistas e a propostas de Teorias.

Verificamos também que a evolução do conhecimento científico linear e cumulativo aparece na mesma frequência do conhecimento por rupturas e controvérsias. A título de exemplo do conhecimento científico linear e cumulativo destacamos:

*“Uma **importante influência** para a teoria de Darwin veio da obra de Thomas Malthus sobre populações humanas.” (L.3, p.146)*

*“Ele [Darwin] conhecia as ideias de Lamarck, **concordava** com o uso e desuso e com a herança das características adquiridas” (L.8, p.219)*

Santos (2006) salienta que a maioria dos livros de ciências apresenta a evolução científica de forma contínua e cumulativa dando a impressão de que os fatos históricos aconteceram com alguns cientistas e que foram adicionando uma a uma suas descobertas a fim de que o problema fosse solucionado. Nesse processo é possível que o cientista-historiador perceba apenas como “história” as etapas anteriores do desenvolvimento científico que culminaram na construção do conhecimento válido do ponto de vista da atualidade (BIZZO, 1992). Esse processo de reconstrução útil dos fatos históricos tem sido chamado de *Whiggismo*, que enfatiza princípios de progresso do passado de modo a produzir uma história que é apenas uma consagração do presente, ignorando o contexto em que ocorreu sua produção (YOUNG, 1985). Na história *Whig*, a evolução dos conhecimentos é entendida como um processo linear, crescente e cumulativo, sendo que a fase em que se encontra o conhecimento atual é fruto do aperfeiçoamento do conhecimento antigo. Antigas ideias, foram desconsideradas ou entendidas como erros. Entretanto, em nosso trabalho, os livros didáticos trazem muitas referências a controvérsias, mudanças teóricas e rupturas sendo detectadas significativamente em todos os livros analisados, contrariando no que se refere à temática HC na análise de outros pesquisadores, como de Cicillini (1993). Segundo esta autora a HC, quando aparece, é linear, representando os fatos em uma ordem cronológica, confirmando a teoria hoje aceita, suprimindo os conflitos e contradições que poderiam gerar polêmica. Os exemplos a seguir demonstram ideias de controvérsias:

*“As ideias lamarckistas foram reavivadas há algumas décadas na ex-União Soviética. Um dos defensores dessa teoria foi o biólogo russo Trofim Lysenko, **que se opunha às leis de Mendel** e insistia em que os caracteres adquiridos podiam ser transmitidos à descendência.” (L.4, p.213)*

*“Na época, as ideias de Lamarck **foram rejeitadas**, não por que falavam na herança das características adquiridas, mas por falarem em evolução. As noções sobre hereditariedade eram rudimentares na época e predominava o pensamento de que as espécies são imutáveis. Somente muito mais tarde os cientistas puderam **contestar** a herança dos caracteres adquiridos.” (L. 1, p.439)*

A apresentação destes episódios da HC é primordial para a formação de uma concepção adequada da Natureza da Ciência, mostrando tanto o sucesso quanto os fracassos dos cientistas para compreender os fenômenos biológicos.

Para Kuhn (2003), as rupturas no desenvolvimento científico são as revoluções científicas, onde após um período de ciência normal, em que um paradigma é totalmente aceito, as anomalias começam a se tornar importantes, o que caracteriza um momento de crise. Esse é um caminho descontínuo, onde há uma reconstrução, uma nova elaboração, uma mudança de paradigma.

No caso da Evolução Biológica a responsabilidade pelo progresso científico nos livros analisados é retratada como uma atividade coletiva considerando que a maioria deles traz a contribuição de vários cientistas/naturalistas na construção dessa teoria, mesmo Darwin tendo destaque. Vejamos os exemplos:

*“O pensamento evolutivo **certamente se deve a diversos pensadores**, mas dentre eles Charles Darwin tem destaque.” (L.8,p. 219)*

*“Outros **cientistas já haviam levantado** ideias sobre processos de mudanças nos seres vivos ao longo do tempo, contestando a imutabilidade das espécies.” (L. 1, p.432)*

Em se tratando da teoria da Evolução, nenhum dos livros analisados relata o progresso científico apenas como obra de um único cientista, mas sim de vários cientistas. Isto está de acordo com a concepção atual que considera a ciência uma atividade humana construída coletivamente.

Categoria 2- protagonistas

Nesta categoria analisamos a vida dos cientistas onde incluímos os itens dados biográficos, pelo menos o nome, data de nascimento e morte; características

dos cientistas como famosos/gênios (inteligente, brilhante, o mais importante), ou comuns (necessidade de trabalhar para sobreviver); e episódios /anedotas. Os resultados da análise desta categoria estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2.- Número de citações nos itens analisados em cada livro na categoria "Protagonistas".

