MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS

RECUSA AO ESPÍRITO CIENTÍFICO? RESISTÊNCIAS NO APRENDIZADO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Eline Deccache Maia

NILÓPOLIS – RIO DE JANEIRO

2014

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS

RECUSA AO ESPÍRITO CIENTÍFICO? RESISTÊNCIAS NO APRENDIZADO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do IFRJ - Nilópolis/RJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Eline Deccache Maia

NILÓPOLIS – RIO DE JANEIRO

2014

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

ENSINO DE CIÊNCIAS

RECUSA AO ESPÍRITO CIENTÍFICO? RESISTÊNCIAS NO APRENDIZADO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do IFRJ - Nilópolis/RJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.
.

Aprovada em: ___/___/___

Banca Examinadora:

_____
Profª. Drª. Eline Deccache Maia - Presidente da Banca
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

_____
Prof. Dra. Giselle Rôças de Souza Fonseca – Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

_____
Profº Drº Marco Antonio Ferreira da Costa
Fundação Oswaldo Cruz

Nilópolis – Rio de Janeiro
2014

A minha família,

Que lutou ao meu lado por essa conquista e

A minha companheira Anna Carolina Mezashi

Que me ensina todos os dias

O verdadeiro significado do amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, A Profª Drª Eline Deccache Maia, pelo apoio, pelas orientações e conselhos, pela sabedoria, carinho e paciência que me alicerceou ao longo deste caminho até a conclusão final desta dissertação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, que me recebeu como aluno, dando uma enorme contribuição para o meu crescimento profissional.

Ao colegiado do PROPEC pela excelência apresentada e compartilhada nestes dois anos de estudos.

Aos colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do IFRJ, que sempre foram parceiros, auxiliando uns aos outros em todos os momentos.

Aos meus pais, Dílson Medeiros e Silvia Maria de Ávila Medeiros por toda contribuição, amor, carinho e dedicação que tiveram com os meus estudos e sonhos ao longo desses anos.

Aos meus irmãos Diego de Ávila Medeiros e Leonice de Jesus pelos incentivos constantes.

A todos os meus alunos e mestres nesta jornada de experiências compartilhadas em educação. Obrigado por todas as experiências nas mais diferentes salas de aula.

Em especial, a Anna Carolina Mezashi que me motiva e me inspira a ser melhor a cada dia.

I'm ahead, I'm a man
I'm the first mammal to wear pants, yeah
I'm at peace with my lust
I can kill, 'cause in God I trust, yeah
It's evolution, baby

I'm at peace, I'm the man
Buying stocks on the day of the crash
On the loose, I'm a truck
All the rolling hills, I'll flatten 'em out, yeah
It's herd behavior, uh huh
It's evolution, baby

Admire me, admire my home
Admire my son, he's my clone
Yeah, yeah, yeah, yeah
This land is mine, this land is free
I'll do what I want, but irresponsibly
It's evolution, baby

I'm a thief, I'm a liar
There's my church, I sing in the choir
(Hallelujah, Hallelujah)

Admire me, admire my home
Admire my son, admire my clothes
'Cause we know, appetite for a nightly feast
Those ignorant Indians got nothin' on me
Nothin', why?
Because... It's evolution, baby!

I am ahead, I am advanced
I am the first mammal to make plans, yeah
I crawled the earth, but now I'm higher
2010, watch it go to fire
It's evolution, baby!
It's evolution, baby!
Do the evolution
Come on, come on, come on

(Do The Evolution - Pearl Jam)

MEDEIROS, Thiago de Ávila. *Recusa ao espírito científico? Resistências no aprendizado da Teoria da Evolução por futuros professores de ciências.* 85p. Trabalho de Dissertação apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências. PROPEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2014.

RESUMO

A teoria evolutiva pode fornecer importantes subsídios para uma compreensão mais ampla da biodiversidade encontrada e estudada em tempos atuais, tendo um caráter unificador. Apesar dessa importância, muitos problemas são enfrentados no que diz respeito à relação ensino-aprendizagem sobre este tema. Livros didáticos, parâmetros e diretrizes curriculares, despreparo do professor, cruzadas religiosas etc. são, muitas vezes, barreiras à compreensão, nos moldes científicos, da evolução biológica. Desta forma, esta dissertação procurou apresentar uma base teórica acerca da construção da teoria evolutiva, investigando as dificuldades e problemas no que diz respeito à relação ensino-aprendizagem referente aos conceitos, temas e metodologias no ensino da teoria evolutiva, com alunos de um curso de formação de professores em Ciências e Biologia, bem como propor, a partir daí, um material didático (blog) desenvolvido exclusivamente para enfoques mais holísticos sobre a Teoria da Evolução. Evidencia-se ao final deste processo que a teoria evolutiva embora conhecida por muitos estudantes, ainda não é adequadamente compreendida na sua plenitude conceitual e ainda sofre certo grau de rejeição quando confrontadas com outras concepções prévias presentes nos estudantes. Para efeito de conclusão, sugere-se uma maior utilização de textos diversos que complementem os livros didáticos para que seja possível a promoção da alfabetização científica em relação ao tema da evolução, só assim diminuiremos as barreiras que limitam a compreensão da teoria da evolução, tão central e integradora para a ciência biológica.

Palavras-Chave: ensino de ciências e biologia, teoria da evolução, relação ensino-aprendizagem, evidências evolutivas.

MEDEIROS, Thiago de Ávila. *Refusal to scientific spirit? Resistances in the Theory of Evolution learning by prospective teachers*. 85p. Trabalho de Dissertação apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências. PROPEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2014

ABSTRACT

Evolutionary theory can provide important insights to a broader understanding of the biodiversity found and studied in modern times, having a unifying character. Despite this importance, many problems are encountered with regard to the teaching-learning relationship on this topic. Textbooks, curriculum guidelines and parameters, unprepared teachers, religious crusades etc.. are often barriers to understanding the scientific molds, biological evolution. Thus, this thesis has sought to provide a theoretical basis about the construction of evolutionary theory, investigating the difficulties and problems with regard to the teaching-learning relationship relating to concepts, themes and methodologies in the teaching of evolutionary theory, with students of a course teacher training in science and biology, as well as proposing thereafter, didactic material (blog) developed exclusively for more holistic approaches to the theory of evolution. It is evident that the end of this process evolutionary theory although known by many students, is still not properly understood in its fullness and conceptual still suffers some degree of rejection when confronted with other preconceptions present in students. For the sake of completion, it is suggested greater use of various texts that complement the textbooks for the promotion of scientific literacy on the topic of evolution is possible only then we decrease the barriers that limit the understanding of the theory of evolution, as central and integrator for biological science.

Key-words: science and biology education, theory of evolution, the teaching-learning, evolutionary evidence.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	**10**
Problema	**13**
Justificativa	**14**
CAPÍTULO 1 - METODOLOGIA	**17**
1.1 O desenho da investigação	**17**
1.2 Os sujeitos e o local da Pesquisa	**20**
1.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de informações	**22**
1.4 Tratamento das informações	**24**
CAPÍTULO 2 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	**27**
2.1 A história da teoria evolutiva	**27**
2.2 A teoria evolutiva e as dificuldades encontradas na relação ensino-aprendizagem	**46**
CAPÍTULO 3 – A TEORIA EVOLUTIVA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO	**56**
CAPÍTULO 4 – SEM EVIDÊNCIAS NÃO HÁ "CRENÇAS": O MATERIAL DIDÁTICO PROPOSTO	**77**
CONSIDERAÇÕES FINAIS	**83**
REFERÊNCIAS	**86**
APÊNDICES	**99**

INTRODUÇÃO

A teoria evolutiva pode ser considerada como um eixo centralizador e integrador das demais ciências biológicas, podendo fornecer subsídios para uma compreensão mais holística da biodiversidade encontrada e estudada nos dias atuais. Embora boa parte da comunidade científica atribua ao pensamento evolutivo darwinista esse papel unificador, muitos estudantes e professores de ciências apresentam dificuldades e até mesmo rejeição na compreensão dos conceitos evolutivos (ABRANTES e ALMEIDA, 2006).

A Evolução Biológica de Darwin de 1859 consiste em uma ideia bastante popular e intuitiva, e embora seja corroborada a cada nova publicação científica, entre o público geral é ainda pouco aceita como mais uma lei da natureza. Chega a ser plausível afirmar que todas as pessoas com o mínimo grau de instrução acadêmica já tenham ouvido falar em Darwin, no entanto, a teoria evolutiva é possivelmente uma das leis da natureza menos conhecidas pelo grande público, o que a torna peculiarmente fadada a incompreensões, desentendimentos e à disseminação de conceitos errôneos (FUTUYMA, 2009).

No Brasil, e em outros países, o ensino de assuntos ligados à origem e a evolução dos seres vivos têm gerado intensas polêmicas em função não apenas da dificuldade dos conceitos científicos envolvidos, mas principalmente pelo impacto dessas ideias na visão de mundo e de vida das pessoas.

Tidon e Lewontin (2004) apontaram uma série de dificuldades dos professores que trabalham conteúdos de evolução biológica, tais como: 1) problemas com o material didático e com o currículo escolar; 2) a falta de preparo dos alunos para a compreensão desse assunto e 3) concepções equivocadas dos próprios professores acerca dos conceitos evolutivos. Por fim, os autores citados também destacam as campanhas de resistência ao ensino do darwinismo, em favor do criacionismo, promovidas por organizações religiosas e que em muito influenciam na vida das pessoas.

Cientificamente, podemos dizer que não existe, ainda, nenhuma teoria que seja concorrente direta da teoria darwinista e que tenha como preocupação estudar e explicar o surgimento, a manutenção e os mecanismos de mudanças

encontradas intrinsecamente em toda a diversidade biológica. Evidentemente que os mecanismos e processos pelos quais os seres vivos evoluem, são temas e objetivos centrais de muitos estudos e debates conforme os avanços do conhecimento científico e tecnológico das diversas áreas biológicas vão se dando. Aliás, esta é uma característica do método científico. O acúmulo de 150 anos de estudos pós-Darwin apenas adiciona ao escopo original da teoria os exemplos e mecanismos da evolução das espécies, reforçando a famosa frase de Theodosius Dobzhansky (1973): “nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.

Como, então, uma Teoria tão unificadora e comprovadamente eficaz como a Teoria Evolutiva pode ainda enfrentar tantos problemas na relação ensino-aprendizagem, principalmente no que diz respeito à rejeição?

Algumas explicações fundamentais podem ser abordadas e levantadas para discussão: a primeira tem um enfoque mais subjetivo, visto que as reflexões sobre os pontos apresentados na Teoria da Evolução Biológica remetem às questões mais íntimas do ser humano, sua fé e crenças, pois levanta explicações alternativas naturais para muitas perguntas fundamentais. Em muitos casos, tais posições íntimas impedem a compreensão e aceitação dos princípios da biologia evolutiva, contribuindo de forma direta ou indireta para a manutenção e dispersão de conceitos errôneos sobre a evolução, dificultando as devidas abordagens dos temas em salas de aula.

Bachelard (1996) disserta acerca dos obstáculos encontrados na construção do que ele define como espírito científico. Segundo o autor, o verdadeiro espírito científico é movido pela problematização, pelo questionamento. É aquele que se opõe, questiona e pergunta. O referido autor também explicita que o desenvolvimento de tal espírito científico ocorre através da superação de obstáculos.

Segundo Bachelard (1996, p. 17), o obstáculo não é a resistência da natureza, nem os aspectos econômicos ou da fragilidade do pensamento humano, mas uma série de imperativos funcionais, lentidões e conflitos que causam estagnação ou até mesmo regressão no próprio interior do ato de conhecer, denominado pelo autor de obstáculo epistemológico. “O ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal

estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização". Desta forma, o desenvolvimento da ciência acontece através de um processo descontínuo, onde há a necessidade de se negociar com um conhecimento anterior, para construir um novo.

Sendo assim, a rejeição a teoria evolutiva encontra pertinentes explicações justamente na recusa ao espírito científico presente em parte da nossa sociedade e tais recusas e resistências acabam influenciando diretamente na relação ensino-aprendizagem de tais conceitos. Bachelard (1996, p.18) aponta que vários são os obstáculos que impedem as rupturas e evoluções na ciência e, a opinião é o primeiro obstáculo a ser superado. Segundo o autor, a ciência é contra opinião, pois "a opinião *pensa* mal ou não *pensa*: apenas traduz necessidades em forma de conhecimento". E tal obstáculo, produz acomodação e esta é empecilho para a formação do espírito científico, o que provavelmente, podemos exemplificar na acomodação que determinadas explicações não científicas produzem nos pensamentos e reflexões acerca da vida, de toda a sua complexidade e diversidade. A divulgação e melhor compreensão da teoria evolutiva auxiliam no rompimento de tais acomodações, entretanto, sabemos que há muito a se fazer, mas para tanto, se faz necessário quebrar as resistências.

Uma segunda explicação levantada acerca da resistência às ideias evolutivas é a de que seus conceitos não seriam corretamente absorvidos pelos alunos, uma vez que estes carregam uma bagagem variada de ideias de senso comum dos mais diversos tipos, na sua maioria conflitando com os conceitos científicos, tornando um desafio para os educadores e divulgadores científicos brasileiros o ensino desta teoria. Evidentemente que conceitos prévios errôneos aprendidos, tornam-se obstáculos para a devida compreensão, e se tratando de conceitos internalizados por atores que trabalharão com sua divulgação (futuros professores) o problema se agrava visto o impacto que tal divulgação e aprendizado causarão nas futuras gerações de estudantes.

Percebe-se que, por mais que seja um tema secular, os desafios no ensino sobre o tema estão longe de serem superados. O que torna a investigação sobre o tema mais prazerosa, instigante e especialmente importante para todos os profissionais ligados ao ensino das ciências biológicas.

Problema

O tema aqui apresentado foi desenhado a partir da minha vivência como professor/tutor da Faculdade de Licenciatura em Ciências Biológicas da Fundação CECIERJ / Consórcio CEDERJ – Polo de Volta Redonda/Rio de Janeiro. Leciono em disciplinas de primeiro e último ano e, dentre as disciplinas sob minha responsabilidade está a disciplina de Evolução. Esta experiência tem me permitido perceber nos alunos uma crescente resistência aos conceitos e visões evolucionistas, o que tem dificultado minhas ações profissionais.

A resistência às explicações e visões evolucionistas sobre a origem da vida e sua diversidade não deixa de ser um problema para a sociedade contemporânea, uma vez que isso aponta para certa resistência ao espírito científico, como explica Bachelard (1996), porém, acredito ser mais grave quando essa resistência está presente em futuros profissionais do ensino de ciências e biologia, o que pode provocar uma ratificação de tal problemática nas gerações futuras, uma vez que são esses os profissionais que deveriam ser verdadeiros multiplicadores de tais conceitos, visões e ideias.

Neste sentido, é preciso verificar em que medida a resistência na aquisição e compreensão da teoria da evolução, principalmente naqueles que terão como função à divulgação deste conhecimento, afeta a qualidade do ensino de ciências e, ainda, quais ações poderiam quebrar as resistências encontradas nesse aprendizado.

Outro aspecto importante que esta dissertação pretende discutir são as concepções e visões equivocadas da própria teoria evolutiva. Visto que não somente a resistência à teoria causa problemas na relação ensino-aprendizagem, mas também a disseminação de visões distorcidas dos conceitos evolutivos. Trabalhos desenvolvidos com professores no Brasil, tais como Bizzo (1994), Carneiro (2004), Tidon e Lewontin (2004), Coimbra e Silva (2007), Oleques *et al.* (2011), mostram que suas concepções evolutivas não refletem as ideias científicas atualmente aceitas. O que reforça o problema e o escopo de investigação desta dissertação.

Conforme Carneiro (2004) e Tidon e Lewontin (2004), os professores, ao trabalharem com os conteúdos referentes à evolução, se deparam com muitas

dificuldades que tornam o ensino destes algo distante dos alunos. O trabalho de Tidon e Lewontin (2004) apontou problemas como interpretações biológicas incorretas por parte dos professores e alunos, e a inadequação do conteúdo dos livros didáticos como sendo fatores contribuintes por um ensino e aprendizagem pouco eficiente dos mecanismos evolutivos.

Os problemas que permeiam o ensino deste assunto apresentam-se refletidos nas respostas dos estudantes quando estimulados a falar sobre o tema.

CARNEIRO (2004, p. 63) afirma:

> O fato de a evolução biológica ser apresentada aos alunos de ensino médio de modo fragmentado, impregnada de ideologias e com distorções das informações científicas atualmente aceitas, gera a necessidade deste tema ser efetivamente trabalhado nas escolas de forma clara e precisa, fazendo integração com diversos outros conhecimentos.

Entretanto, as dificuldades encontradas no ensino de tal tema se agravam visto o conflito inerente que ela provoca sobre determinadas concepções prévias dos estudantes, que estão enraizadas num pensamento próprio da cultura que o abrigou, muitas vezes embasadas em heranças de crenças religiosas e estruturas educacionais.

Para tanto, o docente em ciências precisa compreender que seus conceitos e/ou pensamentos devem ser abordados e direcionados no âmbito dialógico e atento a razoabilidade das ideias. Por isso, o tema abre várias frentes de estudos, e esta dissertação não tem o objetivo nem a intenção de exauri-los, mas apresentar razoáveis dados e discussões que auxiliem na construção de uma melhor forma de trabalhá-lo, principalmente, nos espaços formais de ensino.

Justificativa do trabalho

As primeiras investigações científicas nacionais centradas no ensino-aprendizagem e concepções ligadas a evolução biológica identificadas remetem a década de 1990, realizadas por dois autores: Cicillini (1991), que defendeu a dissertação intitulada *"Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 2º Grau: Análise da Concepção de Evolução em Livros Didáticos",* pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas; e Bizzo (1991), que defendeu a tese *"Ensino de Evolução e História do*

Darwinismo", pela Faculdade de Educação de São Paulo. As pesquisas citadas apresentaram análises de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.

Uma revisão preliminar das pesquisas, que tomam como objetivo de estudo o ensino de evolução realizadas no Brasil, mostra que os estudos sobre o tema estão no início, e a produção científica é particularmente resultado de pesquisas realizadas por pesquisadores vinculados a programas de pós-graduação. Essa etapa inicial de investigação elucidou o perfil da produção cientifica acumulada acerca da teoria da evolução no meio escolar, e diante da demanda identificada, alguns caminhos foram tomados para a construção desta dissertação.

Analisando os trabalhos produzidos e as discussões que evidenciam a importância da evolução biológica no currículo de Ciências e Biologia para a educação científica e as influências sociais e culturais em seu ensino aprendizagem, observa-se que poucas pessoas realmente acreditam e/ou entendem o processo evolutivo biológico. Essa constatação aponta para a necessidade de iniciativas de divulgação científica que sirvam para esclarecer e quebrar as ideias errôneas em relação a importante teoria científica.

A partir da percepção das dificuldades didáticas (o ensino da teoria da evolução biológica) evidenciadas, da relativa demanda de produção científica sobre o tema, das discussões e inquietações que envolvem o ensino-aprendizagem e da aceitação da teoria evolutiva, nasce a ideia da construção desta dissertação, que visa contribuir na reflexão do problema apresentado, através de uma abordagem quali-quantitativa, procurando auxiliar nas futuras mudanças do cenário da educação brasileira, principalmente no que diz respeito ao ensino da evolução biológica.

A execução deste projeto de pesquisa é justificável e relevante para o cenário educacional exposto e, fundamentalmente, por ter como público pesquisado futuros multiplicadores (ao menos que deveriam ser) de tais ideias, conceitos e pressupostos científicos no que diz respeito à teoria da evolução. Tão importante quanto à justificativa apresentada acima, a construção da referida dissertação me auxiliará profissionalmente, no que tange a licenciatura de tais conceitos, bem como me motivará na busca pela construção de um perfil

profissional diferenciado, um perfil professor-pesquisador, visto minha enorme curiosidade e paixão pelo tema aqui trabalhado.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma base teórica acerca do histórico de construção da teoria evolutiva, investigando as dificuldades e problemas no que diz respeito à relação ensino-aprendizagem referente aos conceitos e temas no ensino da teoria evolutiva, com alunos de um curso de formação de professores em ciências e biologia, bem como propor, a partir daí, um material didático desenvolvido para enfoques mais holísticos sobre a Teoria da Evolução, contribuindo assim para melhorias na abordagem do tema nas salas de aula.

Para tanto, teremos os seguintes desdobramentos: elaborar um resumo referência acerca da teoria da evolução, apresentando seus principais aspectos e pilares científicos, sua construção histórica, bem como informar sobre as inúmeras evidências produzidas pela ciência ao longo dos anos que sustentam a credibilidade de tal teoria; relatar alguns pontos básicos relacionados com a problemática da relação ensino-aprendizagem ligados à teoria evolutiva, buscando, na medida do possível, apontar algumas saídas, apresentando também os principais problemas e dificuldades encontradas por profissionais que lecionam disciplinas associadas à evolução, bem como suas metodologias, ferramentas e experiências que venham a minimizar essa problemática; averiguar se existe ou não diferenças no nível de conhecimento referente aos conceitos da evolução biológica com alunos de primeiro e último período do Curso de Formação de Professores da Fundação CECIERJ / Faculdades CEDERJ no Curso de Ciências Biológicas do Polo de Volta Redonda, Rio de Janeiro e, por fim; elaborar um material didático que auxilie nas práticas docentes sobre o tema pesquisado, a partir da produção de um guia prático e sequencias didáticas que abordem, principalmente, as evidências evolutivas encontradas no cenário contemporâneo e indicadas como presenças obrigatórias nos livros didáticos pelos PCN`s.

CAPÍTULO 1 - METODOLOGIA

1.1 O desenho da investigação

O primeiro passo referente à construção desta dissertação foi investigar o cenário atual sobre a natureza do problema no Brasil, utilizando pesquisas bibliográficas de trabalhos publicados nas áreas de educação e ensino.

Uma pesquisa bibliográfica foi feita nas bases de dados de bancos de dissertações e teses de programas afins e a lista de periódicos de revistas internacionais e, principalmente, revistas nacionais de educação, de ensino de ciências e de biologia evolutiva. Os dados obtidos a partir desta investigação bibliográfica também foram utilizados nos capítulos seguintes da dissertação, respeitando evidentemente, a pertinência de conteúdo de cada capítulo produzido.

O banco de teses e periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), o banco de dissertações do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências IFRJ (Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia), banco de teses e periódicos da UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UFF (Universidade Federal Fluminense), USP (Universidade de São Paulo), (UDESC) Universidade do Estado de Santa Catarina, a revista Brasileira de Educação, a revista Educação & Sociedade, a revista Ciência & Educação e artigos publicados no ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) são exemplos de fontes bibliográficas consultadas nesta fase da pesquisa).

Os dados coletados foram analisados sob os aspectos dos conteúdos, informações presentes e, principalmente, sob o olhar de pertinência da bibliografia consultada em relação à dissertação aqui desenvolvida. As informações extraídas foram utilizadas para o desenvolvimento dos capítulos seguintes desta dissertação.

Anotações foram feitas em um caderno de trabalho e bibliografias foram registradas numa planilha Microsoft Excel 2010, inserindo as seguintes informações: o título do trabalho, os nomes dos autores, ano de publicação,

objetivos propostos nos trabalhos e, por último, um breve resumo que caracterizava os pontos importantes de cada bibliografia consultada, juntamente com uma descrição sucinta de sua metodologia.