Itens	L.1	L.2	L.3	L.4	L.5	L.6	L.7	L.8	Total
Dados biográficos	6	5	16	13	15	19	11	10	85
Características pessoais	6	2	-	1	3	3	3	8	25
Episódios/ Anedotas	3	-	2	-	2	-	1	1	09

Os dados biográficos representam bem a categoria 'protagonista' com um número de referências nos livros analisados muito acima dos outros itens, entretanto é possível perceber uma variação entre estes. Pereira e Amador (2007) também detectaram esta característica em suas análises. Na maioria dos livros analisados os dados biográficos que aparecem são o nome, data de nascimento e de falecimento. Em alguns casos a nacionalidade e profissão do cientista, reforçando que o cientista é humano, como mostram os exemplos:

*"O biólogo alemão **August Weismann** (1834-1914)."* (L.5, p.71)
*"Darwin também menciona a leitura da obra do vigário inglês **Thomas Malthus** (1766-1834)."* (L.7, p.151)

A redução do conteúdo histórico às biografias é um problema que pode surgir quando a HC é incluída no ensino das ciências. O ponto é que, às vezes, a HC é reduzida a nomes e datas, sendo que o problema é ainda maior quando estas informações apresentam-se erradas (LEITE, 2002).

Também notamos que os livros didáticos apresentam a história da ciência privilegiando sempre os mesmos nomes, Darwin, Lamarck, Wallace, com algumas exceções elegendo nomes como Weismann, Malthus, Buffon, Lyell, Cuvier entre outros. Esta tendência em privilegiar alguns nomes na HC também foi detectada por

Teixeira e Silva (2009). O grande destaque é o nome de Darwin, o mais citado e considerado o pai da Teoria Evolutiva como mostra o exemplo a seguir:

*“Como Darwin possuía um número maior de observações para suportar suas hipóteses, publicadas na obra, ele acabou sendo reconhecido como o **“pai”** da teoria da evolução por seleção natural ” (L2, p.223).*

O item ‘características pessoais’ embora mais reduzido, em comparação com o item anterior, teve maior representação em L1 e L8. Apesar de os dados biográficos poderem contribuir para desmistificar a ciência, mostrando que esta não é realizada apenas por gênios, as características pessoais nos livros analisados apresentam os cientistas, na maioria das vezes, como naturalistas e como grandes personalidades que contribuíram para o desenvolvimento científico, exemplificados a seguir.

*“Georges-Louis Leclerc (1707-1788), o conde Buffon, **um dos grandes cientistas** do século XVIII, reuniu plantas e animais de todo o mundo em um museu em Paris e escreveu uma grande obra em 44 volumes, que pretendia reunir todo o conhecimento sobre história natural” (L.8, p.216).*

Ao contrário, Wallace em algumas obras aparece como um cientista com características de cidadão comum, conforme o exemplo:

*“Ao contrário de Darwin, Wallace **teve dificuldades financeiras** durante toda sua vida” (L.1, p.443).*

É importante destacar, que em relação aos protagonistas verificamos que Darwin é apresentado sempre como um grande cientista e que o mérito da Evolução é basicamente seu. Conforme retratado no exemplo a seguir:

*“Darwin tem o mérito de ter apresentado imensa série de evidências a favor de sua teoria e por isso a teoria ser mais identificada como nome dele que com o de Wallace. Outros também lembram **o maior prestígio científico e social** de Darwin na época” (L.6, p. 137).*

Já Lamarck, mesmo trazendo grandes contribuições, ainda é tratado nos livros analisados como um cientista que apresentou explicações erradas e que não são aceitas atualmente. Entretanto, alguns livros didáticos reconhecem sua contribuição para o pensamento evolucionista. Os livros didáticos analisados afirmam que a herança dos caracteres adquiridos foi defendida por Lamarck. Segundo Bellini (2006), o nome de Lamarck está ligado ao conceito de herança dos caracteres adquiridos, uma proposta plausível e de muitos no século XVIII e XIX. Tão aceita que até mesmo próprio Darwin aceitou a ideia de que os caracteres adquiridos poderiam ser transmitidos de uma geração a outra (BASTOS, 1998). Como demonstra o autor de L8:

*“Ele conhecia as ideias de Lamarck, **concordava** com o uso e desuso e com a herança das características adquiridas, mas não aceitava que os seres vivos tivessem uma tendência inevitável ao aperfeiçoamento” (L8, p. 219).*

Os historiadores da ciência consideram ‘episódio/anedotas’, pequenas histórias incluídas no contexto de quase-história. Estes episódios aparecem limitados na análise dos livros didáticos. O exemplo apresentado retrata um episódio/anedota da vida de Lamarck:

“Quando jovem, entrou para o seminário jesuíta, mas logo a seguir seu pai faleceu e Lamarck juntou-se ao exército Francês na campanha contra a Alemanha, em 1761. Em sua primeira batalha distinguiu-se por bravura e foi promovido à oficial. Depois que a paz foi declarada, em 1763, Lamarck permaneceu ainda cinco anos no exército, até que um acidente o forçou a sair. [...] Lamarck começou a perder a visão em 1818, tendo terminado seus dias completamente cego.” (L.1,p.440)

Solomon (2000) *apud* Pereira e Amador (2007), apresenta a importância destas pequenas histórias para o ensino de ciências podendo assumir, em termos didáticos, um valor que pode suscitar a curiosidade dos alunos.

Categoria 3- Contextualização dos conteúdos históricos

Esta categoria diz respeito à informação histórica presente nos livros analisados que contempla os aspectos científicos, tecnológicos, sociais, políticos ou religiosos. Optamos no presente trabalho apenas pela identificação de presença ou ausência dos diferentes tipos de contextualização, sem proceder a uma quantificação, conforme o Tabela 3.

Tabela 3.- Presença de citações na categoria " Contextualização dos conteúdos históricos " em cada livro analisado.

Tipo de contextualização	Livros							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Científica	√	√	√	√	√	√	√	√
Tecnológica	√	-	√	-	-	-	√	√
Religiosa	√	-	√	√	√	√	√	-
Social	√	√	√	-	√	√	√	-
Política	√	-	-	-	-	-	-	-

Para análise do contexto científico, não consideramos as menções às descobertas científicas e sim a evolução da ciência em relação à teoria evolutiva. O contexto científico está presente em todos os livros didáticos analisados, seguidos do contexto religioso e social. As menções ao contexto religioso aparecem sempre ligadas ao pensamento criacionista. O livro L5 apresenta esta situação em uma passagem em que os autores comentam que Darwin relutou para publicar seu trabalho, por saber que entraria em choque com as ideias da época, muito influenciadas pela religião. Já o contexto social é retratado no exemplo de L1 em que Darwin tinha uma boa situação financeira e Wallace uma situação financeira precária. Este mesmo livro faz uma menção à vida de Lamarck, que se tornou oficial e era filho de militar e seus irmão soldados. O contexto social também é retratado em L5 e L6 quando afirmam que durante a viagem de Darwin, este criticou os hábitos dos brasileiros em relação à escravidão e ao carnaval.

Quanto ao enquadramento tecnológico, os livros fazem menção principalmente às técnicas utilizadas nos avanços da biologia molecular e da genética, principalmente nos capítulos que tratam da Síntese Evolutiva (L8). Por fim, o contexto político foi identificado apenas em L1 e faz menção a uma parte da vida de Lamarck. O relato afirma que este foi chamado para ser professor de História Natural no mesmo ano em que aconteceu a execução de Luís XVI e Maria Antonieta, em 1793. No entanto, esta informação apenas situa o fato sócio-político, mas não explica a relação entre os acontecimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho mostram que o conhecimento científico sobre o processo de evolução biológica e o desenvolvimento da teoria evolutiva, nos livros analisados, de forma geral foi apresentado como uma atividade coletiva, cumulativa, sujeita a controvérsias e alterações ao longo do tempo, à medida que novos conhecimentos vão sendo adquiridos. Pode-se dizer que a apresentação do conteúdo foi feita de forma a apresentar adequadamente a natureza da ciência. O ensino de evolução oferece aos educadores uma excelente oportunidade para clarificar a natureza da ciência e diferenciar a ciência de outras formas de empreendimentos e entendimentos humanos (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1998).

Os livros apresentaram dados de alguns cientistas envolvidos no desenvolvimento do conhecimento a respeito da evolução biológica, na maioria das vezes, dados biográficos, como datas de nascimento e falecimento. Em alguns casos também apresentaram algumas características pessoais e episódios sobre a vida dos cientistas. Em todos os livros os conteúdos históricos foram inseridos em contextos científicos, e na maioria deles, também em contextos religiosos e sociais.

Em alguns casos específicos a HC apresenta-se simplificada, contendo apenas dados biográficos, sem contextualização dos aspectos históricos, de maneira que contribuem pouco para o ensino e aprendizagem de Biologia (L2, L4).

De forma geral, a HC é apresentada de forma mais completa nos livros pesquisados se considerarmos o que foi relatado em estudos anteriores (CICILLINI,1993,1997; BELLINI, 2006; ALMEIDA ;FALCÃO, 2010). Embora não seja possível uma comparação direta de nossos resultados com os de outros estudos, por se tratarem de obras diferentes e critérios de análise diferentes, este dado sugere que pode estar havendo influência de documentos oficiais como PCNs e PNLD, este último tendo iniciado em 2007, na elaboração dos livros didáticos de Biologia. Entretanto, esta possibilidade precisa ser melhor avaliada. Apesar do avanço dos LD relacionado ao tema, estes não devem ser a única fonte de pesquisa utilizada pelos professores.