Com a obtenção de uma base pertinente de publicações e referências em mãos, mas sem perder a perspectiva de manter o levantamento bibliográfico, iniciou-se o segundo passo da pesquisa que se caracterizou pela delimitação da investigação teórica, pela produção textual associada à mesma e pela investigação empírica associada aos instrumentos de coleta e análise de dados.

A pesquisa foi construída tendo em vista a relativa escassez (percebida após as investigações bibliográficas iniciais nas fontes descritas acima) de trabalhos brasileiros acerca da visão de estudantes brasileiros do ensino superior em escolas de formação de professores de ciências e biologia diante da teoria da evolução.

Ao longo da etapa de investigação bibliográfica foi detectada a necessidade de uma produção bibliográfica que resgatasse informações a respeito da construção do pensamento evolutivo, visto as constatações realizadas em minhas práticas docentes da carência teórica de futuros professores sobre o tema.

Desta forma, destaco que o capítulo 2 desta dissertação teve como objetivo central produzir um material que suprisse a necessidade dita anteriormente, a partir de uma revisão da bibliografia, utilizando, principalmente, livros, teses, dissertações e artigos em periódicos. Sendo assim, tal capítulo apresenta um embasamento teórico acerca da teoria evolutiva, contemplando sua construção histórica, juntamente com seus idealizadores e pensadores, seus pressupostos, seus métodos de investigação, as evidências científicas e também, o status atual da teoria.

A partir de ampla investigação bibliográfica, uma planilha foi desenvolvida no Microsoft Excel 2010, inserindo algumas informações pertinentes para um desenvolvimento eficiente do capítulo 2, respeitando a cronologia de publicações e/ou relatos na literatura. Foram inseridos os nomes dos autores, suas principais obras referentes ao pensamento evolutivo e suas influências, suas ideias centrais

e possíveis controvérsias geradas, bem como um resumo das ideias apresentadas nas bibliografias consultadas.

No capítulo 2, através do item 2.2, intitulado “A teoria evolutiva e as dificuldades encontradas na relação ensino-aprendizagem” apresenta ao leitor outra perspectiva relacionada à teoria da evolução biológica: a relação da mesma com os aspectos inerentes ao ensino. O referido capítulo foi desenvolvido objetivando a apresentação de alguns pontos básicos relacionados com a problemática da relação ensino-aprendizagem sobre temas e conceitos ligados à teoria evolutiva, tais como: os conteúdos presentes em livros didáticos, os currículos e parâmetros curriculares, a divulgação científica, a formação continuada do professor etc., buscando, na medida do possível, apontar algumas saídas à problemática do ensino e aprendizagem da teoria evolutiva. Novamente, uma extensa revisão bibliográfica foi desenvolvida, elencando os trabalhos sob o ponto de vista de relevância ao atendimento do objetivo central. Uma nova planilha no Microsoft Excel 2010 foi utilizada, onde a mesma condensou informações acerca dos autores; os títulos das bibliografias, suas principais contribuições sobre a relação ensino-aprendizagem e suas visões acerca de tal problemática.

O capítulo 3 apresenta um estudo de caso referente à problemática da relação ensino-aprendizagem com a teoria da evolução numa escola de formação de professores de Biologia e Ciências, ou seja, consiste num estudo de caso. Maiores detalhes acerca do Material e Métodos deste referido capítulo são apresentados nos itens “os sujeitos da pesquisa”, “instrumentos e procedimentos de coleta”, “tratamento das informações”, bem como ao longo do texto do capítulo em si.

Por fim, apresento no capítulo 4 as informações relacionadas com o produto didático (o blog, encontrado no sítio da internet - http://evolucaopura.blogspot.com.br) e as etapas para a construção dos mesmos. O citado capítulo é considerado crucial para o atendimento do principal objetivo do desenvolvimento deste curso de Mestrado Profissional e, consequentemente, desta dissertação: auxiliar minhas atividades profissionais relacionadas à licenciatura de temas referentes à teoria evolutiva. Tive o cuidado de adequar os

textos referentes ao material didático de forma que atendesse a diferentes atores envolvidos nesta relação de ensino-aprendizagem, procurando produzir um texto adequado aos professores e aos alunos de ciências e biologia.

1.2 Os sujeitos e o local da Pesquisa

A dissertação em questão apresenta uma reunião de pesquisas bibliográficas e empíricas. A metodologia de coleta de informações bibliográficas e os mecanismos de análise foram descritas anteriormente.

Os sujeitos da pesquisa empírica são estudantes de duas turmas da Fundação CECIERJ do Consórcio CEDERJ, na Faculdade de Formação de Professores em Ciências Biológicas do Polo da cidade de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro.

O Centro de Educação Superior a Distância do Rio de Janeiro – CEDERJ é um consórcio formado por seis universidades públicas do Estado do Rio de Janeiro (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF; Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO; Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; Universidade Federal Fluminense – UFF; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ) em parceria com a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, por intermédio da Fundação CEDERJ, com o objetivo de oferecer cursos de graduação à distância, na modalidade semipresencial para todo o Estado.

O CEDERJ tem como objetivo principal contribuir para a interiorização do ensino superior público no Estado do Rio de Janeiro, por isso, a competência acadêmica dos cursos está a cargo dos docentes das universidades consorciadas. São eles que preparam o projeto político pedagógico dos cursos, os conteúdos dos materiais didáticos, cuidam dos princípios da tutoria e da avaliação, cabendo à Fundação CECIERJ a responsabilidade pela produção do material didático, pela gestão operacional da metodologia em EAD e pela montagem e operacionalização dos polos regionais. Às prefeituras municipais, sedes destes polos, cabem a adaptação física do espaço destinado ao polo, o

suprimento de material de consumo, bem como o pagamento de pessoal administrativo.

O Polo do CEDERJ de Volta Redonda é um dos polos mais antigos do Consórcio CECIERJ, atuando desde 2003 e o primeiro curso oferecido por ele foi o curso de Ciências Biológicas, já apresentando, portanto, turmas formadas e, consequentemente professores que estão inseridos no mercado de trabalho atuando na docência de disciplinas como Ciências e Biologia nos diversos espaços escolares da região.

Participo da formação dos estudantes de Ciências Biológicas desde 2007, ano que passei no concurso e entrei para o sistema de ensino, tendo, portanto, contribuído com a formação de cinco turmas de professores. Sendo assim, assumi o compromisso de apresentar uma avaliação acerca destes estudantes e futuros professores das áreas de ciências sob o que rege o ensino de evolução.

Para tanto, dois diferentes grupos foram selecionados e estes, consequentemente, foram os sujeitos da pesquisa empírica da dissertação. Um grupo foi formado por estudantes do primeiro ano do curso de Ciências Biológicas (total de 16 alunos) e o segundo grupo (total de 12 alunos) foi formado por estudantes do último ano do mesmo curso.

O objetivo central deste estudo de caso foi de relatar a visão construída pelos alunos sobre a evolução biológica ao longo de sua trajetória acadêmica e, consequentemente, avaliar suas principais dificuldades, problemas e, quando possível, apontar medidas que auxiliem na formação mais adequada de professores para o ensino da evolução e por isso a categorização dos grupos de análise foi feito da forma relatada acima, investigando grupos em momentos distintos acadêmicos, num determinado espaço acadêmico.

Interessante destacar que ambos os grupos são formados por estudantes que, no momento da coleta das informações, estavam cursando disciplinas sob a minha responsabilidade, e por isso, ao longo de todo o processo de investigação e pesquisa, eles possuíam um canal aberto e direto para quaisquer dúvidas, sugestões, reclamações etc.

Outro ponto interessante a ser destacado é que a escolha deste espaço de ensino também ocorreu devido ao seu caráter laico e que o mesmo espaço é o meu ambiente de trabalho mais antigo, o que despertou o desejo de produzir algo

que auxiliasse em minhas atividades de docência e também como forma de retribuição aos seis anos de trabalhos prestados com muita dedicação da instituição com o seu corpo docente.

1.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de informações

A pesquisa apresenta diferentes contextos. Como já explicitado, uma parte da dissertação consiste na produção de uma revisão bibliográfica que produza, principalmente, um importante texto referente às bases conceituais da teoria evolutiva, posteriormente a esse momento a produção de um capítulo que assegure boas informações e discussões acerca dos problemas na relação ensino-aprendizagem e que estes, auxiliem, num momento final, no desenvolvimento de um produto didático pertinente para boas práticas docentes em relação à teoria evolutiva.

Outra importante abordagem desta dissertação consiste na pesquisa empírica com os sujeitos da pesquisa informados acima, a fim de ampliar a compreensão das dificuldades relatadas acerca da relação ensino aprendizagem sobre o tema proposto (a teoria evolutiva). As informações foram coletadas através da aplicação de um questionário (ANEXO 1), subdivididos em três partes, com perguntas abertas e fechadas, de caráter geral sobre a importância da evolução biológica para a compreensão dos fenômenos que regem a vida, sobre conceitos importantes relacionados à teoria evolutiva, bem como perguntas que apresentavam a intenção de diagnosticar algumas características socioeconômicas dos estudantes investigados e as respectivas influências produzidas na compreensão dos mesmos nas questões que se referem à evolução da vida.

Em visitas à universidade para prestar esclarecimentos sobre a pesquisa a ser realizada, apresentei à diretora da instituição uma cópia do questionário que os estudantes responderiam. Após todos os esclarecimentos a respeito do trabalho, a direção da universidade concordou com a realização da pesquisa, dando uma autorização por escrito (ANEXO 2) e se mostrou bastante solícita para a execução deste tipo de atividade no referido espaço de ensino.

Após a autorização escrita da Direção, foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para ser submetido aos alunos, que teriam o direito de assiná-lo ou não, mediante assistência.

Antes da aplicação do questionário entreguei uma cópia do TCLE (ANEXO 3) para cada aluno, além de esclarecer a eles que as perguntas fazem parte de um instrumento de pesquisa de mestrado, e que suas participações não eram obrigatórias.

Enfatizei também que seus nomes não seriam revelados no trabalho. Além disso, também lhes disse que, caso concordassem em participar, poderiam desistir a qualquer momento, onde bastaria entrar em contato para avisar da decisão e em caso de desistência, as respostas não seriam utilizadas na pesquisa.

Ao longo dos encontros para a coleta das informações, algumas desistências aconteceram e, consequentemente, as informações e dados provenientes dos questionários dos desistentes não foram considerados nas analises desta pesquisa.

Alguns fatores podem ter contribuído para tais desistências: acredito que por se tratar de um sistema de ensino semipresencial, a não obrigatoriedade nas tutorias semanais pode ter influenciado numa redução da frequência dos alunos ao longo da coleta de dados, visto que os questionários foram aplicados presencialmente com solicitação de respostas imediatas a aplicação. Não permiti respostas e encaminhamentos online. Tudo foi feito presencialmente, objetivando uma reprodução fiel dos conceitos internalizados pelos alunos, evitando consultas prévias em bibliografias e suas reproduções diretas.

O fato de ser o professor titular de disciplinas obrigatórias e cursadas por eles no momento da coleta das informações também pode ter influenciado em algumas desistências. Acredito que minha presença, por mais que garantisse anonimato e influência zero nas avaliações oficiais da disciplina, pode ter provocado em alguns estudantes receios de prejuízos nas disciplinas.

1.4 Tratamento das informações

Os dados empíricos foram coletados a partir de um questionário subdividido em três partes, contendo perguntas abertas e fechadas, portanto, esta fase da pesquisa apresenta caráter qualitativo. Segundo Ludke e André (1986), citado por Bogndan e Biklen (1994), as investigações qualitativas, por sua diversidade e flexibilidade, não admitem regras precisas. Investigações qualitativas possibilitam a descrição dos dados, a análise indutiva dos dados e o significado que a eles é atribuído. A partir dos dados qualitativos coletados e produzidos, algumas abordagens quantitativas também foram consideradas, na análise das respostas apresentadas pelos sujeitos da pesquisa objetivando caracterizar melhor meu grupo de estudo, ou seja, conhecer melhor meu público de trabalho.

A parte 1 (vide ANEXO 1) tinha como objetivo coletar informações acerca das características socioeconômicas dos alunos. Nesta parte informações como: sexo, faixa etária, orientação religiosa do pesquisado e de seus pais, nível de instrução dos pais, renda familiar etc. nortearam algumas investigações. Nesta primeira fase dos questionários, perguntas abertas foram feitas buscando elucidar melhor o perfil dos estudantes, perguntas como: “Em algum momento houve conflito entre suas concepções religiosas e científicas aprendidas no curso de biologia?”; “Por que a escolha do curso de Biologia?” e “Seus valores religiosos orientaram sua escolha profissional?”.

A segunda parte questiona os estudantes quanto aos conceitos evolutivos elementares, onde o mesmo foi apresentado no formato de questionário aberto, visando deixar livre o estudante para que o mesmo atingisse o máximo de esclarecimento pessoal possível sobre a teoria evolutiva.

As questões apresentadas foram construídas a partir de leituras prévias, experiências pessoais na licenciatura de disciplinas evolutivas e também a partir de adaptações feitas após consultas a referências básicas importantes nas linhas investigativas desta dissertação, principalmente de Oleques *et al.* (2011).

Nesta parte, 4 (quatro) perguntas foram apresentadas aos estudantes: (1) “O que é evolução para você?”; (2) “Para você, como surgiram os seres vivos?”; (3) “Como surgiu a espécie humana?” e uma última questão, que foi apresentada

assim – (4) “Leia a afirmação abaixo e responda a questão subsequente. Tudo começou há 245 milhões de anos com o Pareiassauro. Esse lagartão 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 acredita que possa haver algo que comprometa o aprendizado de evolução no texto acima? Por quê?”.

As questões relatadas acima foram importantes para diagnosticar as visões acerca do processo evolutivo dos estudantes, principalmente no que diz respeito a: (1) as características do processo evolutivo; (2) os mecanismos evolutivos propostos pelas teorias e por último, (3) a visão acerca da evolução humana.

Para a análise das informações provenientes das questões da parte 2 (dois) do questionário, foi utilizada, com adaptações, a técnica de análise textual, que Moraes (2005) define como:

> “Processo de desconstrução, seguida de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso, novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados” (MORAES, 2005, p.87).

A análise textual envolve a construção de um sistema de categorias a partir da identificação de enunciados dos materiais a ela submetidos, categorizando-os e integrando nesta, descrição e interpretação (MORAES, 2005).

Realizei intensas leituras das respostas dos alunos com o intuito de interpretar as ideias apresentadas pelos estudantes e compreender a origem das concepções construídas até o momento sobre o ensino de evolução biológica.

Após o término da análise dos questionários e da criação das categorias e subcategorias, elaborei um texto no qual foram estabelecidas relações entre as ideias apresentadas nas diferentes categorias e sobre as diversas concepções dos alunos, interpretadas com base no referencial teórico adquirido ao longo do desenvolvimento da dissertação e, principalmente, ao longo dos anos de docência.

Uma vez comparado as ideias presentes nas respostas dos investigados com os princípios teóricos da teoria evolucionária, é possível sintetizar as concepções manifestadas pelos estudantes em categorias e, muitas vezes, estas categorias refletem, em geral, concepções equivocadas, como, por exemplo,

visões teleológicas ao processo evolutivo dos seres vivos. As principais categorias geradas e identificadas foram: Significados da Evolução; Dimensões Evolutivas; Fatores Evolutivos e Funções dos Processos Evolutivos.

A terceira parte do questionário é subdividida em duas categorias. A primeira categoria envolvia 7 (sete) afirmações acerca de conceitos evolutivos, onde os sujeitos da investigação deveriam marcar verdadeiro ou falso. As respostas a tais afirmativas foram tabuladas quantitativamente, com cálculo de percentagem. Alguns itens referem-se a conceito de evolução, enquanto outros a teorias evolutivas. A segunda categoria também procura mensurar o nível de aceitação/rejeição perante algumas afirmações de base conceitual evolutiva. Os sujeitos da pesquisa apresentavam as opções de: 1 – discordo totalmente, 2 – discordo, 3- concordo e 4 - concordo plenamente) com a referida afirmação. Um total de 10 (dez) afirmações foi apresentado e estes dados e informações provenientes desta etapa não serão apresentadas aqui. Melhores investigações serão feitas para confirmações e futuras publicações.

Todas as respostas adquiridas através da aplicação dos questionários foram transplantadas para planilhas de Microsoft Excel 2010, onde os mesmos foram trabalhados sob os aspectos estatísticos. Os resultados provenientes das analises das questões presentes no questionário serão apresentados no Capítulo 4, intitulado “A teoria evolutiva na formação de professores de Ciências e Biologia: um estudo de caso”.

CAPÍTULO 2 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 A HISTÓRIA DA TEORIA EVOLUTIVA

O que é Evolução?

Evolução é o processo unificador das Ciências Biológicas. É ela que nos liga, por laços de ancestralidade, a todos os seres vivos do planeta. Ela é a nossa história, a origem das nossas relações ecológicas e de toda a diversidade biológica encontrada na Terra. Foi à evolução que gerou a complexidade celular, as relações fisiológicas, taxonômicas e os processos bioquímicos. Todas essas frases refletem o papel da evolução na formação histórica do mundo atual. De fato, o estudo da evolução engloba muitos outros estudos.

A evolução é a explicação integradora da biodiversidade em todos os seus níveis. Seu estudo envolve a observação dos seus resultados e a formulação de hipóteses sobre como foram produzidos esses resultados. Ela envolve também a previsão, baseada nessas hipóteses, sobre resultados ainda não observados.

Este capítulo foi idealizado visando responder a pergunta *O que é evolução?* e aprimorar o conhecimento e as discussões sobre o tema, elucidando algumas questões importantes que fizeram desta teoria tão bem fundamentada, porém tão mal compreendida.

Quais são os objetivos da Biologia Evolutiva?

A Biologia Evolutiva é a disciplina que surge com o intuito de aprimorar as investigações e descrições acerca da história da vida e os processos responsáveis por essa história.

Segundo FUTUYMA:

> A Biologia Evolutiva tem dois objetivos amplos: Descobrir a História da vida na Terra: isto é, (1) determinar as relações ancestral-descendente entre todas as espécies que já viveram — sua *filogenia*; (2) determinar as épocas em que elas surgiram e se extinguiram; e (3) determinar a origem de suas características, bem como o ritmo e o curso de suas mudanças e Compreender os processos causais da Evolução: isto é, compreender (1) as origens das variações hereditárias; (2) de que modo processos diversos atuam no sentido de influenciar o destino dessas variações; (3) a importância relativa dos numerosos processos coadjuvantes das mudanças; (4) com que velocidade ocorrem as mudanças; (5) como processos tais como a mutação, a seleção natural e a deriva genética deram origem às diversas características moleculares, anatômicas, comportamentais e outras dos diferentes organismos; e (6)

> como populações se tornam espécies diferentes (FUTUYMA, 2002, p.12).

Este vasto objetivo de entender o processo evolutivo baseia-se praticamente em todo o escopo das Ciências Biológicas e, reciprocamente, uma melhor compreensão da Biologia Evolutiva fornece informações a todas as áreas da Biologia. Entretanto, a teoria evolutiva não foi imediatamente aceita pela ciência após suas primeiras elucidações e inferências acerca da vida.

O pensamento evolutivo, construído cientificamente, não é e não foi um caminho linear, ou seja, um progresso constante em direção à completa verdade, como enxergavam os positivistas. Ele está intimamente ligado às condições temporais, históricas, sociais e econômicas; ele influencia e é influenciado pelas condições políticas; ele vê surgirem e desaparecerem lampejos de entendimento.

Este capítulo abordará pontos relevantes da história de construção do pensamento evolutivo, ressaltando momentos e atores que tiveram papéis mais importantes. Tal abordagem, de certa forma reducionista, pode parecer que houve um progresso linear em direção ao grande entendimento do pensamento, e consequentemente, da teoria evolutiva biológica, mas na realidade, como se procede em muitas outras ciências, houve erros e acertos pelo caminho cometidos por inúmeros atores envolvidos.

O pensamento evolutivo anterior a Darwin: do Fixismo ao Lamarckismo

As primeiras ideias pré-evolucionistas sobre a origem das espécies surgiram possivelmente entre filósofos como Anaximandro (séc. VI a.C.), Empédocles (séc. VI a.C.), Xenófanes (séc. V a.C.), Platão (428/7-348/7 a.C.), Aristóteles (séc. IV a.C.) e outros (MOODY, 1975).

Anaximandro sustentava que as criaturas vivas foram formadas da água e que os seres humanos e outros animais descendiam dos peixes. Empédocles propôs um mito evolutivo onde cabeças, membros e outros órgãos foram unidos em combinações aleatórias. Somente algumas de tais combinações tiveram condições de sobreviver (FUTUYMA, 2009).

Xenófanes (570 a.C. - 460 a.C) reconheceu que muitos fósseis encontrados na natureza, como as conchas petrificadas inclusas nas rochas,

consistiam na verdade de restos de animais que existiram anteriormente. Também compreendeu que a presença de fósseis de espécies marinhas onde hoje é terra firme indica que o oceano cobriu esta área no passado, atestando, portanto, a possibilidade de transformações na história do planeta (SILVA, 2001).

Influenciado por uma inquietude, “como seria possível existir tantas formas semelhantes de vida?”, Platão (428/7-348/7 a.C.), elaborou o conceito de “essência”, “forma” ou “ideia” (FUTUYMA, 2002). Segundo o filósofo, a categoria espécie estava ligada à essência das coisas, à ideia, à criação, logo, toda espécie vivente no mundo consistiria numa cópia da perfeição, numa cópia da espécie perfeita, que existiria apenas no campo das ideais (CHAVES, 1993).

Platão acreditava que o homem era a expressão máxima da ideia, ou seja, aquele ser, no mundo, que mais se aproximava da perfeição. Entretanto, este mesmo homem, sob os efeitos de estar no mundo (algo que ele chamava de “ação do devir”), sofria um processo de corrupção, de degeneração. Esse processo degenerativo do homem no mundo, no período da Criação, foi responsável, segundo o referido filósofo, pelo surgimento de todos os outros seres menos perfeitos, como as mulheres, as aves, os escravos, os animais terrestres etc. (VLASTOS, 1987). Essa concepção platônica de Criação foi reformulada por Aristóteles (348-322 a.C.), que foi seu aluno.

Aristóteles enxergava a natureza de forma gradualmente organizada. Aprendiz e discípulo de Platão, o filósofo apresentou a ideia de que as espécies no mundo tinham características fixas, ou seja, imutáveis e permanentes. As mudanças percebidas deveriam ser interpretadas como erros, imperfeições na criação original, na expressão da “ideia”. Ele concebeu algo que ficou conhecido como S*cala Naturae*, na qual mostrava uma hierarquia que acreditava existir entre a matéria inanimada, formas de vida parcialmente animadas, as plantas e invertebrados, até todas as mais “superiores” formas de vida, chegando, finalmente, ao homem (SONCINI, 1993, p. 5).

De acordo com Lovejoy (1936), o pensamento platônico-aristotélico de plenitude foi incorporado à teologia cristã. Deus teria criado tudo que existe a partir da “ideia”, da “essência”, não havendo extinção de nada daquilo que Ele

criou, pois ao se negar a possibilidade de existência de qualquer coisa, em qualquer tempo, introduziria a discussão da imperfeição em sua criação.

Sobre a humanidade, foi estabelecido que a mesma descendia de um único casal, Adão e Eva, criados a partir da imagem e semelhança de Deus, reinando sobre todos os seres da Terra. Criou-se então, uma hierarquia natural entre tudo o que existe na terra e no plano espiritual (GOULD, 1994).

Esse conjunto de conceitos e ideias, que engloba o pensamento de Platão, Aristóteles e a Bíblia, é conhecido genericamente de fixismo, e que pode ser denominado, no campo filosófico, fixismo platônico-aristotélico e, no da religião, criacionismo judaico-cristão (FREIRE-MAIA, 1998).

Tal arcabouço é parte fundamental da cultura ocidental, e é fortemente marcado pela noção de perfeição. É muito provável que, influenciado por essas ideias, surge a crença de que as relações encontradas na natureza estão sempre em total harmonia, a crença de que todos os seres vivos foram desenhados a partir de um plano inteligente e de que todos os órgãos e sistemas corporais estão condicionados a funcionar sempre da melhor maneira possível.

Até aproximadamente 1830, a visão de mundo predominante era que vivíamos em um planeta estável, povoado por espécies imutáveis (fixismo), que permanecem como Deus as criou (criacionismo). Mayr (1970) aborda que,

> [...] o conceito tipológico de espécie tem sua origem nas ideias essencialistas de Aristóteles e Platão e foi adotado por Linnaeus para seu sistema de classificação das espécies. Segundo esse conceito, a diversidade observada no universo reflete a existência de um número limitado de tipos básicos. As variações encontradas refletem o resultado de manifestações imperfeitas da ideia implícita de cada espécie. A presença da essência básica é inferida da similaridade e, para o essencialista, semelhança morfológica é, portanto critério de espécie (MAYR, 1970, p.12).

Segundo Freire-Maia (1997) pode-se observar dois grandes paradigmas dentro do conhecimento relacionado aos seres vivos: o fixismo/criacionismo (apresentado acima) e o evolucionismo/transformismo. Sendo assim, pode-se afirmar que faz parte da história das Ciências Biológicas o rompimento com o fixismo e do estabelecimento do evolucionismo.

De acordo com Chaves (1993), não existiam antagonismos entre as ideias transformistas e criacionistas até o século XVI. Para o mencionado autor, as

primeiras ideias transformistas surgem na França, no contexto histórico do Renascimento, onde houve a promoção da burguesia ao poder.

Com o desenvolvimento da ciência empírica, advindo desta nova fase social, política e econômica, o conceito do fixismo foi perdendo força. Três vertentes de avanço científico contribuíram para que o pensamento evolutivo pudesse aflorar: geologia, a filosofia da natureza (ciências físicas) e a história natural (concebida de modo amplo) (MAYR, 1998).

No final do Século XVII, uma visão mais materialista de mundo foi apresentada pelas explicações e trabalhos de Isaac Newton (1642 – 1727) sobre os fenômenos físicos. A crescente visão científica, característica da sociedade europeia do século XVII, favoreceu novos questionamentos e o ceticismo. No final dos anos de 1700, o astrônomo Laplace e o filósofo Kant sugeriram teorias sobre a origem das estrelas e o sistema solar. Geólogos acumularam evidências de que a Terra tinha sofrido mudanças profundas, de que ela já tinha sido habitada por muitas criaturas agora extintas e que o planeta era muito mais antigo do que se imaginava (FUTUYMA, 2002).

James Hutton (1726 – 1797), geólogo escocês considerado como pai da Geologia, propôs que as constatações e observações geológicas deveriam ser explicadas através de fenômenos atuais observáveis. Princípio denominado de *uniformitarismo* ou *atualismo.* Ele relata que os processos geológicos são graduais e operam continuamente ao longo do tempo e que nesta base, a Terra deveria ser tão antiga que não seria possível, ainda, perceber vestígios de um começo e nem expectativa de um fim. William Smith (1769 – 1839) deu inicio ao procedimento de ordenamento dos estratos geológicos, através das análises fossilíferas nas camadas durante seus trabalhos de mapeamento geológico da Inglaterra (TEIXEIRA, 2000).

George Cuvier (1769-1832), considerado o fundador da Ciência da Paleontologia, realizou inúmeras pesquisas sobre as ossadas fósseis e, através dos seus estudos, enunciou o importante princípio de correlação dos caracteres. Suas análises demonstraram, por exemplo, que mastodontes e mamutes eram espécies distintas, diferentes de qualquer animal vivo, dando fim a um longo

debate sobre a possibilidade ou não da ocorrência de extinção de espécies (CARVALHO, 2004).

Todas as contribuições científicas produzidas pelos atores listados acima contribuíram para a construção e posterior aceitação da teoria evolucionista, que considera a existência de mudanças graduais ao longo do tempo. E por isso, para que a teoria evolutiva triunfasse, o conhecimento sobre a idade da Terra deveria ultrapassar a barreira dos 6000 anos. Trabalhos desenvolvidos por renomados e supracitados geológicos e paleontológicos neste período possibilitaram a chance de se estabelecer certa antiguidade do Planeta (RIDLEY, 2006).

Provavelmente, a maior aproximação a uma teoria evolutiva foi fornecida pelo naturalista francês Georges Louis Leclerc, mais conhecido pelo seu título Conde de Buffon (1707 – 1788). Buffon sugeriu a ancestralidade comum em alguns organismos, apontando similaridades entre os seres vivos. Ele afirmava que todas as espécies dentro de um gênero compartilhavam o mesmo molde interno, tinham surgido de um ancestral comum e tinham sido modificadas de maneira diferente pelas condições climáticas às quais foram expostas. Apesar de suas convicções, Buffon não forneceu um mecanismo coerente para explicar essa ancestralidade (MARTINS, 1993).

Apesar das importantes contribuições científicas apresentadas no século XVIII, foi somente no século XIX que as ideias evolutivas passam a integrar definitivamente as concepções a respeito das espécies, fundamentalmente, com as ideias de Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck (1744-1829) (RIDLEY, 2006).

Lamarck desenvolveu a sua teoria transformista em diversas obras ao longo do tempo, entre as quais: *Recherches sur l'organisation des corps vivants* (1800); *Philosophie zoologique* (1809); *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815), além de palestras e discursos, tais como: *Discours d'overture: An VIII* (1800), *An IX* (1801), *An X* (1802) e *An XI* (1803) (MARTINS, 1997).

Em suas obras, Lamarck dizia que os seres inferiores surgiam continuamente por geração espontânea e que os mesmos progrediam, a partir de uma tendência inerente, em direção a uma maior complexidade e perfeição, ou seja, ele propôs a ideia de evolução como um fato natural universal, envolvendo

todas as formas de vida num único processo. Lamarck dizia também que o ambiente é o direcionador do caminho particular de progressão, sendo que sua alteração modifica as necessidades do organismo e esse muda o seu comportamento e, consequentemente, usa alguns órgãos mais do que outros; em outras palavras, os órgãos que desenvolvem intensa atividade crescem e se tornam mais eficazes e aqueles poucos utilizados se atrofiam e degeneram (lei do uso e desuso) (FUTUYMA, 2002; SONCINI, 1993).

Segundo Martins (1997), as quatro leis consideradas por Lamarck, e consequentemente suas principais contribuições, são: (1) tendência para o aumento da complexidade: Lamarck constatou, a partir de comparações entre os organismos atuais com outros que surgiram antes, que havia um aumento da complexidade dos organismos, o que caracterizou como certo aperfeiçoamento; (2) surgimento de órgãos em função de necessidades e que acabam se mantendo: “A produção de um novo órgão em um corpo animal resulta de uma nova necessidade que surgiu e que continua a se fazer sentir e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantém”; (3) Lei do Uso e do Desuso: Para Lamarck, o uso frequente de um órgão aumenta sua capacidade, seu desenvolvimento, e órgãos pouco utilizados podem atrofiar e perder suas funções. Cabe aqui o exemplo da girafa, que, segundo o autor, de tanto forçar a musculatura, acabava por alongar o pescoço e; (4) herança dos Caracteres Adquiridos: Lamarck afirmava que algumas características adquiridas durante a vida dos organismos eram transmitidas para as próximas gerações, mas não conseguiu explicar ou exemplificar o mecanismo dessa transmissão.

Lamarck considerava o processo evolutivo dos organismos como um progresso, algo que somente acontecia devido à vontade dos organismos, que faziam determinados esforços para as mudanças ocorrerem. Ele entendia a evolução como sendo um mecanismo de aumento de complexidade que leva ao aperfeiçoamento, e atribuía isso ao uso e desuso de partes do corpo, que resultava na adaptação ao meio onde os organismos vivenciavam (MARTINS, 1997).

Apesar de não conseguir explicar de maneira convincente os fenômenos evolutivos, a contribuição de Lamarck para o desenvolvimento da ciência foi

extremamente importante, pois suas ideias sobre adaptação dos organismos ao ambiente, apesar de diferirem das aceitas atualmente, deram início ao desenvolvimento de diversos estudos sobre o tema. Por não conseguir fundamentar e esclarecer algumas de suas ideias, Lamarck foi desacreditado por cientistas da época e hoje, infelizmente, é lembrado apenas como um pesquisador que teve suas teorias refutadas (BIZZO, 1991).

O pensamento evolutivo: as influências de Darwin

A disputa teórica entre fixismo e transformismo invade o século XIX (CHAVES, 1993). A Inglaterra Vitoriana sofre no início do século XIX com a agitação e o tumulto em todo país. É nesse contexto de revolução social, de ideias ateístas e evolucionistas que Charles Robert Darwin (1809 – 1882) começa seus estudos de Medicina. Entretanto, Darwin, abandona o curso de medicina e começa estudar para a carreira no clero do Christ`s College, Universidade de Cambridge (FUTUYMA, 2002).

Segundo Desmond & Moore (2000), em 1826, Charles Darwin começa participar de encontros na Sociedade Pliniana, na qual estudantes radicais e livres pensadores exigiam naquela época que a ciência fosse baseada em causas físicas e não em forças sobrenaturais não muito diferente dos seus amigos de classe, Darwin passava mais tempo em atividades recreativas e competições do que em sala de aula. Entretanto, era um apaixonado por História Natural, excelente observador e muito criativo nas formulações de suas hipóteses explicativas para os fenômenos observados.

Sua vida sofre grande mudança após receber e aceitar o convite para servir como naturalista no HMS Beagle, um navio da frota britânica que estava sendo mandado para uma expedição para cartografar as águas da América do Sul. O navio deixa a Inglaterra no dia 27 de Dezembro de 1831, retornando em 2 de Outubro de 1836. Ao longo desses cinco anos, passando pela costa da América do Sul, Galápagos, Equador, Taiti, África do Sul etc., Darwin coletou espécimes e fez observações de tudo que encontrou de origem biológica e geológica. Através destas observações, Charles Darwin começou a levantar dúvidas acerca da fixidez das espécies (FUTUYMA, 2002).

Alguns acontecimentos e observações foram importantes para o início da elucidação da teoria evolutiva darwiniana: (1) A conclusão de que as espécies de pássaros catalogados (os famosos tentilhões) deveriam ter sido desenvolvidas a partir de ancestrais comuns, visto que eles eram tão diferentes de uma ilha para outra, sendo, portanto, espécies com características semelhantes, porém distintas. Darwin também destacou que as tartarugas gigantes vistas por ele também eram diferentes de uma ilha para outra; (2) A similaridade entre fósseis e mamíferos vivos observados na América do Sul desperta a noção de ancestralidade e por último; (3) a leitura de duas importantes obras – o livro do economista Malthus e o livro do Geólogo Charles Lyell (BIZZO, 1991).

Durante a viagem a bordo do Beagle, Darwin leu o livro *Princípios de Geologia* de Charles Lyell, no qual defendia que as mudanças na formação da Terra aconteceram gradualmente (MAYR, 1991). O próprio Darwin reconhece em sua autobiografia a importância desse livro:

> Quando se passa a examinar um território desconhecido, nada parece mais desesperador do que o caos das rochas; mas ao ir registrando a estratificação e a natureza dos fósseis em múltiplos pontos, especulando sempre e prognosticando o que encontraremos em outros lugares, percebe-se que a região e a estrutura do conjunto são mais ou menos inteligíveis. Havia levado comigo o primeiro volume de *Principles of Geology* (Princípios de Geologia) de Lyell, que estudei atentamente e que me proporcionou ajuda em muitos aspectos. O primeiro lugar que examinei, Santiago, no arquipélago de Cabo Verde, demonstrou-me claramente a maravilhosa superioridade do método de Lyell aplicada à geologia, em comparação com o de outros autores das obras que levava comigo e que havia lido depois (DARWIN, 2000, p.43).

Em 28 de Setembro de 1838, quando tinha 29 anos de idade, o grande momento chegou de acordo com suas próprias palavras:

> Por divertimento, li a *População* de Malthus, e estando bem preparado, por longas e continuas observações dos hábitos de animais e plantas, para apreciar a luta pela existência que acontece em todo lugar, de repente percebi que sob essas circunstâncias, variações favoráveis tenderiam ser preservadas e as desfavoráveis deveriam ser destruídas (BOWLBY, 1991).

O economista Thomas Malthus, em seu livro, afirmava que a população humana e a demanda de recursos gerada pela mesma sempre excederão a produção de alimentos e outros bens necessários (DESMOND e MOORE, 2000). As ideias de crescimento populacional de Malthus justificavam a luta pela sobrevivência das populações pobres, a competição e o livre–comércio. As ideias de livre competição e de luta pela existência já estavam presentes na sociedade,

Darwin utilizou as ideias de sua época para entender a natureza por meio da seleção natural.

> Considerando a enorme capacidade de crescimento, segundo uma progressão geométrica, de cada organismo quando, normalmente, um lugar deva ser totalmente ocupado; a nossa própria reflexão nos demonstrará que este é realmente o caso. Malthus trata do homem – nos animais não existe freio moral – eles se reproduzem no período do ano em que o alimento é mais abundante ou a estação é mais favorável. (DARWIN, 1992, p.25).

> A luta pela sobrevivência resulta inevitavelmente da rapidez com que os seres organizados tendem a multiplicarem-se. Todo indivíduo que, durante o estado natural de sua vida, produz muitos ovos ou muitas sementes, deve ser destruído em qualquer período da sua existência, ou durante uma estação qualquer, porque de outro modo, dando-se o princípio do aumento geométrico, o número de seus descendentes tornar-se-ia tão notável que nenhuma região os poderia alimentar. Também como nascem mais indivíduos que os que conseguem sobreviver, deve existir em cada caso, luta pela sobrevivência, quer com outro indivíduo da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições naturais de vida. É a doutrina de Malthus aplicada com a mais considerável intensidade a todo o reino animal e vegetal, porque não há nem produção artificial de alimentação, nem restrição ao casamento pela prudência (DARWIN, 2000, p. 70).

É perceptível nos relatos acima que Darwin percebe que se indivíduos de uma espécie com características superiores sobrevivessem e se reproduzissem com mais sucesso do que indivíduos com características inferiores, e se aquelas características fossem herdadas, a caraterística média da população seria alterada.

Vinte anos após suas leituras malthusianas, Darwin apresenta seus primeiros ensaios e publicações sobre o tema. Durante esse período, ele se preocupou em acumular evidências para as suas ideias. Em 1856, Charles Darwin finalmente começou o que deveria ser o seu “Grande Livro”, como ele o chamava. Entretanto, esse livro nunca foi completado, pois em Junho de 1858 ele recebe um manuscrito intitulado de *“On The Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from The Original Type” ("Sobre a tendência das variedades de se afastarem indefinidamente do tipo original", em tradução livre),* de um Jovem naturalista, Alfred Russel Wallace (1823-1913) (RIDLEY, 2006).

Ao se mencionar os princípios evolutivos, especialmente a teoria da seleção natural, Charles Darwin sempre é considerado como ícone central de tais postulados, entretanto, o naturalista inglês Alfred Russel Wallace teve importante

contribuição no desenvolvimento de tais teorias e ideias. Nos espaços formais de ensino, costuma ser bem comum a omissão da importância de Wallace na história do surgimento da teoria darwiniana.

Apesar da teoria de seleção natural ter ficado conhecida por meio da publicação do livro de Darwin, Wallace também chegou a resultados semelhantes. O que os registros bibliográficos indicam é que, de maneira independente, Darwin e Wallace formularam, em 1858, a teoria da seleção natural. Wallace havia colecionado espécimes no Arquipélago de Malay, ao longo de seus trabalhos e a partir destas observações contribui de forma considerável para a teoria evolutiva, principalmente para os estudos das causas da distribuição geográfica para as espécies.

Por insistência dos seus amigos, Darwin apresenta, oralmente, extratos de seu ensaio de 1844 junto com o manuscrito enviado por Wallace em um evento em Londres e se propõe a escrever um resumo do livro que originalmente ele gostaria de escrever. Em 24 de novembro de 1859, ele publica em 490 páginas, o resumo referido sob o título de: "*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life"* (Sobre a Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural, ou A Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida) (HORVITZ, 2003).

O pensamento evolutivo: a contribuição De Darwin

Ao longo de toda a sua vida, Darwin continuou a ler e corresponder sobre uma imensa escala de assuntos, para revisar *The Origin of Species* (A Origem das Espécies), a fim de realizar experimentos de todos os tipos (principalmente com plantas) e para publicar muitos outros artigos e livros. Entretanto, as 490 páginas publicadas em 1859 é a sua principal obra acerca da teoria evolutiva. Obra em que encontramos o arcabouço darwinista para as interpretações do processo evolutivo.

Segundo Futuyma (2002), o livro *A Origem das Espécies* de Darwin apresentava duas teses principais: a primeira consiste na afirmação de que todas

as espécies, vivas ou extintas, descendem sem interrupção, de uma ou poucas formas de vida.

A ideia de ancestralidade comum apresentada por Darwin rompia completamente com as fortes influências do pensamento platônico-aristotélico, pensamento esse que enxergava as coisas naturais em uma linha única de progresso, desde as coisas inanimadas mais simples até os animais mais complexos e perfeitos, culminando em nossa espécie. Darwin defendia que o processo evolutivo era aberto, contingente, sem meta ou objetivo definido.

O pensamento Darwinista trouxe para a discussão a ideia de que os seres vivos não foram criados repetidamente por forças sobrenaturais e nem surgiam constantemente por geração espontânea, como também defendia Lamarck. As espécies encontradas que apresentavam semelhanças divergiram de ancestral comum relativamente recente pelo acúmulo de pequenas diferenças ao longo do tempo e grupos mais diferentes entre si, surgiram de um ancestral mais antigo e com isso, acumulavam um número maior de diferenças em um período de tempo mais longo.

Após um período de controvérsias na década de 1860, Darwin e seus seguidores conseguiram convencer grande parte dos naturalistas contemporâneos de que diversas características dos seres vivos podem ser explicadas pela transformação das espécies por um processo de descendência com modificação (BOWLER, 1983, 2003).

Futuyma (2002) descreve assim o que para ele seria a segunda contribuição de Darwin em seu famoso livro:

> O segundo, e mais importante tema do The Origin of Species é a verdadeira e original contribuição de Darwin: sua teoria dos agentes casuais da mudança evolutiva. Era a sua *teoria de seleção natural*. (FUTUYMA, 2002, p.21).

Em *A origem das espécies*, Darwin (2004) aborda a exposição dos organismos à seleção natural:

> [...] os seres orgânicos se empenham incessantemente em se multiplicar seguindo uma progressão geométrica; cada indivíduo, em algumas fases da vida, durante determinadas estações do ano, no decurso de cada geração ou em certos intervalos, deve lutar pela sobrevivência e permanecer exposto à destruição. Quando refletimos sobre esta luta universal, podemos consolar-nos com a certeza de que a luta não é incessante na natureza, de que o medo é desconhecido, de que a morte

> está geralmente pronta, e de que os seres vigorosos, sadios e afortunados sobreviverão e se multiplicarão (DARWIN, 2004, p. 91).

A teoria da seleção natural afirmava que uma espécie é alterada ao longo do tempo porque indivíduos em qualquer geração são descendentes e herdam propriedades de somente alguns indivíduos da geração anterior, especificamente, daqueles que diferem de outros indivíduos com relação a algumas vantagens, alterando, com o passar do tempo, as características da espécie.

Mayr (1991) sustenta que a teoria da evolução de Darwin apresenta na verdade um arcabouço teórico de cinco teorias, que são suficientemente, independentes uma das outras. E essas teorias seriam: (1) evolução, o mundo é mutável e os organismos transformados ao longo do tempo; (2) descendência comum, os organismos descendem de ancestrais comuns; (3) multiplicação de espécies, explica a enorme diversidade orgânica pelo estabelecimento de isolamento geográfico entre populações que evoluem para novas espécies; (4) gradualismo, as mudanças evolucionárias são graduais; e (5) seleção natural, as mudanças evolutivas ocorrem através de uma produção abundante de variações genéticas e os indivíduos que sobrevivem tem melhores adaptações.

A reunião de toda esse instrumentário teórico, publicado no "*Origem das espécies",* revolucionou não somente a biologia, mas todo o pensamento ocidental (FUTUYMA, 2002). Darwin após sua publicação sofreu críticas duras. A Evolução em si começa a ser inquestionável, entretanto, o mesmo não acontece com a teoria da seleção natural.

A partir da década de 1870, a ideia de evolução gozou, ao menos na comunidade científica, de grande aceitação. No caso da teoria da seleção natural, contudo, a história foi mais conturbada. Para muitos cientistas do final do século XIX, restavam dúvidas sobre o papel da seleção natural (BOWLER, 1983; 2003).

O pensamento evolutivo: A Evolução após o *"Origem das Espécies"*

MAYR (1991) acredita que a teoria da evolução gerou polêmica e ainda gera porque a mesma se opõe a crenças básicas da sociedade, tais como: (1) crença em um mundo constante; (2) crença na criação do mundo; (3) crença na

posição única do homem; (4) crença na filosofia essencialista; (5) crença em uma interpretação causal da natureza; (6) crença em uma causa final ou teleológica.

Outro fator de resistência à aceitação da teoria proposta por Charles Darwin é a visão mecanicista da ciência vinculada nesse período. Contrária a esse mecanicismo, a metodologia empregada por Darwin era amparada em reprodução diferencial de organismos e baseada em probabilidades.

Darwin teve outras objeções em relação a sua teoria. Uma delas, que ele reconhecia como grave, advinha do cientista Willian Thomson (Lorde Kelvin) que havia calculado a idade da Terra em 100 milhões de anos. Para realizar esses cálculos, Thomson aceitou que a Terra havia originado do sol e de início tinha a mesma temperatura que este, assim, calculou o tempo necessário de resfriamento até a atualidade (HELLMAN, 1999). O problema era que a teoria proposta por Darwin requeria um tempo maior do que este para explicar a diversidade de organismos encontrada.

Segundo Hellman (1999), somente em 1986, com a descoberta da radioatividade, é que estimaram a idade da Terra pelo menos em 4,3 bilhões de anos (a data mais antiga de uma amostra de rocha encontrada). A partir de estudos de decaimento radioativo e com os conhecimentos das taxas de meia vida dos elementos químicos radioativos é possível mensurar a idade de substratos, rochas, fósseis etc.