Este trabalho, além de apontar como a HC se apresenta nos livros didáticos analisados, apresenta categorias que podem ser verificadas pelo professor em seu próprio material de trabalho oportunizando um momento crítico em suas aulas para aqueles que têm interesse em trabalhar a ciência numa perspectiva histórica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.V. ;. FALCÃO, J.T. DA R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.

BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998, p. 43-52.

BELLINI, L. M. Avaliação do Conceito de Evolução nos Livros Didáticos. **Estudos em Avaliação Educacional**, v.17, n.33, p.7-27, jan./jul. 2006.

BIZZO, N. M. V. História da Ciência e Ensino: onde terminam os paralelos possíveis: **Em Aberto**, Brasília, v 11, n 55, jul./set.1992.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Biologia**. Brasília: MEC/SEF, 2001.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN- Parâmetros curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

CICILLINI, G. A. A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v.7, n.14, p.17-37, jul./dez. 1993.

EL- HANI, C. N. "Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior". In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

KUHN, T S. **A Estrutura das revoluções científicas**. 8. ed. São Paulo:Perspectiva, 2003.

LEITE, L. History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. **Science and Education**, v.11, n.4, p.333-359, jul 2002.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n.1, p.112-131, abr./ 2007.

MARTINS, L. A. P. A História da Ciência e o Ensino da Biologia. **Ciência & Ensino**. n.5, p. 18-21, dez.1998. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghc/lilr12.htm>>. Acesso em: 12 de dez. 2008.

MARTINS, L. A. P.; BRITO, A.P.O.P.M. A História da Ciência e do ensino da Genética e Evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, C.C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 245-264.

MATTHEWS, M. R. "História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação", **Caderno Catarinense Ensino de Física**, Florianópolis v. 12, n 3, p. 164-214, dez. 1995.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Teaching about evolution and the nature of Science**. 150p. 1998. <http://www.nap.edu/catalog/5787.html>

PEREIRA, A. I.; AMADOR, F. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6. n.1, p. 2007.

SANTOS, C.H.V. dos. **História e Filosofia da Ciência nos Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: análise do conteúdo sobre a Origem da Vida**. 2006. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. A História da Ciência no Ensino- aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**. v.1, n.2, p. 29-40, 1988.

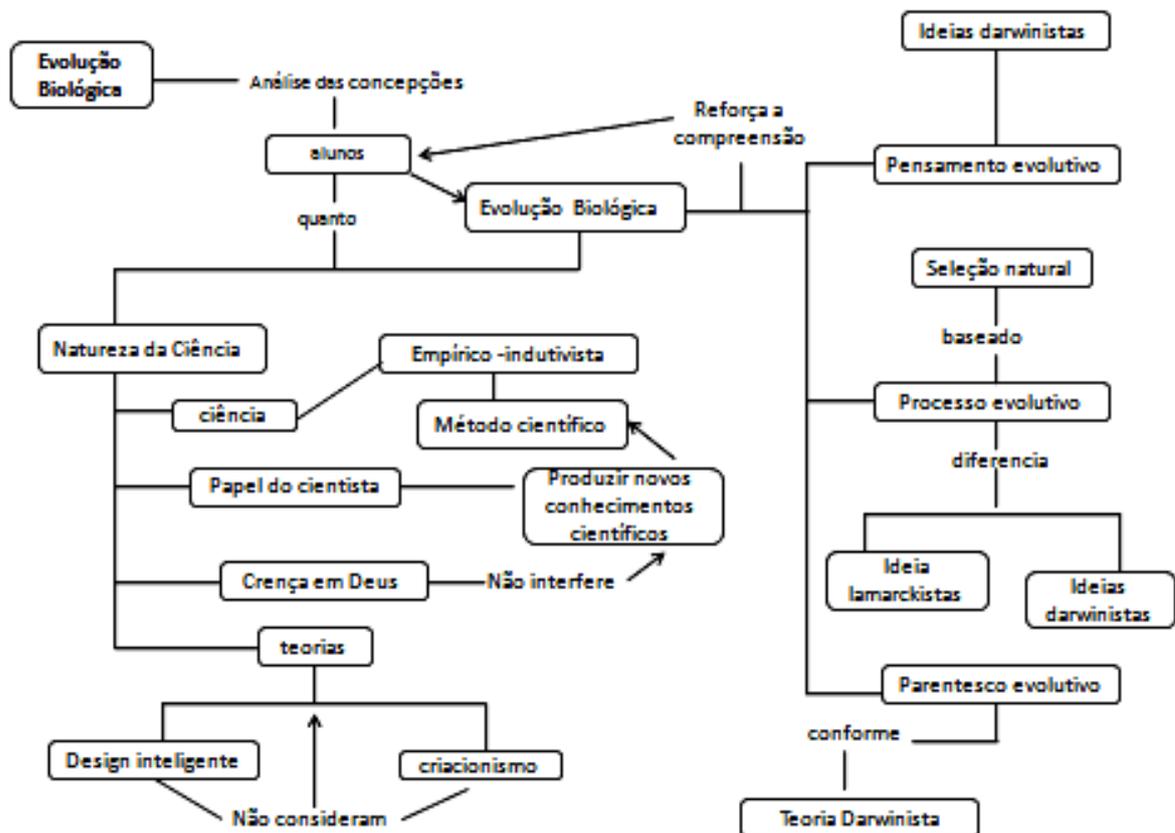
SILVA, E. N.; TEIXEIRA, R. R. P.A História da Ciência nos Livros Didáticos: um estudo crítico sobre o ensino de física pautado nos livros didáticos e o uso da história da ciência. In: SIMPÓSIO DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Anais eletrônicos ...** Vitória. Disponível em_Acesso em: 18 nov. 2013.