Para a existência real de um processo evolutivo segundo defendia Darwin, a primeira condição é que haja variação presente nas populações e que esta seja herdável. De outro modo, não é possível que haja mudança ao longo das gerações. Darwin propunha que todos os organismos descenderiam de ancestrais comuns, através de um processo lento e contínuo de modificações, dirigido pela ação da seleção natural sobre os indivíduos. Porém, a teoria darwinista explicava a herança das modificações pelo processo da PANGÊNESE, no qual gêmulas, formadas em todas as partes do corpo, contribuiriam para as características adquiridas. De certa forma, tal teoria era uma atualização das ideias já formuladas por Lamarck, de herança dos caracteres adquiridos. Deste modo, a teoria darwinista não foi capaz, na sua época, de explicar nem a origem nem a natureza da variação, que era o material da evolução.

Foi a redescoberta dos trabalhos de Mendel, no início do século XX, que trouxe explicações novas sobre a herança que, daquele momento em diante, passou a ser definitivamente transferida dos pais para os filhos, através dos “fatores” hereditários. O trabalho de Mendel é um dos primeiros a apresentar um modelo matemático preciso sobre um fenômeno biológico, seguindo as normas do método científico utilizado pela Física. Uma das novidades dos trabalhos de Mendel estava no fato de estudar-se a herança a partir de características discretas e pouco influenciadas pelo ambiente.

A genética mendeliana foi, inicialmente, encarada como um golpe fatal no darwinismo, pois, se o darwinismo tinha a preocupação de explicar a mudança evolutiva, o mendelismo se preocupava com a estabilidade dos processos de herança, desprezava a variação contínua, base do darwinismo, e enfatizava a variação discreta.

Em oposição às ideias evolutivas darwinistas, para as quais as mudanças hereditárias são lentas e graduais, Hugo de Vries (1848-1935) propôs o Mutacionismo. Nesta teoria, o surgimento das modificações que permitiam a evolução biológica se fazia de maneira abrupta e aleatória e se transmitia às gerações futuras, conferindo características favoráveis ou desfavoráveis.

As contradições existentes entre o darwinismo e as demais teorias evolucionistas (*mendelismo* e o *mutacionismo* - citadas acima) se estenderam durante as décadas de 1890 e 1920. Tais teorias eram explicitamente antidarwinistas, porque negavam o papel da seleção natural no processo evolutivo e foram populares entre os cientistas. Nesse período, a aceitação da teoria darwinista diminuiu tanto que o historiador da biologia Peter Bowler o denomina “eclipse do darwinismo” (LARGENT, 2009).

A resolução desses conflitos teóricos teve inicio na década de 1930, moldada por contribuições de geneticistas, sistematas e paleontologistas, que reconciliando a teoria de Darwin com os fatos novos da genética, postularam o que ficou conhecido como *Teoria Sintética da Evolução*, *Síntese moderna* ou *Síntese evolutiva*.

O pensamento evolutivo: A Teoria Sintética da Evolução

Em função das ideias evolucionistas de Darwin e dos trabalhos de Mendel, entre as décadas de 1910 e 1940, o geneticista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), juntamente com outros cientistas (Sewall Wright, Ronald Fisher e John Haldane, geneticistas; Ernst Mayr e Julian Huxley, sistematas; Bernhard Rensch, biólogo do desenvolvimento; George Simpson, paleontólogo; e George Stebbins; ecólogo) criou a teoria evolutiva que conhecemos como teoria sintética da evolução (COSTA, 2005).

A Teoria Sintética buscava explicar a origem, a manutenção e a variabilidade das populações, sintetizando os dados biológicos e paleontológicos e estabelecendo as populações como unidades evolutivas. Nessa teoria, a evolução biológica é a mudança que ocorre no conjunto de genes de uma população ao longo do tempo, o que é causado pelo balanço da ação dos mecanismos que adicionam alelos (mutação, recombinação e fluxo gênico) e removem alelos (seleção natural e deriva gênica) do conjunto gênico da população. Isso pode causar desde pequenas mudanças moleculares até a diferenciação em uma nova espécie (microevolução) ou um táxon superior, como gênero ou família (macroevolução) (FUTUYMA, 2002).

Sendo assim, como diria SONCINI (1993):

> Com a teoria sintética, parece ter-se elucidado a questão de como se processa a evolução. Com isso, grande parte do conhecimento sobre a diversidade dos seres vivos está “garantido. Mas, não podemos dizer que as questões sobre evolução estejam todas resolvidas” (SONCINI, 1993, p.12).

A literatura costuma destacar a contribuição de três importantes cientistas da época no que diz respeito à Teoria Sintética da Evolução. Segundo Meyer & El-nani (2005), a síntese evolutiva, construída com base na fusão do darwinismo com o mendelismo teve três pesquisadores de suma importância para a elaboração da Teoria Sintética: Ronald Aylmer Fischer (1890-1962), que construiu modelos matemáticos descrevendo a frequência dos genes sob o efeito da seleção natural e usou a genética mendeliana para explicar as diferenças entre os indivíduos que eram transmitidas às gerações seguintes; John B. S. Haldane (1892-1964), que apresentou provas sobre a rápida atuação da seleção natural sobre as populações; e Sewall Wright (1889-1988) que considerou as funções das

interações gênicas como fonte adicional de variabilidade em pequenas populações com elevadas taxas de cruzamento entre parentes e realizou importantes contribuições ao estudo da subdivisão das populações e da herança das características quantitativas.

Theodosius Dobzhansky (1900-1975) apresentou aos demais cientistas as pesquisas realizadas pelos autores citados anteriormente, resultando em uma explosão de atividades que levou à formulação da teoria sintética da evolução ou neodarwinismo, na qual a seleção natural passou a ocupar um papel dominante na explicação do processo evolutivo.

Segundo Futuyma (2002);

> As principais afirmações da Síntese Evolutiva são os fundamentos da biologia evolutiva moderna. Embora alguns autores tenham desafiado ou mesmo rejeitado alguns dessas afirmações e princípios, a grande maioria dos biólogos evolucionistas hoje os aceita como válidos, usando-os como fundamentos para a pesquisa evolutiva (FUTUYMA, 2002, p. 26).

A Síntese Evolutiva foi construída sob os alicerces de quatro processos básicos da evolução: mutação, recombinação, genética, seleção natural, isolamento reprodutivo. Os três primeiros são responsáveis pelas fontes da variabilidade; os dois últimos orientam as variações em canais adaptativos. Seus pontos básicos são: (1) Pontos básicos da teoria moderna; (2) As variações de uma espécie dependem das taxas de mutação e recombinação; (3) As mutações e recombinações ocorrem ao acaso e (4) A luta pela vida dá-se entre os indivíduos e o meio ambiente; (5) Da luta pela vida, resulta a seleção natural dos mais aptos ou adaptados às condições do meio e (5) O isolamento geográfico ou sexual impede que as características do tipo novo misturem-se com as características do tipo primitivo.

Para obtenção de uma compreensão satisfatória dos aspectos e visões defendidas pela teoria sintética da evolução, conceitos fundamentais precisam estar bem entendidos, tais como: (1) Genes – são unidades de hereditariedade transmissíveis e que mantém sua identidade de geração para geração. Costumou-se pensar em um fragmento de DNA transcrito para RNA e codificado em um polipeptídio, mas o conceito de gene é muito complexo e entre partes de um mesmo gene existem sequências que não são codificados em proteínas

(íntrons). Nesse sentido, a definição de gene utilizada por Dalkins (2001) é coerente:

> Uma unidade genética pequena o suficiente para durar por um grande número de gerações e ser distribuída sob a forma de muitas cópias (DALKINS, 2001, p.54);

(2) Genótipo – Conjunto de genes que um organismo individual possui (FUTUYMA, 2002, p. 581); (3) Fenótipo – propriedades morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, comportamentais e outras de um organismo, manifestada ao longo de sua vida, que se desenvolvem pela ação de genes e pelo ambiente (FUTUYMA, 2002, p.581); (4) Mutação – é uma alteração na sequência de nucleotídeos de DNA. As taxas de mutações podem variar de acordo com o fragmento de DNA em questão e podem ser influenciadas por elementos mutagênicos presentes no ambiente. A afirmação de que a mutação é ao acaso significa que a probabilidade da mutação ocorrer não é influenciada por uma utilidade que aquela mutação poderá ter; (5) Recombinação genética - Segundo FUTUYMA (2002):

> A recombinação difere da mutação, porque ela é, usualmente, uma troca reciproca de DNA (genes) que em si mesmo não são alteradas. Ela resulta de dois processos: a reprodução sexual e a formação de gametas diferentes daqueles que se uniram para formar o indivíduo (FUTUYMA, 2002, p.63);

(6) Deriva genética - mudança aleatória da frequência genética; (7) Fluxo gênico – a variação gênica provocada pela migração entre populações; (8) Seleção Natural – é a sobrevivência e/ou reprodução diferencial de classes de entidades que diferem em uma ou mais características hereditárias" (FUTUYMA, 2002. p.585).

Pode-se verificar pelos conceitos expostos acima que o entendimento de evolução biológica não é fácil. Para compreendê-lo é necessário um conhecimento de outros conceitos científicos e suas relações. Portanto muito da confusão relatada pelas pesquisas em relação a esse tema é devido à falta de conteúdos científicos.

Ridley (2006) aponta que:

> Em meados da década de 1940, portanto, a síntese moderna já havia permeado todas as áreas da biologia. 30 membros de um "comitê para problemas comuns a genética, a sistemática e a paleontologia", que se reuniu (com alguns outros especialistas) em Princeton, em 1947,

> representava todas as áreas da biologia. Eles compartilhavam um ponto de vista em comum, o ponto de vista do mendelismo e do neodarwinismo. O simpósio de Princeton foi publicado como *Genectics, Paleontology and Evolution* (*Genética, Paleontologia e Evolução*) (Jepsen *et al*., 1949) e é, hoje, um dos bons símbolos representativos do ponto no qual a síntese se espalhou por meio da Biologia (RIDLEY, 2006, p.42).

Após uma breve revisão da construção do pensamento evolutivo, algumas conclusões importantes a respeito precisam ser salientadas. Primeiro: a evolução é um fato natural, inapelável, tanto quanto a gravidade. Isto, porque, como a evolução, em última análise, resulta de mudanças nas frequências gênicas, e, como a deriva genética, que é a ação do acaso, modifica as frequências gênicas de populações naturais de seres vivos; então, é impossível pensar em uma população que não esteja evoluindo. Não é necessário nem mesmo a seleção natural para que isto ocorra, embora a sua existência facilite e otimize o processo.

Segundo: como a evolução pode ser feita fundamentalmente com base apenas em forças como a ação do acaso (mutação, recombinação) e da seleção natural, ou seja, atendendo a pressões imediatas do ambiente, o processo evolutivo não possui um planejamento. De fato, para gerar toda a biodiversidade observada hoje, o processo evolutivo dependeu de um período de tempo muito longo e de muitas extinções. Logo, ideias como aquelas geralmente associadas ao processo evolutivo, como perfeição e progresso, não são adequadas.

É notório que tais conclusões perturbam um pouco (talvez muito), mas é importante ratificar tais posicionamentos até para compreender melhor as dificuldades que existem na relação ensino aprendizagem de temas evolutivos. E este será o tema do subitem seguinte.

2.2 A TEORIA EVOLUTIVA E AS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA RELAÇÃO ENSINO-APRENDIZAGEM

No subitem anterior vimos como os conhecimentos relacionados à teoria evolutiva foram historicamente produzidos e o porquê da Evolução desempenhar um papel unificador na Biologia. Entretanto, ainda recebe pouca atenção nos currículos escolares, aparecendo como um simples conteúdo independente dos demais. Mesmo livros didáticos, em geral, não contemplam a evolução de forma a estabelecer ligações efetivas com os demais conteúdos. Os conceitos geralmente aparecem de maneira compartimentalizada, podendo ocorrer às vezes erros conceituais.

Para Freire-Maia (1986), a teoria da evolução é hoje tão aceita como a "teoria atômica", a "teoria heliocêntrica" ou a "teoria celular"; é neste sentido que se diz que a evolução é aceita como um *fato*. Isto significa que se encontra tão bem e cabalmente demonstrada que negá-la seria cometer ato de ignorância. Isto não quer dizer que não haja divergências *dentro* da teoria; o que não há são divergências *sobre* a teoria.

Mesmo apresentando este status, o de ser considerada como um fato natural, a teoria da evolução ainda apresenta muitos problemas e dificuldades para sua aceitação e, consequentemente, para a sua real compreensão.

Pesquisas realizadas por Sepulveda (2008), Tidon e Lewontin (2004) e Carneiro (2004) elencaram problemas que interferem na relação ensino aprendizagem da evolução, tais como: (1) a falta de integração de conceitos desenvolvidos durante o ensino deste assunto com as demais áreas da Biologia; (2) falta de clareza sobre os conceitos apresentados nos livros didáticos e materiais utilizados pelos professores nas aulas; (3) erros conceituais originados de questões que não foram bem entendidas pelos professores durante a graduação, além de outros, que fazem com que o ensino de evolução não seja bem compreendido nas escolas.

Portanto, dada a importância da teoria em questão e da dificuldade em ensiná-la, ratificada também pelas experiências pessoais do autor desta dissertação, sentida tanto no ensino fundamental, médio e superior, este subitem tem como objetivo central apresentar alguns pontos básicos relacionados com a

problemática da relação ensino-aprendizagem com temas e conceitos ligados à teoria evolutiva, buscando, na medida do possível, apontar algumas saídas.

A Teoria da Evolução: breve resgate

Como já visto anteriormente, as primeiras ideias pré-evolucionistas sobre a origem das espécies surgiram possivelmente entre filósofos como Anaximandro (séc. VI a.C.), Xenófanes (séc. V a.C.), Aristóteles (séc. IV a.C.) e outros (MOODY, 1975). Porém, foi no século XVIII, que um movimento mais consistente surgiu no meio científico. Os trabalhos do naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck foi um marco neste sentido, alertando a comunidade científica para a adaptação das espécies às condições do meio. Entretanto, Lamarck cometeu um erro: o naturalista afirmou que as espécies poderiam sofrer mudanças hereditárias por esforço próprio em resposta às condições ambientais, gerando a famosa lei do uso e desuso (BRANCO, 2004).

> Em 1859, o naturalista inglês Charles Darwin publicou a obra "*A Origem das Espécies*", a qual "causou uma verdadeira revolução na biologia e no próprio pensamento humano" (BRANCO, 2004, p. 41).

A teoria darwinista, de início, foi parcialmente aceita pela comunidade científica. Provavelmente, devido ao fato desta teoria considerar que os mecanismos evolutivos também se aplicariam à espécie humana, a teoria darwinista foi acusada de imoral pelos religiosos criacionistas, visto que estes acreditavam que a espécie humana foi criada a partir da "imagem e semelhança" divina, não podendo, portanto, aceitar que os seres humanos teriam surgido a partir de primatas pré-históricos, como ilustra Soares (1990).

O fato é que após Darwin, nenhuma teoria derrubou as suas ideias, ao contrário, todos os trabalhos científicos viriam a corroborar os princípios contidos na teoria evolutiva, a ponto de encontrarmos afirmações como a apresentada a seguir:

> Com razão a mais unificante das teorias da biologia. Antes de terem sido interpretados pela teoria da evolução, a diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e comportamentos, a adaptação e a interação representavam apenas um terrificante caos de fatos, Não existe área da biologia em que esta teoria tenha deixado de funcionar como um princípio ordenador (MAYR, 1977, p.1).

Descobertas realizadas ao longo do século XX possibilitaram a validação e reinterpretação da maior parte das ideias de Darwin, especialmente a seleção natural, configurando a evolução cada vez mais como um conjunto de princípios explanatórios sofisticados, intrincados e abrangentes (FUTUYMA, 2009). Entretanto, essas descobertas científicas precisam ser consideradas e tratadas, em muitos casos, como evidências do processo evolutivo.

A aceitação da evolução passa pelo uso em sala de aula das inúmeras evidências evolutivas reunidas ao longo dos anos, mas também pelo seu enorme poder explicativo. Exemplifiquemos. Só a evolução torna inteligível o registo fóssil. Só ela torna compreensível o que une, e também aquilo que separa, a diversidade de formas que a vida assumiu, permitindo explicar a adaptação dos organismos ao meio que os envolve. É também a evolução que permite esclarecer a nossa origem, enquanto espécie animal que efetivamente somos, e é à luz dela que podemos reconstituir o nosso passado, integrando-o na história natural da vida. Segundo Meyer e El-Hani (2001), os achados fósseis suscitam inúmeras perguntas: como explicar o desaparecimento de tantas espécies na fauna atual? Qual a relação entre espécies fósseis e vivas? [...] Como explicar o fato de espécies presentes numa localidade serem semelhantes aos fósseis que as antecederam? Por que há semelhanças entre fósseis encontrados em sucessivos estratos geológicos, numa mesma região? Parecia mais fácil explicar essas observações supondo-se que novas espécies surgem das preexistentes.

Um dos papéis do ensino de evolução é de desfazer esse conflito. O estudo da evolução visa à explicação dos processos que levam a diversidade dos seres vivos por meio de pesquisas científicas, sem, no entanto, buscar elementos sobrenaturais para solucionar essa questão. Sendo uma área de grande abrangência, a evolução pode ser tratada como um fio condutor no estudo da Biologia.

Os professores, estudantes, livros didáticos e estruturas curriculares precisam ter a preocupação em, ao menos, apresentar tais evidências. E por que isso é importante? Porque desta forma, possivelmente conseguiremos avançar na aceitação da teoria evolutiva.

É preciso demonstrar que esta teoria foi empiricamente produzida e cientificamente testada. Os registros fósseis, a célula como unidade da vida, as árvores filogenéticas, as formas vestigiais, as restrições evolutivas, a herança comum do inútil, dentre outras, são importantes evidências que precisam ser mais utilizadas no contexto do ensino e na divulgação científica da evolução.

Para melhor compreensão do que venha a ser “herança comum do inútil”, resgato aqui algumas informações produzidas a partir de consultas a livros didáticos, tais como Ridley (2006) e Futuyma (2009). Ter coisas em comum com outros organismos, quando elas servem para algo, poderia ser visto como uma evidência não da evolução, mas do encontro de soluções comuns na criação desses organismos. Assim, o fato de nós termos, em comum com os macacos, sangue quente e pelos, poderia ser visto não como evidência de que somos parentes, mas sim como evidência de que essas características são as melhores para o tipo de vida que nós e os macacos levamos. No entanto, ter em comum, coisas que não têm função, que sequer são expressas durante nosso desenvolvimento, é uma evidência clara de nosso parentesco, funcionando como importante evidencia evolutiva, o que reforça o caráter factual do processo de evolução dos organismos.

Entraves encontrados no ensino: Livros, materiais didáticos e estruturas curriculares.

Embora os conceitos evolutivos sejam considerados essenciais para questões que envolvem a sociedade moderna, pesquisas desenvolvidas no campo da Educação revelam que os estudantes entendem pouco sobre o processo evolutivo, “apontando a pertinência de estudos adicionais na área” (SANTOS, 2002, p. 9).

Mesmo que, na academia, poucos duvidassem que diferentes seres pudessem ter uma origem comum (MOCHÓN, 2005), isso não foi suficiente para evitar que se formasse, ao longo do século XX, uma cruzada criacionista contra Darwin e a evolução (TAMBOSI, 1999). O problema se agrava quando essa cruzada invade o espaço acadêmico, comprometendo o ensino da teoria de

evolução biológica sofrendo sérios riscos desta não bem trabalhada e incorporada às estruturas curriculares e aos parâmetros básicos de ensino.

Um exemplo deste comprometimento pode ser encontrado no Estado do Rio de Janeiro. O governo do Rio de Janeiro implantou, nas suas escolas em 2002, o ensino religioso confessional para, num segundo momento, incorporar em seu conteúdo programático o criacionismo como explicação para a origem das espécies, a partir de leituras literais das escrituras bíblicas (MARTINS, 2004).

É importante demarcar que não se está questionando a pertinência ou não do ensino religioso nas escolas, mas apenas levantando que este ensino não deve ser trabalhado em detrimento do ensino evolutivo. O que se nota é que quando as estruturas, parâmetros e diretrizes curriculares de ensino não abordam com o devido valor e atenção às teorias evolucionistas, percebemos reflexos nos livros didáticos utilizados, nos materiais complementares, nas elucidações do professor aos alunos e, em última análise, na relação ensino-aprendizagem.

No Brasil, encontramos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio referências ao ensino da evolução biológica. Por exemplo, o PCNEM (2002) sugere *"evolução e ecologia"* como eixos articuladores do ensino de biologia, permeando todos os conteúdos articulados. As orientações curriculares para o ensino médio nas áreas de Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, de 2006, também reforçam o ensino de evolução como tema central e unificador do estudo da disciplina. Vejamos a seguir:

> Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. [...] importante assinalar que esse tema deve ser enfocado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou estudo sobre a identidade e classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006, p22).

Somado às orientações apontadas pelos PCN`s (Parâmetros Curriculares Nacionais relatados acima), o MEC (Ministério da Educação) em 2004, implantou o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Esse programa apontava os parâmetros e conteúdos adequados a serem explorados

nas escolas e sistemas de ensino brasileiro. Entretanto, os livros submetidos a esse programa foram avaliados por uma equipe multidisciplinar de especialistas e, no caso dos livros de Biologia, alguns problemas conceituais e concepções equivocadas acerca da teoria evolutiva foram observados e os mesmos relatados no capítulo do "*Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks"* (*Anais do Encontro Internacional sobre Análise Crítica da Faculdade de Ciências Livros didáticos)*, publicado pela Universidade de Tunis em 2007 (TIDON, R. e VIEIRA, 2009).

As orientações educacionais existem, entretanto, na mesma medida existem inúmeros entraves para a realização satisfatória de aprendizagem acerca da Evolução. Os chamados PCN+ (MEC/SEMTEC, 2002), por exemplo, relatavam, na seção de biologia, que tradicionalmente o ensino da biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida, como *citologia, genética, evolução, ecologia, zoologia, botânica, fisiologia*, e as situações de aprendizagem, frequentemente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de suas lógicas e conceitos internos, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos holísticos e as vivências práticas desses conhecimentos. Ou seja, sabe-se da importância unificadora da teoria evolutiva no que diz respeito aos conteúdos biológicos, porém, a prática docente, ratificada pelas construções curriculares e pedagógicas, não colocam em prática tal direcionamento didático.

Em circunstâncias como as relatadas acima, a ciência passa a ser pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado. Com objetivo de minimizar tal descontextualização, os PCN+ propõem algumas soluções. Por exemplo, sugerem que a questão étnica entre nas aulas de genética, e que em ecologia seja destacado o desenvolvimento sustentável. Além disso, dividem o ensino de biologia em temas estruturais, sendo o sexto deles *a origem e evolução da vida*. Tal proposta não deixa de ser um passo positivo, entretanto, mantém a situação problemática em que a evolução é relegada ao último ano (e, muitas vezes, últimas semanas) do ensino médio, provocando uma

extirpação e segmentação de um conteúdo que deveria ser norteador e unificador.

Cicillini (1991) ao analisar a concepção de evolução veiculada em livros didáticos de Biologia, observou que os mesmos em geral seguem praticamente uma sequencia comum, com apenas pequenas variações entre eles. Geralmente iniciam-se com o estudo da célula, depois introduzem tecidos, passam para o estudo dos seres vivos e, finalmente, desenvolvem os tópicos de Genética, Evolução e Ecologia. Segundo Fracalanza e Neto (2006), o volume de páginas dedicadas aos diversos assuntos reflete o grau de importância dos temas atribuído pelo autor e editora da obra. Pelo volume de páginas encontradas na parte que se refere ao tema aqui tratado é notório o baixo grau de importância dada à Evolução nos livros didáticos largamente utilizados nas salas de aula de todo o Brasil.

A publicação do MEC, “Ensino Médio: Construção Política - Sínteses das Salas Temáticas” de 2003, na seção sobre o livro didático, destacou que “alguns livros didáticos apresentam reducionismos grosseiros e transposições simplificadas da realidade, o que compromete o aprendizado do aluno”. Afirmou também que “há muitos livros de má qualidade em que o conhecimento é apresentado de forma fragmentada, incluindo muitas vezes conceitos errados ou distorcidos”. Em relação à história do pensamento evolutivo, por exemplo, o conhecimento é restrito, principalmente, a Darwin, Lamarck, Mendel e ao neodarwinismo (MEGLHIORATTI; BORTOLOZZI e CALDEIRA, 2005).

Almeida e falcão (2005) relata que autores de livros didáticos, geralmente, costumam abordar as evidências científicas a favor da teoria darwinista sem nenhuma crítica, sem apontar, por exemplo, fraquezas científicas atualmente discutidas e pesquisadas por especialistas do assunto. Evidentemente que também não se deve esperar que qualquer material didático propicie um curso completo ou atenda às exigências de todos os estudantes, cabendo ao professor completar tais deficiências.

Segundo Almeida e falcão (2005), a ausência de uma abordagem mais crítica dos livros didáticos acerca do pensamento e, consequentemente, da teoria evolutiva também pode ser evidenciada nos conteúdos referentes à teria

lamarckista. Em muitos livros didáticos, tal teoria costuma ser rebaixada a uma mera “hipótese”, que não apresentava base experimental e, muito menos, a “prova” da transmissão dos caracteres adquiridos. No texto, as especulações de Lamarck são confrontadas ao modelo do trabalho científico de Darwin, que com seu trabalho “experimental” teria “provado” a sua teoria da evolução através da seleção natural. É esta visão distorcida e superficial da história que vai se perpetuar na maior parte dos livros didáticos de Biologia e nas práticas pedagógicas dos professores da área.

Outro problema relatado nas avaliações das estruturas curriculares e os materiais didáticos largamente utilizados em Biologia é a abordagem do tema de Evolução como concluído, desprovido de contextualização histórica para a compreensão, por parte dos alunos, de como os conceitos foram desenvolvidos ao longo do tempo etc. (BIZZO, 2003). Soma-se aos entraves relatados, a precária formação do professor de Ciências, apesar dos esforços concentrados visando o seu aprimoramento. Dessa forma, “o livro texto acaba transformando-se em um recurso didático poderoso e quando este não atende padrões mínimos de confiabilidade, o ensino por sua vez fica comprometido” (AXT e BRÜCKMANN, 1996).

Como já mencionado, a Teoria Sintética da Evolução é considerada a teoria mais unificadora dentre todas as teorias biológicas. Antes dela, as diversas áreas das ciências biológicas eram independentes, reunidas fragmentariamente na chamada História Natural. Foi a partir desta teoria que surgiu a Biologia com o seu estatuto e paradigmas unificadores como Ciência. Entretanto, do ponto de vista da sua transposição didática, isto é, a transformação do “saber dos sábios” em saber pronto para ser ensinada (CHEVALLARD, 1985) essa importância se perde no meio do caminho. O que torna este tema secundarizado após o processo de transposição didática é algo que deve ser melhor investigado.

As questões dos livros e materiais didáticos, juntamente com as orientações curriculares, não são os únicos empecilhos para o ensino evolutivo, temos outro problema limitador, que pode ser, inclusive, a chave para compreendermos muitos aspectos ligados a essa questão: as relações sociais dos professores e alunos influenciadas pelas crenças religiosas para as

explicações da origem e diversificação biológica. Neste contexto, não podemos nos esquecer de que isso influenciará diretamente o que e como o professor lecionará os conteúdos evolutivos na sala de aula.

Os desafios da relação ensino-aprendizagem em Evolução

Um professor, mesmo estando preparado, pode encontrar grandes dificuldades ao lecionar a Teoria da Evolução para uma turma heterogênea. Não confrontar as teorias evolutivas com a fé dos alunos certamente é o caminho mais recomendado. O professor deve fazer com que seus alunos reflitam e raciocinem sobre o assunto e que estes cheguem as suas próprias conclusões.

Tidon e Lewontin (2004) apontaram que, infelizmente, um dos grandes problemas do ensino de Evolução está no preparo dos professores. Segundo Tidon e Lewontin (2004), embora os professores afirmem que as teorias de Darwin e Lamarck de mudança nos organismos vivos seja um conteúdo fácil de lecionar, esses mesmos professores responderam outras questões demonstrando claro pensamento Lamarckista. Portanto, constata-se uma não clareza da teoria por parte daqueles responsáveis por sua transmissão.

Além da questão religiosa, o desafio na formação de bons professores está no material didático de nível superior. A literatura internacional é rica em livros de divulgação científica, onde bons exemplos de argumentação e estudos de caso são apresentados, alguns deles com versões em português (DAWKINS, 1998, 2001a e b; GOULD, 1999; ZIMMER, 1999; entre outros). Embora a disponibilidade de versões traduzidas para o português seja relativamente satisfatória, o preço dos livros tende a afastar os leitores.

A divulgação científica e o ensino de evolução

Além dos livros didáticos e de divulgação científica, é possível se obter informações sobre evolução através de mídias diversas (cadernos de ciência em jornais, revistas especializadas, vídeos etc.) ou ainda através de sítios na internet.

Em relação à mídia escrita, pode-se observar que os autores dos textos em revistas e jornais são, na sua grande maioria, jornalistas ou trabalhadores autônomos e, em pequena extensão, cientistas envolvidos diretamente nas pesquisas preocupados com a divulgação científica. Em relação aos primeiros devemos apenas lembrar que ainda não contamos no Brasil com uma tradição de jornalismo científico e que por melhor que seja o texto jornalístico ele apresenta distinções em relação ao científico. O trecho a seguir pode ser elucidativo:

> "Uma comparação dos critérios usados por diversos grupos para avaliar a qualidade da reportagem ambiental mostrou que, para jornalistas, 'precisão' é um critério de importância menor, mas, para todos os grupos de especialistas estudados (indústria, governo, grupos de defesa, cientistas, a 'precisão' é o critério mais importante)" (PETERS, 2005, p. 147).

Embora seja preciso cuidado, isso não impede que encontremos, neste tipo de mídia, excelentes textos de divulgação científica sobre evolução (Villareal, 2005; Wong, 2005), o que o torna em um importante instrumento para colaborar na relação ensino-aprendizagem, até porque diversifica as fontes utilizadas pelo professor que pode, ainda, aproveitar para trabalhar linguagens diversas na comunicação da ciência (PARKINSON e ADENDORFF, 2004).

O empenho da comunidade acadêmica na tentativa de explicar e simplificar os dados científicos, sem, no entanto empobrecê-los, pode ser um fator decisivo no incremento da qualidade da informação fornecida pelos diversos meios, inclusive internet. O educador precisa estar muito atento para conseguir direcionar o aluno para bons materiais sobre o assunto, e deve estar bem preparado para reconhecer os deslizes e embustes amplamente difundidos, trabalhando sempre com uma importante preocupação: a alfabetização e divulgação científica.

CAPÍTULO 3 - A TEORIA EVOLUTIVA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIA E BIOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO

O estudo de caso trazido neste capítulo foi desenvolvido com duas turmas da Fundação CECIERJ do Consórcio CEDERJ, na Faculdade de Formação de Professores em Ciências Biológicas do Polo da cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro, conforme já descrito no capítulo 1.

Mesmo com toda a sua importância já conhecida, a teoria da evolução biológica confronta várias crenças de fundo religioso, ideológico, filosófico e epistemológico, o que torna sua abordagem particularmente difícil, num contexto de sala de aula, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem, por parte dos alunos (ALMEIDA e FALCÃO, 2005).

Vários são os trabalhos e pesquisas desenvolvidas nas áreas de educação e ensino de ciências que têm mostrado dificuldades no processo de ensino-aprendizagem sobre a teoria evolutiva e seus conceitos associados. Tais pesquisas apontam que este ensino (a teoria evolutiva) não é satisfatório em várias partes do mundo e apontam para a necessidade de uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem no contexto da evolução biológica.

Brumby (1984) investigou as concepções de evolução de estudantes de medicina, mostrando que a grande maioria apresentava concepções Lamarckistas. Bishop e Anderson (1990) mostraram que mais da metade dos estudantes de ensino médio indicaram concepções errôneas sobre evolução. Mesmo os estudantes que rejeitaram o lamarckismo e alegavam ser darwinistas não conseguiam uma explicação satisfatória para o processo evolutivo. Anderson e colaboradores (2002) desenvolveram um Inventário com concepções alternativas dos estudantes a respeito da evolução, focando vários conceitos, como seleção natural, adaptação, reprodução e especiação. O uso deste material poderia servir de diagnóstico das concepções prévias dos estudantes e dar orientações para o preparo das aulas (TIDON e LEWONTIN, 2004).

Donnelly, Kazempour e Amirshokoohi (2008) investigaram a aceitação e rejeição da evolução de alunos do ensino médio, bem como, a visão de como a evolução deveria ser ensinada e o ponto de vista em relação à aprendizagem de evolução. Em uma pesquisa com estudantes universitários de Biologia que

concluíram um curso sobre teoria da evolução, Hokayem & Boujaoude (2008), verificaram, entre outras análises, a aceitação dos estudantes sobre a teoria da evolução. Os resultados variaram da aceitação total para completa rejeição da teoria. Esses autores sugerem que as crenças pessoais dos alunos não devem ser subestimadas quanto ao ensino de evolução. Investigações a respeito deste tema também têm sido realizadas em diferentes regiões do Brasil.

BIZZO (1994) constatou que estudantes de escolas paulistas de diferentes níveis socioeconômicos entendiam muito pouco de evolução e sugeriu novas estratégias para o ensino. Recentemente Bizzo, Almeida e Falcão (2007) replicaram o trabalho de Bizzo (1994) com estudantes de nível secundário e universitário da cidade de Recife, onde investigaram dois aspectos da Teoria Evolutiva: teoria do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos (conceitos não pertencentes ao escopo atual da teoria evolutiva). Eles constataram que estes aspectos são aceitos pela maioria dos estudantes como explicação para os processos evolutivos.

Na região sul do país, Pazza, Penteado e Kavalco (2009) compararam as concepções de evolução de alunos calouros das áreas das exatas, humanas e agronomia da Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná. Os dados obtidos nesta pesquisa mostram que, embora a maioria dos alunos aceite herança com alterações, eles não entendem como a evolução ocorre.

Trabalhos desenvolvidos com professores no Brasil, também mostram que suas concepções evolutivas não refletem as ideias científicas atualmente aceitas. Tidon e Lewotin (2004) examinaram o perfil de professores do ensino médio do Distrito Federal e dados sobre equívocos biológicos, deficiência curricular e material didático fornecido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. As informações analisadas foram recolhidas junto a professores que trabalham em várias regiões do país. Os autores supracitados, também contribuíram com propostas para melhoria do ensino de evolução biológica. Coimbra e Silva (2007) também analisaram as concepções de evolução biológica, de professores do ensino médio, do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Os resultados revelaram uma forte influência das crenças religiosas na postura dos professores dentro da sala de aula.

A partir da contextualização sobre o tema em estudo, o objetivo deste capítulo foi de identificar e analisar as concepções sobre evolução biológica de futuros professores de biologia, de dois momentos distintos de sua formação (primeiro ano da graduação e último ano da graduação em Ciências Biológicas), numa escola de Formação de Professores. É com base na Teoria Sintética da Evolução, como referencial cientificamente aceito, que analisei as concepções de evolução dos sujeitos desta pesquisa, por ser esta amplamente acolhida no meio acadêmico, e na teoria, também no meio escolar.

Os aspectos metodológicos, onde estes contemplam os sujeitos da pesquisa, a forma de coleta de dados e os mecanismos de avaliação foram expostos anteriormente. Vou me ater aqui a apresentação dos resultados produzidos neste estudo de caso

Gostaria de destacar que foi visando objetivamente, mensurar e comparar se existe ou não uma diferença no nível de assimilação referente aos conceitos da evolução biológica entre alunos de primeiro e último período, ou seja, averiguar se ao longo do caminho acadêmico há uma melhora nos índices de aceitação e compreensão acerca da Evolução, um questionário segmentado em três pilares básicos (também explicados anteriormente) foi aplicado com os sujeitos dos dois grupos de pesquisa.

Ao todo, quarenta alunos participaram respondendo o questionário. Porém, ao longo desta etapa, doze alunos pediram para não mais participar. Provavelmente esse fato ocorreu pela insegurança que os estudantes apresentavam ao dissertar sobre o tema com o seu respectivo professor e, consequentemente, provedor das notas semestrais. Acredito que isso provocou uma intimidação exagerada, que culminou na desistência deste número elevado de alunos. Automaticamente as informações produzidas por esses alunos foram descartadas. Portanto, o universo amostral trabalhado neste capítulo foi de 28 (vinte e oito alunos), 16 (dezesseis) de primeiro ano e 12 (doze) de último ano. O número menor de participantes no último ano não foi uma escolha do pesquisador e sim reflexo de uma menor disponibilidade dos alunos neste momento do curso somado à diminuição de cursistas no ultimo ano devido à evasão natural existente ao longo da caminhada acadêmica.

A partir do total de alunos participantes (N=28), 79% foram mulheres, com 36% (maior índice) de estudantes tendo idade entre 21 e 30 anos. Sobre a renda familiar do grupo investigado, 43% das famílias apresentam renda mensal entre um e três salários mínimos. Se somarmos os estudantes que informaram possuir renda abaixo de um salário mínimo, chegaremos aos impressionantes 50%, ou seja, metade dos estudantes apresentam famílias com renda mensal de até 3 salários mínimos, indicando ser um grupo com sensíveis restrições econômicas e, consequentemente, socioculturais. Sob os aspectos de renda familiar, a pesquisa chegou aos seguintes dados (apresentados no gráfico abaixo).

Logo após os dados referentes à renda familiar, seguem os dados extraídos dos questionários quanto a escolaridade dos pais dos estudantes. Dados interessantes para entendermos melhor o contexto social dos investigados.

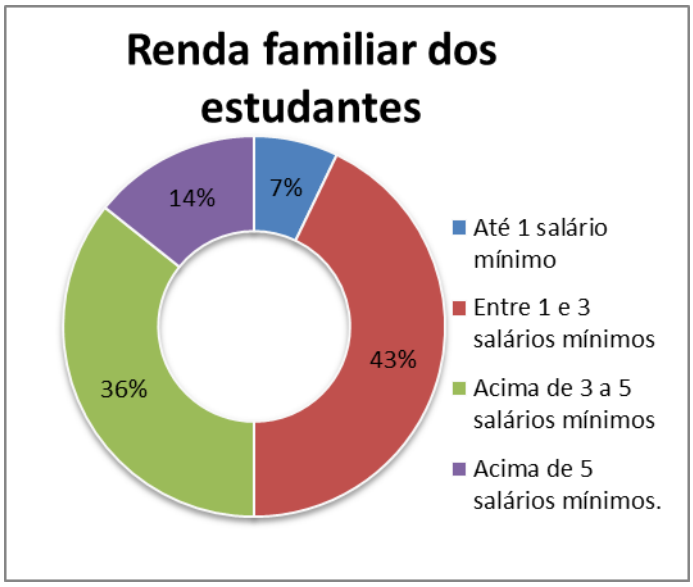

Gráfico 1: Renda familiar dos alunos participantes

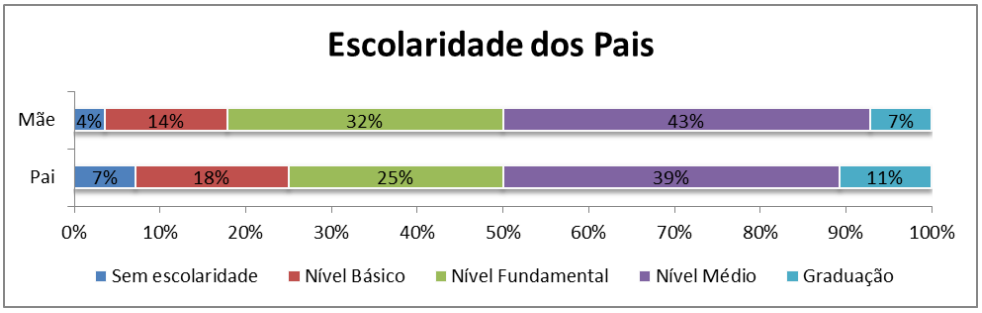

Gráfico 2: Escolaridade dos pais (mãe e pai separados) de todos os alunos entrevistados (grupos unidos: primeiro e último ano)

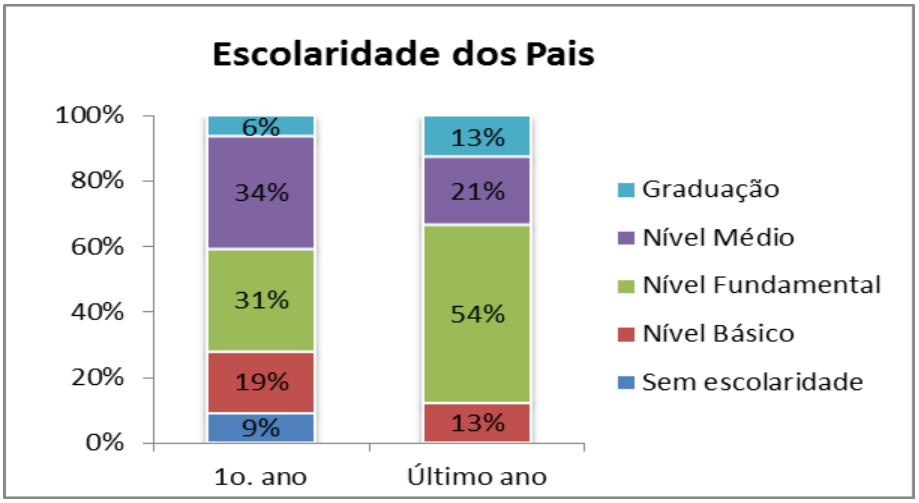

Gráfico 3: Escolaridade dos pais (mãe e pai juntos) comparando os dois grupos de pesquisa (primeiro e último ano)

Os dados referentes ao nível de escolaridade dos pais dos entrevistados apontam para uma curta formação escolar. Apenas 6% dos entrevistados do primeiro ano possuem pais com nível superior de ensino (informações de mães e pais juntos), 13% para alunos de último período e, nenhum possuindo pós-graduação. Em ambos os grupos mais da metade dos pais possuem apenas nível fundamental de formação.

A primeira parte do referido questionário também apresentava indagações a fim de conhecer as concepções religiosas dos referidos alunos participantes. Indagava se os mesmos possuíam religião ou não e se possuíam, qual doutrinação religiosa seria essa. Também nesta primeira parte, outras perguntas indagavam se a escolha da religião do entrevistado foi influenciada pela escolha dos pais (a pergunta foi fechada e apresentando três possibilidades de resposta: sim; não e não possuo religião) e qual era a frequência do referido aluno no espaço religioso em questão.

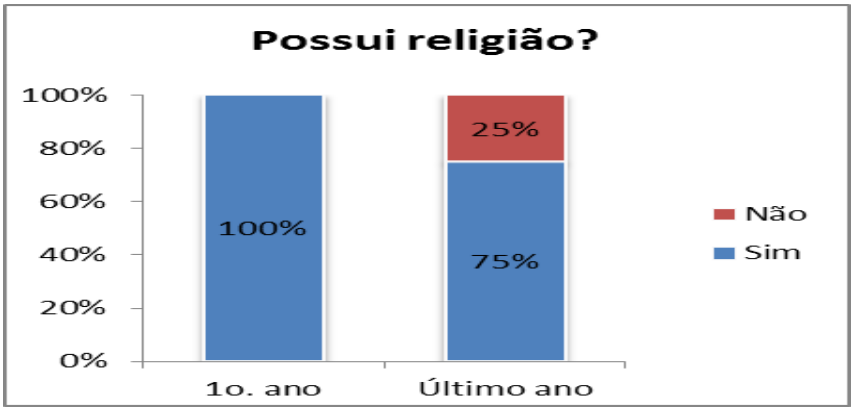

Gráfico 4: Orientação religiosa dos entrevistados

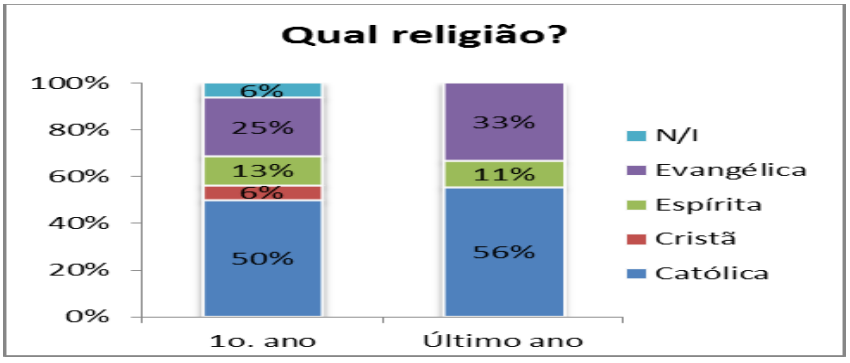

Gráfico 5: Doutrinação religiosa dos entrevistados

A grande maioria declara-se religiosa, visto que 100% dos entrevistados do primeiro ano afirmaram possuir religião, seguido de 75% dos entrevistados do último ano. Acerca da doutrinação religiosa, o cristianismo faz parte da formação religiosa da maioria, o que já era de se esperar no Brasil, tendo como maiores representantes o catolicismo e o protestantismo com 50% e 25% respectivamente para o primeiro grupo (primeiro ano do curso) e 56% 33% respectivamente para o segundo grupo (último ano do curso de ciências biológicas).