YOUNG, R.M. Darwinism is social, In: KOHN, D. (Ed.). **The Darwinism heritage**. Princeton: Princeton University, 1985.

Ao analisar a abordagem da Evolução Biológica no ensino médio, constata-se que a metade dos professores percebe a EB como um eixo integrador presente em todas as séries e independente do conteúdo. Entretanto, a EB ainda é vista como um conteúdo do ensino médio conforme apresentado nos livros didáticos e utilizados pelos professores.

Em relação às dificuldades encontradas na prática docente, os professores fazem referências aos conteúdos contidos nos livros didáticos, afirmando que os tópicos abordados são sempre os mesmos. Percebe-se aqui que os professores apenas conhecem e utilizam o conteúdo do livro didático, não conseguindo desenvolver com significado e contextualização os diferentes momentos da EB numa perspectiva histórica. O pouco tempo disponível para o conteúdo de Evolução e as crenças dos professores também interferem na prática docente, dificultando assim, a compreensão do aluno em relação à EB como um eixo integrador, bem como a natureza deste conhecimento.

Quanto às concepções dos alunos sobre EB e Natureza da ciência, estas estão representadas no esquema a seguir:

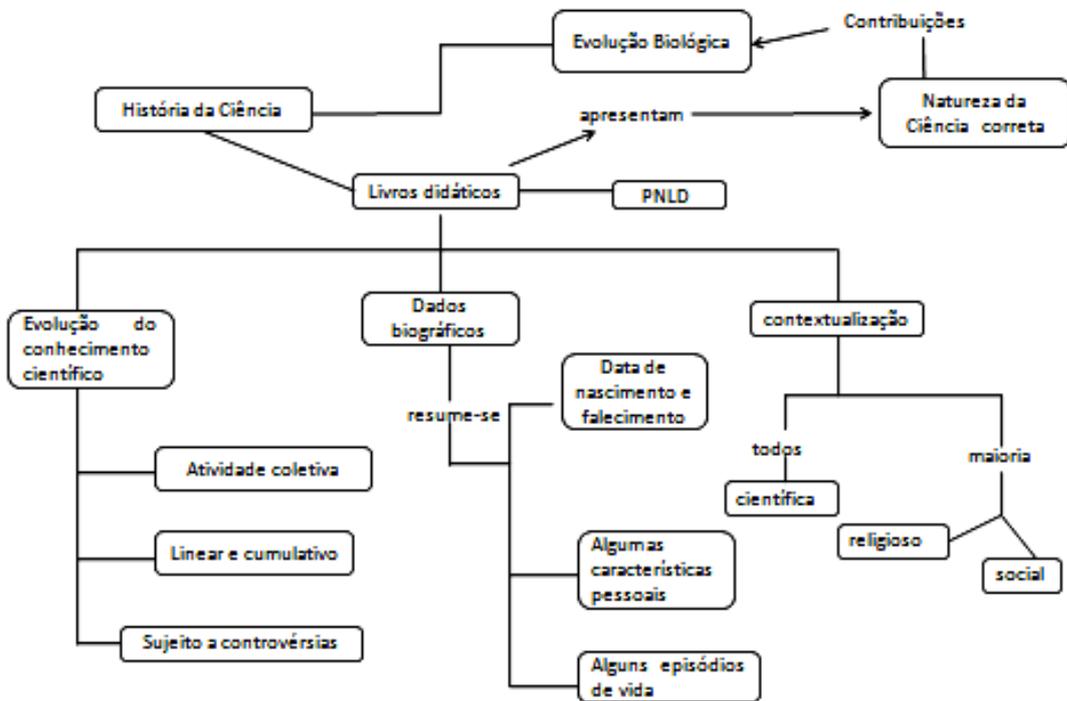


Compreender adequadamente a natureza da ciência requer, principalmente, um entendimento da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico. Tal compreensão favorece o processo de alfabetização científica, nesse caso, um melhor entendimento da EB.