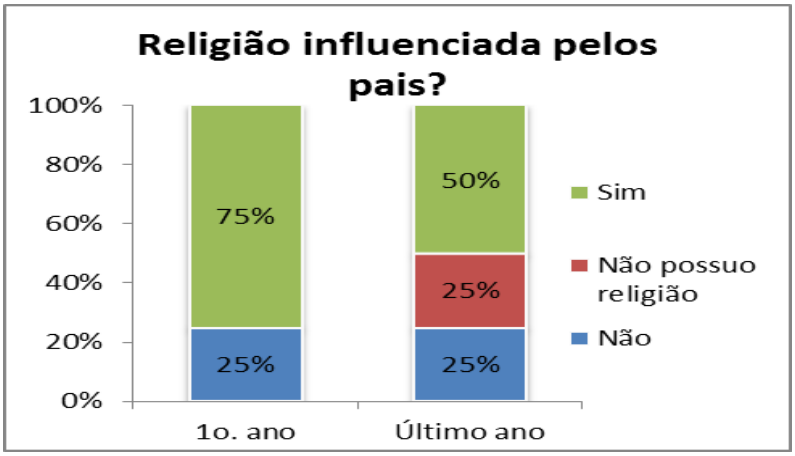

Gráfico 6: Doutrinação religiosa dos entrevistados e influencia dos pais

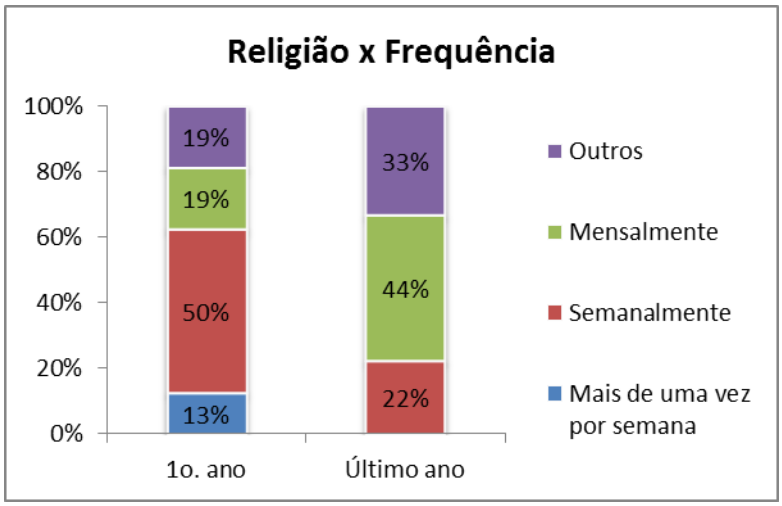

Gráfico 7: Frequência dos entrevistados nos seus respectivos espaços religiosos

A coleta de dados confirmou o que o pesquisador pressupunha, os pais exercendo enorme influencia nas doutrinações religiosas dos seus filhos, entretanto, foi surpreendente perceber que os mesmos estudantes apresentavam relativa assiduidade nos espaços religiosos, tendo, por exemplo, no grupo do primeiro ano 50% dos entrevistados frequentando semanalmente as igrejas, templos etc. e 22% do grupo de alunos do último ano tendo a mesma frequência semanal.

Gostaria de destacar a seguinte informação: o sistema de ensino do referido espaço onde este estudo de caso se desenvolveu (CEDERJ Polo de Volta Redonda/RJ) é semipresencial, não exigindo, por exemplo, frequência

semanal, mesmo apresentando atividades diárias. Provavelmente muitos destes estudantes apresentam, portanto, uma frequência maior nos espaços religiosos se comparado com a frequência nos espaços formais de educação. Provavelmente isto também reforce a influência nas suas concepções e pensamentos evolutivos dos seres vivos.

Absolutamente todos os alunos entrevistados afirmaram que a escolha profissional, ou seja, a opção de cursar ciências biológicas não foi uma escolha influenciada pelos valores religiosos, entretanto, após a entrada e o desenvolvimento do curso, alguns estudantes afirmaram que vivenciam um conflito entre as concepções religiosas e científicas aprendidas no curso de biologia. O gráfico 8 (abaixo) apresenta esses dados.

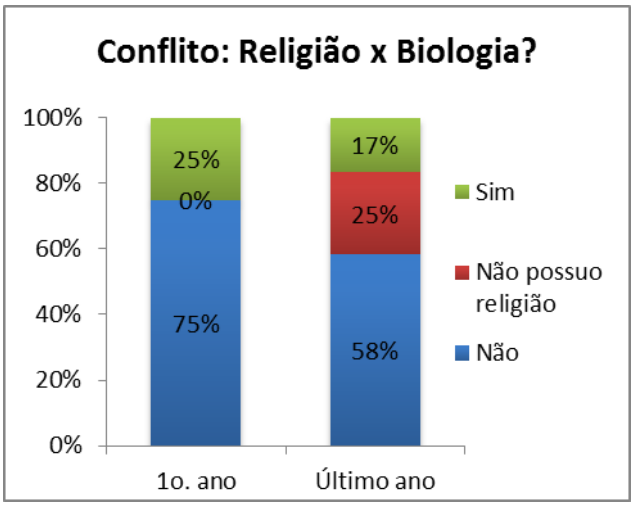

Gráfico 8: Dados referentes à pergunta oito do Questionário Parte I: Em algum momento houve conflito entre suas concepções religiosas e científicas aprendidas no curso de biologia?

Duas informações interessantes podem ser extraídas a partir do gráfico 8 apresentado. Ambas as turmas, de primeiro e último período, declaram não haver conflito entre suas concepções religiosas e as concepções científicas ligadas ao curso de Biologia. Podemos notar também que este índice diminui entre os estudantes do último período, provavelmente por já terem percorrido o longo caminho do curso de ciências biológicas. Outro aspecto que também pode estar influenciando essa afirmação, ou seja, a ausência de conflitos entre os valores religiosos e os conceitos aprendidos no curso de Ciências Biológicas é a imensa

complexidade e abrangência dos temas referentes às Ciências Biológicas. Acredito que nem todos os conteúdos ensinados e a forma como os mesmos são ensinados entram em discordância com as concepções religiosas dos estudantes. Anatomia, Citologia, Biofísica, Gestão ambiental etc. podem muito bem ser estudadas e não apresentarem conflitos com os dogmas religiosos e, consequentemente, influenciar nos relatos dos estudantes no momento do preenchimento desta parte do questionário. Outra informação interessante é que apenas estudantes do último período declararam não possuir religião. Algo que também pode ser reflexo do caminhar acadêmico. Porém, esses e outros dados e informações estão sendo estudados e analisados sob diferentes pontos de vista e, sem dúvidas, melhores trabalhados em etapas futuras.

Cabe lembrar que esta suposição deve ser relativizada uma vez que trata-se de dois grupos distintos em períodos de estudos também distintos. Tal afirmação seria confirmada se o mesmo grupo fosse observado nos diferentes períodos, ou seja, no primeiro e último ano.

Visto as informações pertinentes à primeira parte do questionário, serão apresentados a partir de agora os dados referentes à segunda parte do questionário, que tinha como principal objetivo averiguar o grau de compreensão dos conceitos essencialmente evolutivos que estão de acordo com os conhecimentos atuais referentes à teoria sintética da evolução. A segunda parte do questionário foi intitulada de “O entendimento dos conceitos evolutivos por futuros professores de Ciências e Biologia (Parte II)”. Constituído de quatro perguntas abertas, esta etapa do questionário procurou averiguar questões acerca exclusivamente dos conceitos evolutivos e a visão dos estudantes sobre o tema.

A primeira pergunta, “O que é evolução para você?” – procurou identificar ao longo das respostas dos estudantes as ideias e concepções em relação os mecanismos e características do processo evolutivo. A segunda pergunta, “Para você, como surgiram os seres vivos?” – teve como objetivo central, averiguar se as ideias, conceitos e explicações evolutivas na formação, surgimento e diversidade dos seres vivos estão presentes nas concepções dos estudantes e; somado a terceira pergunta, “E a espécie humana, em sua opinião, como surgiu?” - pergunta 3 – averiguar se os estudantes compreendem o surgimento e evolução

humana como mais uma fruto do resultado dos processos evolutivos naturais ou se os mesmo acreditam numa formação diferente (criacionista, por exemplo). Com a quarta questão – procurou identificar se os estudantes participantes reconhecem os mecanismos evolutivos propostos pelas diferentes teorias evolutivas. Todas as questões apresentadas aqui podem ser conferidas nos questionário em anexo.

Apresentarei, agora, separadamente, os dados e informações extraídas das questões citadas acima. As informações surgidas a partir de leitura das respostas referentes à questão 1 (um) foram categorizadas e elencadas na tabela abaixo (Tabela 1). Para viabilizar a categorização das respostas presentes no questionário, releituras foram feitas visando identificar expressões e ideias que remetem ao conhecimento do investigado acerca dos processos evolutivos. Os detalhes desta análise foram descritos no capítulo referente a Metodologia. Podemos observar os seguintes núcleos de sentidos (categorias) presentes no discurso dos estudantes participantes: (1) transformação e mudança; (2) Progresso/melhoria/aperfeiçoamento; (3) diretividade; (4) finalismo/propósito; (5) aumento de complexidade; (6) inovação/modernização.

É preciso salientar que, dentro do discurso encontrado nas referidas respostas, o aluno participante pôde ter percorrido sentidos diferentes na construção de suas ideias e conceitos referentes ao processo evolutivo, ou seja, podemos encontrar diferentes núcleos de sentidos, mesmo que alguns sejam quase que excludentes, nas diferentes respostas dos estudantes.

Para qualificar melhor tal diagnóstico inúmeras leituras foram feitas a fim de se estabelecer a tabela 1, a seguir. A resposta que em seu discurso apresentava possibilidade de ser encaixada em dois ou mais núcleos de sentidos foi contabilizada nos seus dois ou mais núcleos de sentidos e assim será apresentado.

Tabela 1: Categorias (núcleo de sentidos) que sintetizam as ideias e concepções de evolução biológica dos estudantes pesquisados

PERGUNTA – "O QUE É EVOLUÇÃO PARA VOCÊ?"			
CÓDIGO DA CATEGORIA	**CATEGORIA (NÚCLEOS DE SENTIDO)**	**EXEMPLOS DE TEXTOS ENCONTRADOS**	**TOTAL DE SURGIMENTOS NAS RESPOSTAS**
1	Transformação ou mudança	*"É o estudo das modificações dos organismos ao longo do tempo."*	14
2	Progresso, melhoria ou aperfeiçoamento.	*É o melhoramento da espécie ao longo do tempo."*	13
3	Diretividade	*"Fluxo de alterações que acontecem para a sobrevivência."*	8
4	Finalismo ou propósito	*"É a busca por uma melhor adaptação ao meio ambiente."*	7
5	Aumento de complexidade	*"A mudança que ocorreu nos seres vivos tornando-os mais adaptados. Desde seres unicelulares até o homem."*	5
6	Inovação e modernização	*"Surgimento de características novas nas espécies aumentando o sucesso das mesmas."*	3

O gráfico 9 (apresentado abaixo) apresenta os resultados referentes a diversidade de sentidos encontrados nas respostas dos alunos sobre Evolução. As diferentes categorias foram quantificadas para os diferentes grupos de pesquisa (alunos do primeiro e último ano) e foi construído visando elucidar melhor as informações, permitindo traçar um panorama dos estudantes participantes. Veja a seguir:

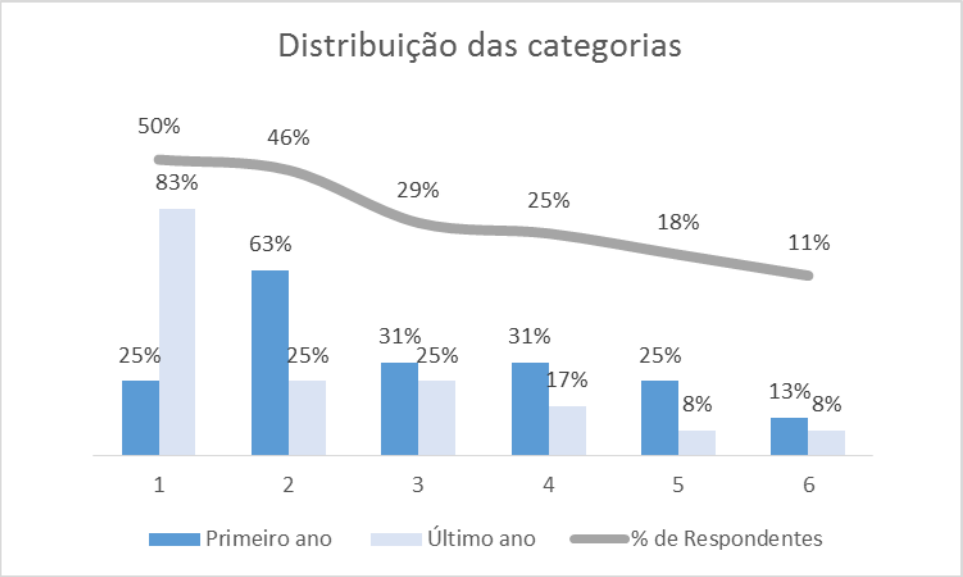

Gráfico 9: Distribuição dos núcleos de sentidos (categorias) encontradas nas respostas dos estudantes do primeiro e do último período

As categorias encontradas foram de um total de seis onde o código (1) foi para respostas que continham o sentido de transformação e mudança; (2) Progresso/melhoria/aperfeiçoamento; (3) diretividade; (4) finalismo/propósito; (5) aumento de complexidade; (6) inovação/modernização. O total de respondentes, e consequentemente o índice percentual calculado para o grupo do primeiro ano foi de 16 alunos e para o último ano de 12 alunos.

Interessantes informações podem ser extraídas a partir da análise do gráfico acima. De acordo com a Teoria Sintética da Evolução, base da ciência evolutiva contemporânea, a visão da evolução precisa ser exclusivamente transformista (categoria 1), não possuindo ideias ou sentidos referentes a todos os demais sentidos apresentados aqui, ou seja, as categorias, 2, 3, 4, 5 e 6 não deveriam ser expressadas em elucidações conceituais evolutivas, mas, não é exatamente o que observamos, visto que para ambos os grupos, primeiro e último ano, as categorias de 2, 3, 4, 5 e 6 aparecem nas respostas dos estudantes.

Entretanto, quando observamos as porcentagens de respostas que trouxeram com elas aspectos apenas de transformação ou mudança (categoria 1)

é notório o avanço de tal compreensão entre os grupos estudados (apenas 25% dos estudantes do primeiro ano descreveram que evolução é de forma essencialmente transformista contra 83% dos estudantes do último ano, o que demonstra de certa forma um nível mais adequado de compreensão da Evolução segundo a ciência contemporânea.

Nota-se que as concepções equivocadas (categorias 2 a 6) são sempre menores para os estudantes do último ano o que ratifica uma sensível adequação do discurso evolutivo aos conceitos atuais. Entretanto, gostaria de destacar que a considero elevados os índices da categoria dois, algo rotineiramente enfrentado ao longo do meu dia a dia na licenciatura. A visão de que o processo evolutivo transforma os organismos para sua melhora, para o seu progresso e/ou aperfeiçoamento, ainda se encontra enraizado nas ideias dos estudantes de uma forma geral.

A concepção evolutiva que adota um discurso de diretividade (categoria 3) e de finalismo ou propósito também aparecem muito nos relatos e elucidações dos estudantes. Talvez isso seja reflexo direto da visão de mundo de muitas pessoas, uma visão teológica, uma visão que busca motivos, sentidos e formas de responder, por exemplo, perguntas como "*de onde viemos?"* e/ou "*para onde vamos?".*

As duas últimas categorias (5 e 6) representando as concepções de *aumento de complexidade* e *inovação e modernização* foram as menos representativas nos discursos dos estudantes analisados. Geralmente elas apareciam associadas com algumas elucidações da evolução humana, apontando, por exemplo, como o homem sendo um ser complexo, melhor, mais adaptado, resultado de inúmeras inovações surgidas. Muitas destas respostas traziam com elas também a ideia da espécie humana ser o ápice do desenvolvimento evolutivo, como se algo fosse direcionado para o nosso surgimento e sucesso.

As informações extraídas das análises das respostas encontradas para a segunda pergunta - "Para você, como surgiram os seres vivos?" e terceira – "E a espécie humana? Em sua opinião, como surgiu?" serão apresentadas nas tabelas abaixo. O objetivo central destas questões foi averiguar se os discursos dos estudantes estão de acordo com o que preconiza a Teoria Sintética da Evolução,

onde os processos de mutação, recombinação, isolamento reprodutivo e seleção natural desempenham grande papel na formação e diversidade dos seres vivos ou se aproximam mais de explicações e concepções alternativas, como criacionismo por exemplo. Ao reler inúmeras vezes as respostas dadas pelos estudantes e de acordo com os sentidos encontrados nas respostas desenvolvidas, algumas categorias foram produzidas a fim de compreender melhor o grupo estudado e onde encontramos suas maiores dificuldades. Quatro categorias foram criadas: (1) para explicações que apresentavam corretas explicações de acordo com a Teoria Sintética da Evolução (TSE); (2) para respostas que continham explicações fundamentadas na TSE, entretanto, com alguns equívocos; (3) para explicações criacionistas e (4) para estudantes que não responderam e/ou para respostas não compreendidas pelo pesquisados.

Julgo pertinente essa abordagem separada entre formação dos seres vivos e a formação da espécie humana visto que desta forma conseguiria perceber vertentes criacionistas, pois ao longo da experiência profissional, pude perceber que alguns alunos até que respondiam bem sobre a formação e diversidade dos seres vivos, entretanto, quando indagados sobre a formação da espécie humana, suas concepções religiosas criacionistas afloravam e por esse motivo separei em duas perguntas distintas. Entretanto, a análise consistiu em: para serem enquadradas na categoria 1 – ambas as respostas deveriam estar de acordo com a TSE, categoria 2 – se surgissem problemas (equívocos) nas explicações com o que disserta a TSE, categoria 3 – para respostas com inclinações criacionistas em ambas as questões e categoria 4 – se não existisse respostas ou respostas incompreensíveis para também ambas as perguntas. Seguem os dados abaixo:

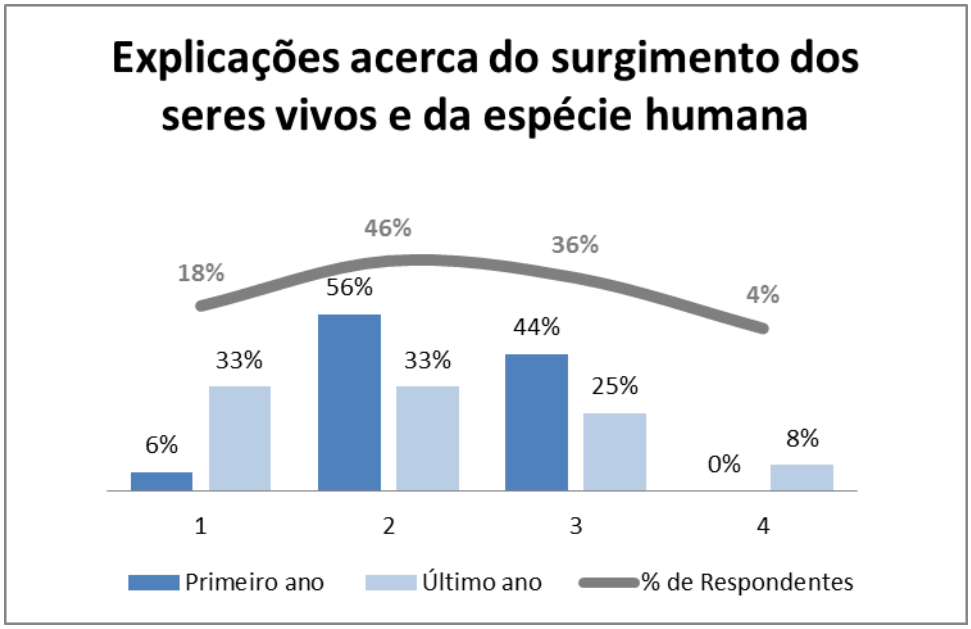

Gráfico 10: Distribuição das explicações (vertentes de sentidos) dos grupos investigados (estudantes do primeiro e último ano) de acordo com categorias observadas e elencadas

(1) para explicações que apresentavam corretas explicações de acordo com a Teoria Sintética da Evolução (TSE); (2) para respostas que continham explicações fundamentadas na TSE, entretanto, com alguns equívocos; (3) para explicações criacionistas e (4) para estudantes que não responderam e/ou para respostas não compreendidas pelo pesquisados. A linha cinza representa a média de respostas para cada categoria.

Pode-se perceber que as explicações criacionistas ainda estão muito presentes em ambos os grupos com um visível decréscimo para o grupo de estudantes do último ano do curso de Ciências Biológicas. As explicações cientificamente mais aceitas, ou seja, aquelas respostas onde não foram encontradas erros ou equívocos perante a TSE também aumentam do primeiro para o último ano do curso de ciências biológicas. Não foi identificado nenhuma explicação alternativa que fugisse ao que disserta o criacionismo, algo também relativamente comum e esperado. Apenas um estudante não quis responder esta questão, relatando isso no espaço destinado a mesma e tivemos um caso onde o estudante para a pergunta 2 procurou, mesmo que se equivocando, explicar o surgimento de seres vivos através de conceitos da TSE mas quando indagado sobre a origem da espécie humana, relatou acreditar *"ser fruto da criação a partir da imagem e semelhança divina"*.

A última questão aberta deste questionário, a pergunta quatro, foi a seguinte: "Leia a afirmação abaixo e responda a questão subsequente. "*Tudo começou há 245 milhões de anos com o Pareiassauro". Esse lagartão 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 acredita que possa haver algo que comprometa o aprendizado de evolução no texto acima? Por quê?

Tal questão procurou identificar se os estudantes participantes reconheciam os mecanismos evolutivos propostos pelas diferentes teorias evolutivas. Nesta questão, foi apresentada aos estudantes participantes uma situação de ensino que aborda uma explicação e consequente visão lamarckista acerca da evolução e foi questionado aos participantes se este exemplo (essa explicação) poderia comprometer o aprendizado do processo evolutivo, solicitando uma justificativa.

De acordo com as justificativas encontradas nas respostas dos estudantes participantes, categorias foram criadas para dar o panorama do grupo investigado. As categorias foram: (1) categoria satisfatória – respostas que mostraram o conhecimento dos estudantes acerca das teorias evolutivas, elucidando que o exemplo se tratava de uma visão lamarckista do processo evolutivo e que esta não atende a explicação do processo evolutivo aceito contemporaneamente; (2) categoria parcialmente satisfatória – relatos e respostas que identificavam o lamarckismo no exemplo apresentado, mas que nas suas justificativas, equívocos foram diagnosticados, como por exemplo, justificativas que apresentavam a evolução como processo de adaptação e sobrevivência; (3) categoria insatisfatória – para aquelas respostas que apresentavam total falta de conhecimento acerca das teorias evolutivas, como por exemplo, discursos finalistas e/ou criacionistas, para respostas incompreensíveis e para casos onde o estudante não respondeu ou não justificou sua resposta.

Veja abaixo a distribuição encontrada para os dois grupos de análise de acordo com as categorias elencadas e informadas anteriormente.

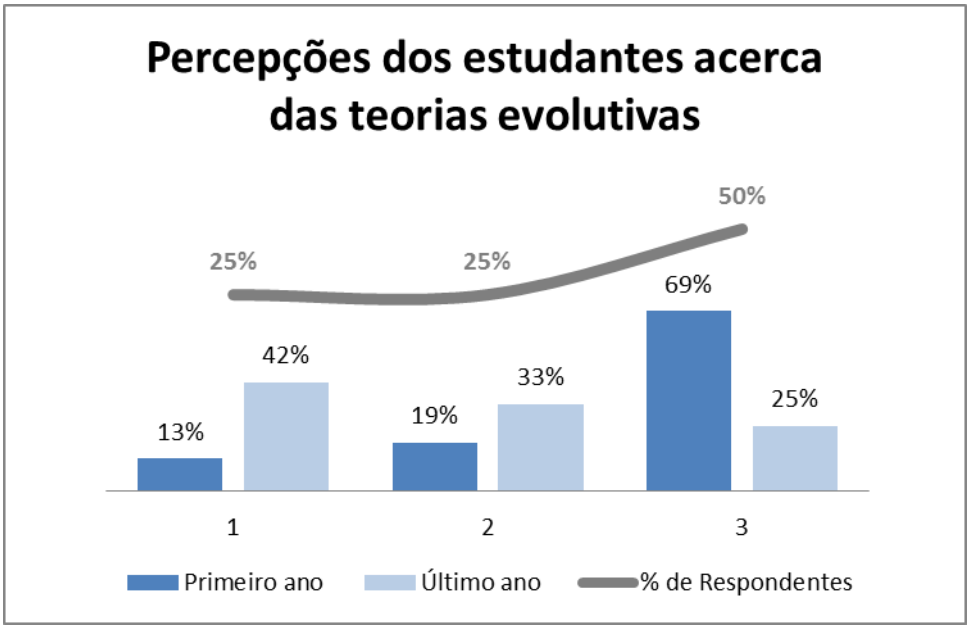

Gráfico 11: Distribuição das percepções dos estudantes acerca das teorias evolutivas de acordo com as seguintes categorias

(1) categoria satisfatória, (2) categoria parcialmente satisfatória e (3) categoria insatisfatória. A linha cinza representa a média de respostas para cada categoria.