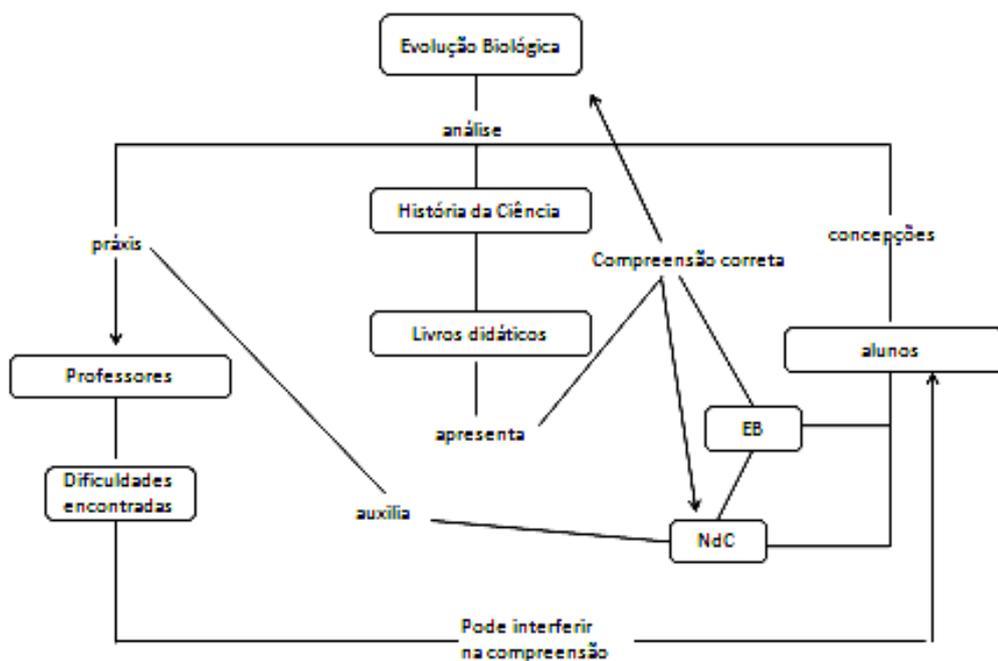
Para a metade dos alunos a ciência é vista como um método empírico-indutivista e está relacionada diretamente com o papel do cientista, o qual produz novos conhecimentos através do método científico. Entretanto, outras concepções sobre NdC foram apresentadas pelos estudantes. No que se refere às crenças de um cientista em Deus, a maioria dos alunos relatou que tais crenças não interferem na produção de novos conhecimentos. A metade relatou que ciência e religião são visões de mundo distintas, portanto, não há interferência. Já o Design inteligente e o Criacionismo não são considerados como sendo teorias científicas pela maioria dos alunos, mostrando uma visão compatível com a ciência.

Quanto às concepções sobre EB, a maioria apresentou um pensamento evolutivo compatível com as ideias Darwinistas. A compreensão do processo evolutivo baseia-se, principalmente, na seleção natural. Também constatamos que a maioria apresenta clareza quanto aos processos evolutivos nas visões Lamarckistas e Darwinistas. Quanto ao processo de parentesco evolutivo, a maioria compreende tal processo, conforme a Teoria Darwinista. Estas constatações reforçam a compreensão dos alunos em relação à EB.

Em relação às contribuições da História da Ciência para o ensino da EB constatamos que os livros didáticos analisados apresentam a natureza da ciência em relação à EB de forma adequada. O desenvolvimento do conhecimento científico sobre EB é retratado como uma atividade coletiva, cumulativa e com controvérsias. Na maioria das vezes, os dados biográficos apresentam apenas a data de nascimento e falecimento e raramente as características pessoais e episódios da vida dos cientistas. Entretanto, todos os livros analisados apresentam a HC em um contexto científico e na maioria deles nos contextos religioso e social. Estas contribuições da HC apresentam-se sumariadas no esquema mental a seguir:



Com base nas discussões dos capítulos apresentados, e uma análise integrada consideramos a importância deste estudo nos diferentes contextos representados abaixo:



As dificuldades apresentadas aqui, em se tratando da práxis docente, e em relação às reais condições de trabalho como: tempo, material didático e a forte influência das crenças, bem como, a abordagem da EB como eixo integrador ou não, podem influenciar negativamente o entendimento dos alunos. Esta questão está relativamente associada à concepção de ciências que o professor tem e que depende em boa parte, do que lhes foi ofertado durante o curso de formação, tanto inicial quanto continuada, sendo reforçada pelos materiais didáticos que utilizam e que estão impregnados de determinada concepção, não permitindo satisfatoriamente sua abordagem. Também destacamos que alguns professores são apegados às proposições dos livros didáticos, enquanto outros (poucos) se propõem a refletir a temática a partir das concepções dos alunos, buscando desenvolver uma metodologia mais atraente que dá sentido e significado ao processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, esta investigação mostrou a fragilidade dos conhecimentos no campo específico e pedagógico desses professores. E isso inviabiliza um processo formativo com qualidade, pois a função de ensinar perpassa pela construção de saberes pedagógicos e, por razões sóciohistóricas.