Novamente nota-se que responderam de forma mais satisfatória as questões apresentadas os estudantes do último ano. A grande maioria dos estudantes do primeiro ano do Curso de Ciências Biológicas responderam de forma insatisfatória tais questões, como alguns mencionando recorrendo ao criacionismo, a um suposto propósito evolutivo, bem como não reconhecendo as vertentes lamarckistas no exemplo apresentado. Alguns estudantes não perceberam os equívocos apresentado nos exemplos afirmando que tal afirmativa encontrada na questão não apresentava conflito algum com as teorias evolutivas atuais, demonstrando despreparo no que diz respeito ao que se disserta sobre a teoria evolutiva atual. Um considerável número de respostas enquadradas na categoria dois, ou seja, discursos parcialmente satisfatórios apresentavam o sentido de pensamento de adaptação para sobrevivência, não relatando os processos aleatórios anteriores como mutação e seleção natural por exemplo.

O questionário apresentava uma terceira parte Intitulada *"O entendimento dos conceitos evolutivos por futuros professores de Ciências e Biológica (Parte III)*". Esta parte foi caracterizada por apresentar aos estudantes, num primeiro momento, uma relação de afirmações (sete no total) onde os mesmos tinham as

opções de marcar (V) para afirmações verdadeiras e (F) para as afirmações falsas.

As afirmações dois, três, seis e sete permitem uma análise dos conceitos evolutivos dos estudantes participantes e as afirmativas um, quatro e cinco remetem a compreensão das teorias evolutivas e sobre o que as mesmas preconizam.

O segundo momento foi intitulado *"Qual é o seu nível de aceitação perante as afirmações abaixo?"* e teve como objetivo diagnosticar o nível de aceitação/rejeição das explicações evolutivas para determinados assuntos, fenômenos e informações. Esta etapa trazia 10 afirmações, contendo as seguintes opções de respostas: 1 – discordo totalmente, 2 – discordo, 3- concordo e 4 - concordo plenamente. As informações e dados provenientes desta parte não serão apresentados nesta dissertação, tendo sido colocado nesta investigação para aproveitar a oportunidade da pesquisa com esse importante universo amostral para novas etapas da pesquisa, uma vez que tenho pretensões de dar continuidade deste estudo em um futuro doutorado.

A seguir apresento uma tabela que sintetiza os resultados encontrados para o primeiro momento da terceira parte do questionário, ou seja, os resultados obtidos através das sete afirmações que pediam a marcação de verdadeira ou falsa.

Tabela 2: Respostas dos estudantes (V ou F) do primeiro e do último ano do curso de ciências biológicas acerca das sete afirmações apresentadas. A última coluna informa qual opção de resposta é a mais adequada para cada afirmação apresentada.

	Verdadeiro / Falso	1o. ano		Último ano		Total		Respostas corretas
		V	F	V	F	V	F	
1	Para se comprovar que a evolução ocorreu e ainda ocorre, recorre-se a algumas evidencias, tais como o registro dos fósseis e as homologias anatômicas, fisiológicas e embriológicas.	93,8%	6,3%	100,0%	0,0%	96,4%	3,6%	V
2	A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.	81,3%	18,8%	50,0%	50,0%	67,9%	32,1%	F
3	Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.	100,0%	0,0%	50,0%	50,0%	78,6%	21,4%	F
4	De acordo com Lamarck, a girafa evoluiu de ancestrais de pescoço curto, o qual se desenvolveu gradativamente pelo esforço do animal para alcançar as folhas das árvores mais altas.	87,5%	12,5%	83,3%	16,7%	85,7%	14,3%	V
5	A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as ideias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética.	93,8%	6,3%	91,7%	8,3%	92,9%	7,1%	V
6	A unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar em evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie.	81,3%	18,8%	66,7%	33,3%	75,0%	25,0%	F
7	De acordo com Darwin os antibióticos levam à formação de bactérias resistentes	62,5%	37,5%	50,0%	50,0%	57,1%	42,9%	F

Analisando a tabela 2 com mais atenção, percebemos que, percentualmente, o grupo formado por alunos do último ano do curso apresentou um melhor aproveitamento nas questões apresentadas (as opções consideradas corretas para cada afirmação constam na tabela apresentada), tendo um índice maior nas afirmativas, um, dois, três, seis e sete.

Apenas nas afirmativas quatro e cinco, os índices percentuais da turma do primeiro ano superam os valores obtidos para a turma de último ano, entretanto destaco que estas diferenças não foram tão significantes assim, visto que para a afirmativa quatro, a turma de primeiro ano assinalou Verdadeiro (opção correta) para 87,5% contra 83,3% dos estudantes do último ano e para a afirmativa cinco, a turma do primeiro ano assinalou verdadeiro em 93,8% dos casos contra 91,7% dos casos para a turma do último ano.

Destaco que se considerarmos apenas as afirmações construídas que objetivaram apenas compreender a concepção dos estudantes no que se refere aos conceitos evolutivos, ou seja, as questões dois, três, seis e sete, o aproveitamento dos estudantes do último ano foi superior ao rendimento dos estudantes do último ano, o que pode apontar para um avanço na compreensão dos conceitos evolutivos ao longo do curso.

As questões um, quatro e cinco, ou seja, as afirmações que passam por analises das teorias evolutivas, o aproveitamento da turma do ultimo ano não aponta para avanços na compreensão desta temática, se apenas compararmos entre os dois grupos estudados, embora os índices das opções consideradas corretas sejam sempre maiores.

Nas questões dois e três, o aproveitamento das turmas do primeiro ano corrobora com as informações da parte dois do questionário e apresentadas anteriormente, ou seja, uma visão distorcida do processo evolutivo segundo a TSE, uma vez que 81,3% dos estudantes consideram verdadeira a afirmação de que *"Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.",* ou seja, defendem a ideia da adaptação para a melhora, a busca pela sofisticação e aperfeiçoamento e se somarmos com a informação de que 100% consideram verdadeiro que a *"A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.",* percebemos novamente um equivoco da visão do processo evolutivo, visto que temos exemplos de que o

ganho de complexidade não é uma regra do processo. Talvez essa visão seja reflexo daquela ideia de que somos o ápice evolutivo, a imagem e semelhança divina etc. e justamente por sermos mais complexos, chega-se a conclusão de que o caminho evolutivo é sempre do ganho de caraterísticas e aumento de complexidades.

Foi pensando em colaborar com possíveis avanços na compreensão e assimilação dos conceitos, teorias evolutivas e relação de ensino e aprendizagem deste tema, que resolvemos apresentar um produto didático diferente. Um produto didático que subsidiasse atuais e futuros professores para o ensino de tudo que cerca a teoria evolutiva. Apresento as informações acerca do produto didático no capítulo subsequente.

CAPÍTULO 4: SEM EVIDÊNCIAS NÃO HÁ "CRENÇAS": O MATERIAL DIDÁTICO PROPOSTO.

Notório após as leituras bibliográficas, análises de alguns livros didáticos, discussões dos dados das informações obtidas e, principalmente, pela experiência vivida em sala de aula que lecionar não é uma das tarefas mais fáceis quando diz respeito à evolução. A partir dos inúmeros problemas apontados e discutidos nos capítulos anteriores, acredito que todo e qualquer esforço que objetive contribuir diminuindo esses percalços são absolutamente bem vindos, e pensando nesta linha que surgiu a ideia do desenvolvimento do produto didático que será apresentado a seguir.

Além de contribuir com o aprimoramento dos conhecimentos, com as minhas atividades e experiências docentes, busca-se também, com o desenvolvimento deste produto, a elaboração de um material didático que auxilie nas práticas docentes de professores sobre o tema pesquisado, a partir da produção de um guia prático de disciplina e sequências didáticas que abordem, principalmente, as evidências evolutivas encontradas no cenário contemporâneo e indicadas como presenças obrigatórias nos livros didáticos pelos PCN`s. O título deste capítulo, de certa forma irônica, reforça a ideia de se formar estudantes "crentes" na teoria evolutiva, e, portanto, acredito que apresentar de forma mais detalhada e contextualizada as evidências científicas do processo evolutivo, torna esse objetivo mais próximo de ser alcançado e por isso esse eixo temático ganha destaque no produto didático.

Neste contexto, a internet pode realizar um papel fundamental para o alcance dos objetivos apontados, visto a velocidade e quantidade de conteúdos ofertados nela. Atualmente, a rede mundial de computadores congrega mais de 1,5 bilhões de computadores. Pereira (2009) afirma que:

> [...] as tecnologias estão provocando profundas mudanças em todas as dimensões da nossa vida. Elas vêm colaborando, sem dúvida, para modificar o mundo. É possível criar usos diferenciados para as tecnologias. Nisso está o seu encantamento, o seu poder de sedução, e o seu diferencial em sala de aula, uma vez que muitos alunos já têm contato com computadores e com a Internet fora da escola (MORAN, 1995 *apud* PEREIRA, 2009, p. 04).

Visto esse enorme poder de alcance e interação, o veículo explorado neste produto didático é a internet e a ferramenta utilizada escolhida foi um blog.

Porque da escolha de se utilizar o blog como produto didático? Primeiramente pelo seu alto poder de alcance. Hospedado na internet, qualquer professor ou aluno tem possibilidade de acesso a tal recurso didático. E melhor: tem condições de interagir, dialogar, aperfeiçoar e contribuir para o aprimoramento do material, tornando-os sujeitos ativos na construção do recurso didático e, consequentemente, do conhecimento. Soma-se a esse fato, outro importante aspecto: os sujeitos da pesquisa empírica, ou seja, os estudantes que foram investigados no estudo de caso são graduandos de um sistema de ensino semipresencial, ou seja, um produto didático neste formato (webblog) possibilita a utilização destes estudantes em diferentes momentos e espaços, respeitando e fazendo justiça as suas contribuições para o desenvolvimento desta dissertação.

Komesu (2004) afirma que:

> No Brasil, estimativa divulgada pela grande imprensa em agosto de 2002 apontava para a cifra de 170.000 escreventes de blogs, considerando-se apenas os usuários que têm seus arquivos hospedados em dois sites brasileiros que oferecem o serviço (Oliveira, 2002). Em entrevista veiculada pela Internet, Willians, um dos criadores do Blogger, afirmou que a cada dia há a inscrição média de dois mil novos usuários (Cashel, 2002). No mundo todo, acredita-se que já exista um milhão de escreventes de blogs.

Atualmente, o blog é uma forma de publicação na web de fácil acesso e que oferece opções de se trabalhar o conteúdo proposto, mas também a autonomia, o respeito pela opinião do outro, o trabalho em equipe, construção coletiva do conhecimento, a inclusão dos diferentes atores participantes de um processo educativo através de características e ferramentas flexíveis, como por exemplo, publicações de textos, comentários, inserção de hiperlinks, vídeos, imagens, comentários e opiniões pessoais etc.,

A utilização dos blogs também favorece, provavelmente, a formação de educadores mais reflexivos e críticos em relação aos assuntos e notícias lidas e estudadas, uma vez que a rede digital apresenta um volume e uma rapidez de geração de conteúdos impressionantes, além de possibilitar a integração com outros educadores, educandos, autores etc.

Leite e Carneiro (2009) afirmam que a utilização de blogs como ferramentas pedagógicas podem ser organizadas em duas categorias: Como recurso pedagógico, e como estratégia educativa. Enquanto recurso pedagógico

os blogs podem ser utilizados como um espaço de acesso à informação especializada e como espaço de disponibilização de informação por parte do professor. Na perspectiva de estratégia educativa os blogs podem servir como um portfólio digital, como espaço de intercâmbio e colaboração, como um espaço de debate (role playing), e ainda, como um espaço de integração. .

Entretanto, Maia e colaboradores (2007) realizaram um levantamento do uso dos blogs na área de ensino de ciências, apontando para a pouca utilização destes espaços por professores de ciências a suas práticas educativas. Os autores afirmam que

> [...] nas buscas realizadas no *Blog blogs*, foram localizados, em um universo de 85 mil *blogs,* o total de 77 relacionados às disciplinas de Biologia, Física e Química. [...] Pode-se observar que, levando em consideração o universo de mais 85 mil *blogs* que existem no *Blog Blogs*, o número na Área de Ensino de Ciências é ainda pouco expressivo. Conclui-se, também, que a maioria deles serve como repositórios de informação, enquanto poucos servem de espaço para realização de atividades educativas (MAIA *et. al*, 2007, p.06).

Considerando as informações apresentadas, o objetivo ao se desenvolver o blog *"Pura Evolução*", endereçado em http://evolucaopura.blogspot.com.br, como produto didático do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PROPEC – Nilópolis/RJ.), foi o de construir uma plataforma que atendesse as duas categorias pedagógicas apontadas por Leite e Carneiro (2009), ou seja, que funcionasse como recurso pedagógico e como estratégia educativa.

Recurso pedagógico porque ali professores de ciências e biologia ou de áreas temáticas afins podem extrair informações especializadas acerca da teoria evolutiva, visto que o referido blog disponibiliza um guia básico de disciplina, ou seja, o blog oferta um guia onde o professor poderá consultar para construir suas próprias aulas, uma ementa básica para disciplinas tendo como eixo temático central a evolução biológica, vídeos, textos complementares e referências bibliográficas básicas, bem como informações específicas de como se trabalhar as evidencias evolutivas nas salas de aula.

O blog *"Pura Evolução"* também se enquadra na categoria estratégia educativa, visto que o mesmo funciona como espaço de intercâmbio, colaboração e integração entre mim e meus alunos e entre mim e todos os professores interessados em compartilhar experiências na relação ensino-aprendizagem

acerca da evolução biológica. Procurei ter o cuidado de construir um espaço que tenha vida própria, ou seja, que esteja de certa forma, desvinculado do texto da dissertação. Não quero que as experiências compartilhadas e, consequentemente o sucesso do blog como produto didático, esteja vinculado com a leitura obrigatória da dissertação. Acredito que essa será uma característica importante para que o mesmo tenha uma vida longa e que atinja seus objetivos principais

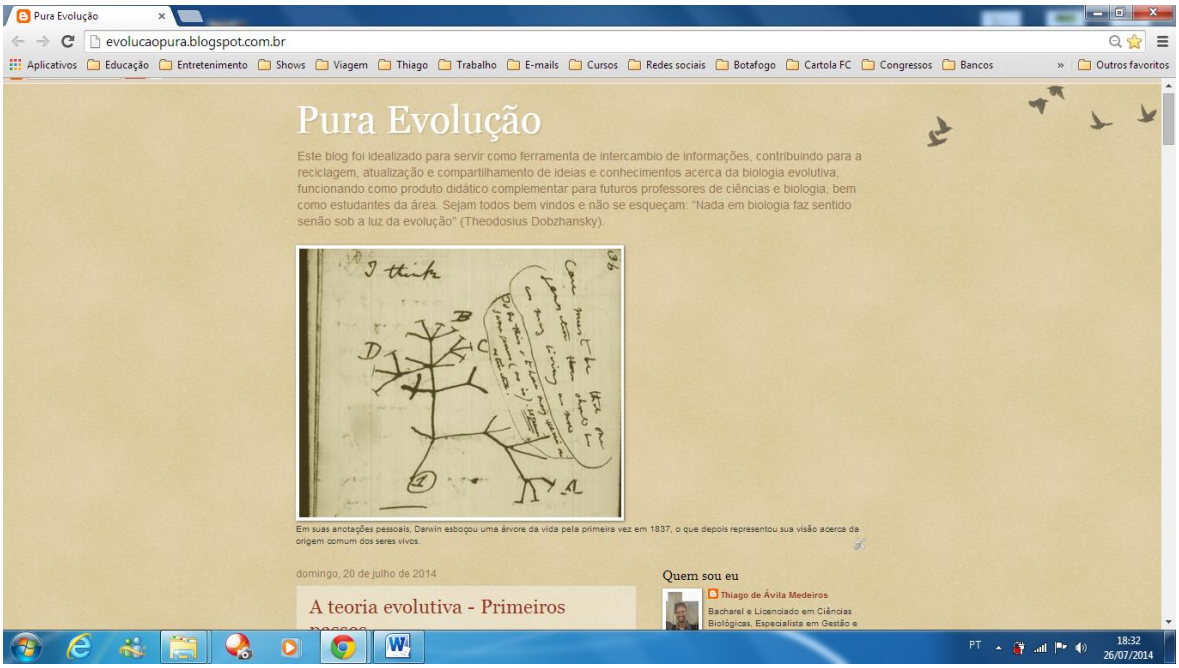

Figura 1: layout inicial do blog contendo uma breve explicação do porque da idealização do mesmo, ou seja, dos seus principais objetivos.

Figura 2: layout do blog com a primeira postagem apresentando o mesmo como produto didático da dissertação em questão, fornecendo as principais informações: o programa em que o produto didático e, consequentemente, a dissertação está vinculado, o autor da dissertação e do blog, bem como a sua orientadora.

A sequência didática apresentada no blog foi idealizada para ajudar professores na elaboração de toda e qualquer aula que tenha a evolução biológica e seus conceitos como tema central, possuindo os seguintes conteúdos centrais inseridos na construção de um modelo de disciplina: Histórico da teoria evolutiva, introdução à obra de Darwin e a teoria sintética da evolução; Apresentação dos tratados sobre a origem da vida; As evidências da evolução; Os mecanismos geradores de diversidade (mutação, recombinação e a variabilidade genética); Mecanismos evolutivos (seleção natural e deriva gênica); Mecanismos evolutivos (migração e fluxo gênico); História da diversidade biológica (o conceito de espécie e os processos de especiação); O processo evolutivo e as interações entre as espécies (adaptação, mimetismo, parasitismo e coevolução); Sistemática filogenética e; Evolução dos metazoários e evolução humana. A ideia é de que um modelo de plano de aula seja disponibilizado para cada conteúdo sugerido, à medida que o autor e idealizador do blog venha a trabalhar com tais conteúdos.

Após a disponibilização deste modelo básico de sequência didática, postagens exclusivas acerca das evidencias evolutivas foram apresentadas e o motivo deste destaque já foi esclarecido em momentos anteriores. Algumas evidências foram escolhidas para as primeiras postagens, devido as suas relevâncias e importância para a compreensão, destacando, portanto, o registro fóssil, a filogenia, as evidências celulares, as estruturas vestigiais, a biogeografia, a herança comum do inútil e, por fim, a seleção artificial.

Acredito que com a produção e utilização deste produto didático, todo e qualquer professor que precisar consultar um material didático complementar para a produção de suas aulas, desde classes de ensino fundamental até classes do ensino superior, encontrará no referido blog importantes subsídios. Soma-se a isso a possibilidade de estudantes de diferentes níveis de ensino também possuírem acesso aos materiais disponibilizados no blog, contribuindo para o

aprimoramento da relação ensino-aprendizagem da evolução biológica, tornando-se sujeitos ativos na construção do próprio conhecimento.

Para finalizar, destaco o papel principal deste produto didático, bem como desta dissertação, auxiliar, reciclar e aprimorar meus conhecimentos, minha didática e minhas experiências pedagógicas e, se analisar perante este aspecto, tal produto já atingiu seu objetivo. Hoje, após o desenvolvimento do blog como produto didático e desta dissertação, me considero mais capacitado em lecionar acerca da Evolução Biológica. Entretanto, acredito que se tal desenvolvimento contribuiu para minhas atividades e experiências profissionais, acredito que o referido blog também poderá colaborar no ensino de ciências e nas experiências de outros professores e alunos.

CONSIDERAÇOES FINAIS

Ao iniciar o desenvolvimento desta dissertação, alimentava comigo a esperança de contribuir para uma melhor compreensão da teoria evolutiva, dos seus conceitos e pressupostos, mas principalmente, em compreender de forma mais sistematizada e holística os motivos das dificuldades encontradas ao longo das minhas experiências profissionais em lecionar sobre a temática.

Somado aos objetivos apontados anteriormente, tinha o desejo de contribuir para o avanço da compreensão destas dificuldades, produzindo uma dissertação que apresentasse interessantes informações para a comunidade científica e para todos os atores interessados na temática do ensino da evolução. Acredito que alguns passos foram dados para o alcance destes objetivos, visto que chego ao fim desta etapa profissional mais informado e, consequentemente, mais preparado para enfrentar velhas e novas barreiras no ensino da biologia evolutiva.

A despeito das dificuldades e limitações encontradas no decorrer da pesquisa, destaco aquela relacionada à revisão bibliográfica para a elaboração do capítulo referente à construção histórica da teoria evolutiva e ao capítulo do estudo de caso com estudantes universitários e futuros professores de ciências e biologia.

Para o primeiro caso, a dificuldade foi o volume imenso de informações e referências bibliográficas, o que aumentou ainda mais a minha responsabilidade de se produzir um texto que apresentasse as mais importantes contribuições da ciência para a construção atual da teoria evolutiva, mas que ao mesmo tempo, fosse sintético e objetivo, ou seja, um texto que fosse capaz de mergulhar o leitor na temática evolutiva, sem esgotá-lo, para após esse momento explorar as questões referentes ao ensino-aprendizagem na temática e ao estudo de caso presente na dissertação.

Sobre o capítulo do estudo de caso, as principais dificuldades encontradas se concentraram na leitura e sistematização do volume grande de dados gerados a partir da aplicação e leitura dos questionários. Entretanto, saliento que enxergo nesta dificuldade uma potencialidade e um novo desafio, ou seja, dar

continuidade aos questionamentos e investigações em futuras pesquisas e etapas profissionais, o que me traz uma satisfação enorme.

A partir de revisões bibliográficas de pesquisas que versam sobre o tema ensino de evolução biológica, conclui-se a importância dos conceitos biológicos estarem amparados na evolução dos seres vivos. Entretanto, percebo a partir destas leituras e das experiências profissionais, que há uma fragmentação desse ensino de Biologia, que apresenta uma abordagem compartimentalizada dos conteúdos e a não utilização da evolução biológica como um eixo unificador do ensino. Em relação aos conteúdos históricos da construção do conhecimento sobre a evolução dos seres vivos, algumas pesquisas (CHAVES, 1993; CICILLINI, 1997) apontaram uma visão pontual da ciência, no qual a evolução é trabalhada como um produto acabado e estático.

Também a partir de leituras prévias, revisões bibliográficas e práticas pedagógicas, fica evidente o fato dos alunos aceitarem com mais facilidade a teoria da evolução para as demais espécies biológicas, entretanto, ainda existe muita resistência para a aceitação, ou até mesmo rejeição da evolução para a espécie humana. Muitos fatores contribuem para esse fato. A visão antropocêntrica do mundo é uma delas e este acaba sendo um dos grandes desafios para o professor, ou seja, desconstruir a visão de homem superior e mostrar, que o mesmo se encontra incluído no meio natural e sofre, como todos os outros organismos, as influências desse meio.

Notadamente precisamos criar mecanismos que ajudem a melhorar a relação ensino-aprendizagem no que tange os conceitos evolutivos. As evidências evolutivas, produzidas com os avanços científicos precisam ser apresentadas aos estudantes, sejam eles do ensino fundamental, médio ou superior. Para que isso ocorra os professores devem ser formados atentos a este fato.

As crenças e pressupostos religiosos devem ser respeitados nas relações de ensino, porém, não podem substituir no espaço acadêmico as explicações científicas sobre a origem e diversificação das espécies. Para tanto, seria interessante trabalhar com a ideia de que é possível encontrarmos várias explicações para um mesmo fenômeno e que a Teoria da Evolução refere-se à

lógica do pensamento científico e, portanto, não concorre com a religiosa a partir deste ponto de vista.

É necessário encarar o ceticismo quanto à evolução como um problema conjuntural e como todo problema desta magnitude precisa ser minuciosamente analisado e confrontado para obtenção de respostas mais satisfatórias e, consequentemente, ferramentas e subsídios mais eficientes para a compreensão e aceitação da teoria evolutiva nas diferentes esferas da sociedade.

E, para efeito de conclusão, sugere-se uma maior utilização de textos diversos que complementem os livros didáticos para que seja possível a promoção da alfabetização científica em relação ao tema da evolução, só assim diminuiremos as barreiras que limitam a compreensão da teoria da evolução, tão central e integradora para a ciência biológica. Neste sentido, o produto didático ofertado junto à dissertação buscou ser construído para auxiliar nestas praticas docentes, e se tratando de um blog, inúmeros estudantes e professores poderão ter acesso as informações nele contidas, a partir de diferentes momentos e espaços, não reduzindo, portanto, sua utilização ao muros da sala de aula.

Não poderia deixar de concluir essa dissertação, sem mencionar a enorme satisfação e desejo de continuidade que esta pesquisa me proporcionou. O tema é instigante, os questionamentos são imensos, as dificuldades encontradas na sala de aula com o tema proposto são das mais variadas esferas, entretanto, o desejo de se conhecer cada vez mais sobre supera toda e qualquer angustia gerada ao longo desta jornada.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, P.; ALMEIDA, F.P.L. Criacionismo e darwinismo confrontam-se nos tribunais: da razão e do direito. **Episteme**, vol.11(24), pp.357-402, 2006.

ALMEIDA, A. V.; DA ROCHA FALCÃO, J. T. 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

ALMEIDA, A. V. **A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da Biologia evolutiva**. 2007. 278f. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

ANDERSON D. L., FISHER k. m., NORMAN G. J. Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. **Jornal of Research in Science Teaching**, Maryland, USA, v.39, n.10, 952-978, 2002.

ARROYO, M. G. **A função social do ensino de ciências**. Brasília: Em Aberto, ano 7, no 40,1989.

AYALA, F.J. **La evolucion em accion: Teoría y processos de la evolución orgánica**. Madrid: Alambra, 1983, p.412.

AXT, R.; BRÜCKMANN. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física,** v. 2, p. 128-142, 1996.

BACHELARD, GASTON. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 314 p.

BISHOP B.A; ANDERSON C.W. Students conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching** 1990; 27(5): 415-27.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo.** 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____, N. M. V. A América e o homem darwiniano: por que o "Origin of Species" passou ao largo? **Revista da Faculdade de Educação**. São Paulo: USP, v.19, n.2, p. 231-244, 1993.

_____, N. M. V. From Down House Landlord to Brazilian Highschool Students: What has happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching** 31: 537-556, 1994.

_____, N. M. V. **Eugênia: quando a biologia faz falta ao cidadão.** Caderno de Pesquisa, São Paulo, n. 92, p. 38 – 52, fev. 1995.

_____, N. M. V. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Editora Ática, 2000. (série Palavra de Professor). 144p.

_____, N.M. V. Darwin in the Andes. **Journal of Biological Education** 40(2): 68-73, 2006.

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

BOWLER, P. **Evolution: the history of an ideia**. Los Angeles: university of California press, 1993.

BOWLBY, John. **Charles Darwin: A New Biography**. Pimlico. Londres: Pimlico, 1991.

BRANCO, S. L. **Evolução das espécies: o pensamento científico, religioso e filosófico**. 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL. MEC. Parecer CNE/CES 1.301, de 04 de dezembro de 2001. **Dispõe sobre Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 dez. 2001. Seção1,p.25.

BRUMBY M.N. Misconceptions about the Concept of Natural Selection by Medical Biology Students. **Science Education** 1984; 68(4): 493-503.

BURNIE, D. **Evolução**. Coleção Mais Ciência. Publifolha Editora, 72p., 2008.

CARNEIRO, ANA PAULA NETTO. **A Evolução Biológica aos olhos de professores não-licenciados.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

CARVALHO, I. S. (ed.). **Paleontologia**. 2ª ed., Interciência, Rio de Janeiro, v.1, 8 61p., v.2, 261p., 2004.

CHAMBERS, R. **Vestiges of the natural history of criation and other evolutionary writtings.** London: The University of Chicago Press, 1845.

CHAVES, Silvia Nogueira. **Evolução de Idéias e Idéias de Evolução: A evolução dos Seres Vivos na Ótica de Aluno e Professor de Biologia do Ensino Secundário**. 117f. Dissertação de (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

CHEVALLARD, Y. **La tranposition didactique**. Grenoble: La Pensée Sauvage, p.155, 1985.

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

_____, Graça Aparecida. **A Produção do Conhecimento Biológico no Contexto da Cultura Escolar do Ensino Médio:** A Teoria da Evolução como Exemplo. (Tese Doutorado em Educação). 283f. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1997.

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

COSTA, L.O. **Análise da concepção dos alunos de terceiro ano do Ensino Médio, sobre a origem das espécies em relação aos seus backgrounds**

culturais. Monografia (Especialização / lato-sensu em Ensino de Ciências e Biologia) Instituto de Bioquímica Médica / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

DARWIN, C. **Origem das espécies e a seleção natural**. Trad. Eduardo Nunes Fonseca. Curitiba: Hemus, 2000. 471p.

_____, C. **A origem das espécies: esboço de 1842.** Trad. Mário Fondelli. Rio de Janeiro: Newton Compton Brasil, 1992. (Clássicos Econômicos Newton, v. 9). 92p.

_____, C. **A Expressão das emoções no homem e nos animais**. Trad. Leon de Souza Lobo Garcia. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 376p.

_____, C. **A origem do homem e a seleção sexual**. Trad. Attilio Cancian e Eduardo Nunes Fonseca. São Paulo: Hemus, 1974. 712p.

_____, C. **Autobiografía.** Trad. Aaron Cohen. Madrid: Alianza Editorial, 1993. 93p.

_____, C. O **Beagle na América do Sul**. Trad. Lia Vasconcelos. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura). 72p.

_____, C. **As cartas de Charles Darwin: uma seleta, 1825-1859**. Editada por Frederick Burkhard; prefácio Dawkins, R. A escalada do monte improvável – uma defesa da teoria da evolução. Companhia das Letras, 1998.

DAWKINS, R. **O gene egoísta**. Ed. Itatiaia – col. O Homem e A Ciência, 2001 a.

DAWKINS, R. **O relojoeiro cego – a teoria da evolução contra o desígnio divino**. Companhia das Letras, 2001b.

DESMOND, A.; MOORE, J. **Darwin: a vida de um evolucionista atormentado**. Tradução de Cynthia Azevedo. São Paulo, Geração Editorial, 672 p., 2000.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **American Biology Teacher**, vol. 35(1), pp. 125-129, 1973.

DONNELLY, L. A; KAZEMPOUR, M., AMIRSHOKOOHI, A. High Scholl student`s Perceptions of evolution instruction; Acceptance and evolution learning experiences. **Research Science Education**, v.39, n.5, p.643-660, 2008.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.** Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Campinas, SP: UNICAMP: 1993.

FRACALANZA, H. O ensino de Ciências no Brasil. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006a. p. 126-152.

_____. Livro didático de Ciências: novas ou velhas perspectivas. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006b. p. 174-195.

FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 262p

FREIRE-MAIA, N. **Teoria da evolução: de Darwin a teoria sintética**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1998.

FUTUYMA, D. J. Evolução, ciência e sociedade. 1. ed. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Genética**, Brasília: Distrito Federal, 2002.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. FUNPEC Editora, São Paulo, 3ªª ed., 830p., 2009.

GOULD, S.J. **Darwin e os Grandes Enigmas da Vida**. 2ª ed. Ed. Martin Fontes, 1992.

GOULD, S. J., Ernest Mayr and the centrality of species. **Evolution**, v.48, n.1, p.31-35, 1994. Ever since Darwin. London: Penguin Books, 1977.

_____, S. J. **Darwin e os grandes enigmas da vida**. Trad. Maria Elizabeth Martinez. São Paulo: Martins Fontes, 1999. (Ciência Aberta). 274p.

HARTL, D.L. **Princípios da Genética de População**. 3ª ed. FUNPEC Editora, 2008.

HELLMAN, H. **Grandes debates da ciência**. São Paulo: Editora Unesp, 1999.

HOKAYEM, H.; BOUJAOUDE, S. College students perceptions of the theory of evolution. **Jornal of Research in Science Teaching**, Maryland, USA, v.45, n.4, p. 395-419, 2008.

HORVITZ, L. A. **Eureca: Descobertas científicas que revolucionaram o mundo**. Rio de Janeiro: Difel, 2003. 224 p.

JABLONKA, E.; LAMB, M.J. **Evolução em Quatro Dimensões**: Dna, Comportamento e a História da Vida. Companhia das Letras, 520p., 2010.

KOMESU, Fabiana Cristina. Blogs e práticas de escrita sobre si na Internet In: MARCUSCHI, Luiz Antonio & Xavier, Antônio Carlos (orgs.). **Hipertexto e gêneros digitais: novas formas de construção do sentido**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2004.

LARGENT, M. A. The so-called eclipse of Darwinism. In: Cain, J.; Ruse, M. (Ed.). Descended from Darwin: insights into the history of evolutionary studies, 1900-1970. Philadelphia: **American Philosophical Society**, 2009. p. 3-21

LEITE, Bruno Silva. CARNEIRO, Marcelo Brito. (2009). A Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem no ensino de Ciências. En J. Sánchez (Ed.): **Nuevas Ideas em Informática Educativa**, Volumen 5, pp. 77 – 82, Santiago de Chile. Disponívl em: www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/10.pdf

LOVEJOY, A. O. **The Great Chain of Being**. Cambridge: Harvard University Press; 1936.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. **A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAIA, Fabio; MENDONÇA, Luciana; STRUCHINER, Miriam. Blogs E Ensino De Ciências: Um Estudo Exploratório. **VI ENPEC, Florianópolis**, 2007. Disponível

em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/ viempec/CR2/p1119.pdf> Acesso em: junho de 2014.

MARTINS, L A-C. P. **A teoria da progressão dos animais de Lamarck**. Campinas: UNICAMP, 1993. [Dissertação de Mestrado].

MARTINS, L. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme:** filosofia e história das ciências em revista, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 33-54, 1997.

MARTINS, M. V. De Darwin, de caixas-pretas e do surpreendente retorno do 'criacionismo'. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 739-756, 2001.

_____. O criacionismo chega às escolas do Rio de Janeiro: uma abordagem sociológica. **ComCiência**, n. 56, jul. 2004. Disponível em: <http://www.comciencia.br/200407/ reportagens/creditos.shtml>. Acesso em: 18 de junho de 2012.

MAYR, E. **Populations, species and evolution**. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., p. 128, 1970.

MAYR, E. **Populações, Espécies e Evolução**. Trad. Hans Reichardt. São Paulo, SP: Companhia Editora Nacional, Editora da Universidade de São Paulo, 485p, 1977.

MAYR, E. **One long argument**. Cambridge: Pergamon Press, 1991.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MAYR, E. **O que é a Evolução**. Rocco, 342p., 2009.

MEGLHIORATTI, F. A.; BORTOLOZZI, J. & CALDEIRA, A. M. de A. **História do pensamento evolutivo e a formação do professor de biologia**. Monografia apresentada ao programa de pós-graduação em educação para a ciência. Área da concentração em ensino de ciências. Faculdade de Ciências. UNESP/Bauru. Apoio: CAPES/DS, 2005.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MOCHÓN, J. A. A. La ciência frente a las creencias religiosas: ciencia y religión en los albores del nuevo milenio. **Mientras Tanto**, Barcelona, v. 95, p. 1-31, 2005.

MOODY, P. A. **Introdução à evolução**. Brasília: Editora UnB, 1975.

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.

OLEQUES, L. C.; BARTHOLOMEI – SANTOS, M. L.; BOER, N. **Evolução Biológica: percepção de professores de biologia**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 2, p. 243-263, 2011.

PARKINSON, J.; ADENDORFF, R. **The Use of Popular Science Articles in Teaching Scientific Literacy.** English for Specific Purposes, v. 23, n. 4, p. 379-396, 2004.

PAZZA, RUBENS; KAVALCO, K. F. ; PENTEADO, Pierre Rafael ; KAVALCO, Sydney Antonio Frehner ; TOLEDO, Lurdes Foresti de Almeida . **Gene mapping of 18S and 5S rDNA genes in the karyotype of the three-spot gourami Trichogaster trichopterus (Perciformes, Osphronemidae)**. Zebrafish, v. 6, p. 219-222, 2009. http://dx.doi.org/10.1089/zeb.2009.0583

PEREIRA, NICOLE IMFELD. **Escola e Blogs e Professores: do que depende o sucesso dessa parceria?** IBIRAMA. dez. 2009. Disponível em: http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_24090/artigo_sobre_escola_e_blogs_de_professores:_do_que_depende_o_sucesso_dessa_parceria Acessado em: maio. 2014.

PETERS, O. **Learning and Teaching on Distance Education**. Disponível em <http://fernuni-hagen.de/ZIVV.v2-ch40a.htm> Acesso em 20 dez 2005

REVARDEL, J.L. 1996. **Biologia e Evolução**. Piaget, 268p., 1996.

RIDLEY, M. **Evolução**. Artmed, Porto Alegre, 3ª ed., 752p. AMORIM, D.S. 2002. Elementos Básicos de Sistemática Filogenética. Ribeirão Preto, SP, Holos Ed. e Sociedade Brasileira de Entomologia, 3 a ed., 156p., 2006.

SANTOS, S. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula.** São Paulo: Annablume, 2002.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Adaptacionismo versus exaptacionismo: o que este debate tem a dizer ao ensino de evolução? **Ciência e Ambiente**, 36, p. 93-124, 2008.

SILVA, E. P. da. A short history of evolutionary theory. **História, Ciências, Saúde**. Rio de Janeiro: Manguinhos, v. 8, n.3, set-dez, 2001. p.671-87.

SOARES, J. L. **O rastro da vida: uma pequena história de bilhões de anos**. São Paulo: Moderna, 1990.

SONCINI, M. I. I. A Evolução das Ideias Evolucionistas. **Revista de Ensino de Ciências**. 1993; 24:4-12.

TAMBOSI, O. **A velha cruzada dos criacionistas contra Darwin e o evolucionismo**. Lisboa: Crítica, 1999.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, vol. 27(1), pp. 124-131, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. **O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: UM DESAFIO PARA O SÉCULO XX**I. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.COMCIENCIA.BR/COMCIENCIA/?SECTION=8&EDICAO=45&ID=535, ACESSADO EM 26/08/2013.

VILLAREAL, L. P. Ameaça fantasma. **Scientific American Brasil** (32): 60-65, 2005.

VLASTOS, G. O. **O universo de Platão**. Trad. Maria Luiza Monteiro Salles Coroa. Revisão de João Pedro Mendes e Celestino Pires. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1987 (Coleção Pensamento científico, v. 22). 116p.

WONG, K. O menor dos humanos. **Scientific American Brasil** (34): 50-59, 2005.

ZIMMER, C. **À beira d'água – macroevolução e a transformação da vida**. Jorge Zahar editor, 1999.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Questionário – O entendimento dos conceitos evolutivos por futuros professores de Ciências e Biologia (Parte I)

1) Sexo: ( ) M ( ) F

2) Faixa etária: ( ) Até 20 ( ) 21 – 30 ( ) 31- 40 ( ) 41- 50 ( ) Acima de 50

3) Possui alguma orientação religiosa? ( ) Não ( ) Sim
Qual?_____

4) Qual é a sua frequência no seus espaço religioso (Templo, Igreja, Centro Espírita etc.)?
( ) Mais de uma vez por semana.
( ) Semanalmente.
( ) Mensalmente.
( ) Outros.
_____

5) Sua Religião é a mesma dos seus pais?
( ) Sim.
( ) Não
( ) Não possuo religião.

6) Seus valores religiosos orientaram sua escolha profissional?
( ) Não.
( ) Sim. De que forma?
_____
_____
_____
_____

7) Por que a escolha do curso de Biologia?
_____
_____
_____
_____
_____

8) Em algum momento houve conflito entre suas concepções religiosas e científicas aprendidas no curso de biologia?
( ) Não.
( ) Sim.
Exemplifique:_____
_____
_____
_____
_____

9) Qual a formação do seu pai?
( ) Sem escolaridade.
( ) Nível Básico.
( ) Nível Fundamental.
( ) Nível Médio.
( ) Graduação. Completa? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____

( ) Especialização. Completa? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____
( ) Mestrado. Completo? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____
( ) Doutorado. Completo? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____

10) Qual a formação da sua mãe?
( ) Sem escolaridade.
( ) Nível Básico.
( ) Nível Fundamental.
( ) Nível Médio.
( ) Graduação. Completa? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____
( ) Especialização. Completa? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____
( ) Mestrado. Completo? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____
( ) Doutorado. Completo? ( ) Sim ( ) Não
Qual?_____

11) Qual é a sua renda familiar? (*O salário mínimo do Brasil em 2013 é de R$ 678,00)*
( ) Até um salário mínimo
( ) Entre um e três salários mínimos.
( ) Acima de três a cinco salários mínimos
( ) Acima de cinco salários mínimos.

Questionário – O entendimento dos conceitos evolutivos por futuros professores de Ciências e Biologia (Parte II)

01) O que é evolução para você?
02) Para você, como surgiram os seres vivos?
03) E a espécie humana? Em sua opinião, como surgiu?
04) Leia a afirmação abaixo e responda a questão subsequente. "Tudo começou há 245 milhões de anos com o Pareiassauro. Esse lagartão 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 acredita que possa haver algo que comprometa o aprendizado de evolução no texto acima? Por quê?

Questionário – O entendimento dos conceitos evolutivos por futuros professores de Ciências e Biologia (Parte III)

Questionário exploratório fechado (opções: V- Verdadeiro e F – Falso)		
N°	**Afirmações**	**Opções**
1	Para se comprovar que a evolução ocorreu e ainda ocorre, recorre-se a algumas evidencias, tais como o registro dos fósseis e as homologias anatômicas, fisiológicas e embriológicas.	
2	A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.	
3	Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.	
4	De acordo com Lamarck, a girafa evoluiu de ancestrais de pescoço curto, o qual se desenvolveu gradativamente pelo esforço do animal para alcançar as folhas das árvores mais altas.	
5	A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as ideias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética.	
6	A unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar em evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie.	
7	De acordo com Darwin os antibióticos levam à formação de bactérias resistentes.	

Questionário exploratório fechado **Qual é o seu nível de aceitação perante as afirmações abaixo?** **(Opções: 1 – discordo totalmente, 2 – discordo, 3- concordo e 4 - concordo plenamente).**	
Perguntas	**Opção**
Os fósseis são indícios de espécies que viveram no passado e que estão extintas hoje em dia.	
As espécies atuais de animais e plantas se originaram de outras espécies do passado.	
As formas bem sucedidas reprodutivamente têm muitos descendentes e transmitem as características vantajosas às novas gerações, que se modificam gradativamente.	
A formação de um fóssil pode demorar milhões de anos.	
Se um ser vivo pode viver bem em um ambiente, poderá ter muitos descendentes com características vantajosas.	
O ser humano se originou da mesma forma que como as demais espécies biológicas.	
Os primeiros humanos viveram no continente africano.	
A espécie humana habita a Terra a cerca de 100.000 anos.	
Diferentes espécies podem possuir um mesmo ancestral.	
As condições na Terra primitiva favoreceram a ocorrência de reações químicas que transformavam compostos inorgânicos em compostos orgânicos que acabaram gerando a vida.	

Apêndice 2 - Modelo de Autorização para desenvolvimento da pesquisa na instituição

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO/IFRJ.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS
CREDENCIADO PELA CAPES/MEC

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA
DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA NA INSTITUIÇÃO

Venho por meio deste documento autorizar o pesquisador, **THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS**, a desenvolver a projeto intitulado **"A RECUSA AO ESPÍRITO CIENTÍFICO: RESISTÊNCIAS NO APRENDIZADO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS"** na **FUNDAÇÃO CECIERJ/FACULDADES CEDERJ - POLO DE VOLTA REDONDA**. Cabe citar que estou ciente de que o pesquisador está regularmente matriculado no programa de pós-graduação stricto sensu em Ensino de Ciências da ***Unidade Nilópolis do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis - RJ***.

Foi esclarecido que os sujeitos da pesquisa serão **ALUNOS MATRICULADOS NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**. Estou ciente de que a pesquisa consiste na **APLICAÇAO DE QUESTIONÁRIOS,** não comprometendo a qualidade de ensino e nem os sujeitos da pesquisa. A qualquer momento, os alunos poderão desistir de participar da pesquisa, não causando nenhum prejuízo às instituições envolvidas, à pesquisa ou aos alunos. Cabe citar que os procedimentos adotados pelo pesquisador garantem sigilo da identidade dos participantes. Os dados serão utilizados para realização de relatórios internos e publicações científicas.

Volta Redonda, 18 de Junho de 2013.

Marcia FortesNOME DO DIRETOR
Diretora do CEDERJ/Volta Redonda

Apêndice 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

A RECUSA AO ESPÍRITO CIENTÍFICO: RESISTÊNCIAS NO APRENDIZADO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Unidade Nilópolis do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis/RJ como parte dos requisitos para obtenção da aprovação no exame de qualificação para a titulação de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^{a}. Dr^{a}. Eline Deccache Maia

Autorização relativa ao uso das informações

Espera-se a autorização dos alunos para que seus depoimentos possam ser analisados na dissertação. **Será possível concordar ou não com a transcrição de partes das respostas ao questionário**.
Fica estabelecido que os alunos terão liberdade de, a qualquer momento, discordar da sua participação nesta pesquisa sem prejuízos para si.

Compromisso com a informação atualizada do estudo.

A qualquer momento, os alunos participantes poderão obter informações quanto ao andamento da pesquisa, a partir de contatos estabelecidos com:
- O mestrando, THIAGO DE ÁVILA MEDEIROS – Fone: (21) 35475527

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do/a Aluno/a Nome Data

_____

Assinatura da Pesquisadora Nome Data

_____