O ensinar, como simples transmissão de saberes, não é produtivo. É necessária uma reflexão, no intuito de ressignificar a própria arquitetura curricular dos cursos que formam professores para o campo da Educação em Ciências, e a necessidade de rever as questões pedagógicas e metodológicas aqui implicadas. Ou seja, conhecer o aprender a ser professor de determinados saberes.

Em relação às concepções dos alunos sobre EB e NdC, nosso trabalho mostrou um entendimento aceitável, sendo que podemos inferir, que estes futuros biólogos poderão ser professores com uma prática pedagógica mais adequada. Provavelmente, isso se deve ao fato destes alunos terem usufruído de um currículo reformulado e que tem como eixo norteador a EB se comparado ao currículo que formou a maioria dos professores questionados nesta investigação.

Por fim, a HC sobre EB nos livros analisados traz contribuições significativas tanto para a compreensão da NdC quanto para a compreensão da EB. Estas contribuições facilitam a prática docente, já que o livro didático é ao meio principal de consulta dos professores. Sendo assim, o livro didático torna-se peça

fundamental neste contexto, pois este é a principal fonte de informação ou talvez a única usada pelos professores no tema em questão. Entretanto, entre os livros didáticos analisados a qualidade e quantidade de HC no contexto da EB diferem. Esta divergência é fruto da formação dos autores responsáveis pela elaboração do livro. Por exemplo, o contexto da EB no livro L.8 é superior aos demais, pois o autor é especialista no tema.

As reflexões provocadas ao longo dos capítulos, devido à complexidade deste tema, tornam essa investigação de suma importância para os educadores, especialmente, para aqueles envolvidos com a formação profissional inicial e com a formação continuada de professores de Ciências Biológicas. Este é um tema de imensa importância para o campo da Educação em Ciências e Formação de Professores, podendo servir como suporte para impulsionar mudanças no ensino da Biologia.

REFERÊNCIAS GERAIS

ALMEIDA, A.V., FALCÃO, J.T. da R. A Estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v.11, n.1,p. 17-32. 2005.

BIZZO, N. M. V. From down house landlord to Brazilian high school- students - what has happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching**, v.31,n. 5, p.537-556. 1994.

BIZZO, N. M. V. Falhas no Ensino de Ciências: erros em livros didáticos ainda persistem em escolas de Minas e São Paulo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 159, p. 26-31, abr. 2000.

BIZZO, N., MOLINA, A. El mito darwinista en el aula de clase: um análisis de fuentes de información al gran público. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 401-416, 2004.

BIZZO, N. e KAWASAKI, C. S. Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de ciências. **Projeto – Revista de Educação**, v. 1, n. 1, 1999.

BITTENCOURT, Circe Maria F. Em Foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004. Disponível em: < http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/periodicos/educacao_e_pesquisa/vol_30_no >. Acesso em: 05 jun. 2010.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN– Parâmetros curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: História**. Brasília: MEC/SEF, 2001.

BRASIL, Secretaria da Educação Básica. **Guia de Livros didáticos Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília: MEC/SEF, 2008.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, 2006. Disponível em: <portal. Mec.gov. BR/se/arquivos/p.f./book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 22 Maio. 2010.

BRICKHOUSE, N.W. The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. **International Journal of Science Education**, v.11, n.4, p.437-449. 1989.

CARNEIRO, A. P. N. **A Evolução Biológica aos olhos de professores não licenciados**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis. 2004.

CICILLINI, G.A. Ensino de Biologia: o livro didático e a prática pedagógica dos professores no ensino médio. *Ensino em Re-Vista*, v.6, n.1, p. 29-37. 1998.

COIMBRA, S.. Ensino de evolução biológica e a necessidade de formação continuada. In: E. F. Mortimer, (Ed). **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: Abrapec. 2007

DALAPICOLLA, J. ; SILVA, V. A. ; FREGUGLIA, J. M. G. . O Uso da evolução como eixo integrador da biologia em livros didáticos do Ensino Médio. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011, Campinas - SP. **Anais do VIII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

DIAS, F.M.G. ; BORTOLUZZI, J. Como a Evolução Biológica é tratada nos livros didáticos do Ensino Médio. In: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: Abrapec. 2009.

DRIVER, R.; LEACH,J. ;MILLAR, R.; SCOTT,P. **Young People's Images of Science**. (pp.1-44).Open University Press. 1996.

GIL PEREZ, D.; VILCHES, A.; FERREIRA-GAUCHIA, C. Overcoming the Oblivion of Technology in **Physics Education**. 2008.Em:<http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**. Brasília, n. 55, p. 4-8. 1992.

MARTINS, R.A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**. v.9, p.3-5. 1990.

PAZZA, R.; PENTEADO, P.R.; KAVALCO, K.F.;. Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. **Evolution: Education and Outreach**. v3, n.1,p. 107-113. 2009.

PEREIRA, A. I.; AMADOR, F.. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n.1. p.191-216, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf Acesso em: 20 out. 2009

SILVA, L H.; SCHNETZLER, R. Práticas docentes em disciplinas biológicas e sua importância para a futura atuação de professores. In: I Encontro Regional de Ensino de Biologia. **Anais**. Universidade Federal Fluminense, 2001.

SELLES, S.E. Formação continuada e desenvolvimento profissional de professores de Ciências: anotações de um projeto. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.2, p.1-15, 2002.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v.27, n.1, p.124-31, 2004.

ZAMBERLAN, E.S.J e SILVA, M.R.da. Evolução Biológica e sua abordagem em livros didáticos. **Educação Real.**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 187-212, jan./abr. 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/edu_realidade>

ANEXO A- QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS DE GRADUAÇÃO**APÊNDICE A: QUESTÕES PARA CARACTERIZAÇÃO GERAL DO GRUPO****1) Gênero:**

M F

2) Idade:

de 15 a 20 anos

de 20 a 25 anos

de 25 a 30 anos

mais de 30 anos

3) Ensino médio:

todo em escolas pública

todo em escola particular

em escolas publica e particular

ensino profissionalizante

EJA- Educação pra jovens e adultos

4) Escolaridade dos pais:

ensino fundamental incompleto

ensino fundamental completo

ensino médio completo

ensino médio incompleto

ensino superior

ensino superior incompleto

5) Renda familiar:

até um salário mínimo

até 3 salários mínimos

até 5 salários mínimos

de 5 a 10 salários mínimos

+ de 10 salários mínimos

6) Religião:_____ atuante: () sim () não

7) O curso de Biologia foi sua primeira opção: () sim () não

8) semestre:_____

APÊNDICE B: QUESTÕES REFERENTES AO ENSINO DE EVOLUÇÃO

- 1) Pra você o que é Evolução Biológica?
- 2) “O ser humano é mais evoluído do que a bactéria? Concorda ou Discorda? Justifique.”
- 3) (Universidade Gama Filho – RJ - adaptada) Observe a explicação de um paleontólogo para o surgimento de carapaças em tartarugas: “tudo começou há 245 milhões de anos com o *Pareiassauro*. Esse lagarto herbívoro tinha uma digestão muito lenta e precisava se entupir de comida. Então desenvolveu a carapaça para se proteger dos predadores enquanto fazia sua demorada digestão”. Você concorda com a explicação sobre o processo evolutivo apresentada acima?
- 4) “Seres humanos e chimpanzés têm 99% de identidade na sua sequência de DNA. Das alternativas apresentadas, assinale a que melhor corresponde a sua ideia entre seres humanos e chimpanzés:”

ALTERNATIVAS

- a Apresentam relações de parentesco porque os seres humanos evoluíram a partir de macacos.
- b Não apresentam relações de parentesco.
- c Apresentam relações de parentesco porque ambos têm um ancestral comum.
- d Outra (explique): A3: ambos foram criados por Deus, cada um em sua devida ordem.

Não respondeu

APÊNDICE C: QUESTÕES REFERENTES À NATUREZA DA CIÊNCIA

- 1) Para você o que é ciência?
- 2) Qual o papel do cientista na produção da ciência?
- 3) Um cientista pode acreditar em Deus?
- 4) Criacionismo e Design Inteligente (DI) são teorias científicas?

ANEXO B- Carta de Aprovação

 <p>MINISTÉRIO DA SAÚDE Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Comitê de Ética em Pesquisa - CEP- UFSM REGISTRO CONEP: 243</p> 
--	---

CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

Título: Estudo sobre evolução biológica em diferentes contextos de ensino

Número do processo: 23081.004348/2011-80

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0046.0.243.000-11

Pesquisador Responsável: Marlise Ladvoat Bartholomei-Santos

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

Janeiro /2012Relatório parcial

Janeiro /2013Relatório parcial

Julho /2014 Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 28/04/2011

Santa Maria, 29 de Abril de 2011



Félix A. Antunes Soares

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa-UFSM
Registro CONEP N. 243.