

**FERNANDA APARECIDA MEGLHIORATTI**

**HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos  
professores de Biologia.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,  
Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em  
Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino  
de Ciências).

Orientador: Jehud Bortolozzi

Co-orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira

**Bauru**

**2004**

**FERNANDA APARECIDA MEGLHIORATTI**

**HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos  
professores de Biologia.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Banca Examinadora:

Presidente: Jehud Bortolozzi

Examinadora: Graça Aparecida Cicillini

Examinador: João José Caluzi

Bauru, 31 de maio de 2004.

Aos meus pais e irmãos pela  
dedicação e incentivo

## AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não poderia ter sido desenvolvido sem o apoio de diversas pessoas que me deram estrutura emocional e intelectual. Assim agradeço a todos que contribuíram de alguma forma ao desenvolvimento desse projeto.

Ao constante apoio e cuidadosa orientação do Prof. Dr. Jehud Bortolozzi e da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria de Andrade Caldeira. As orientações através de dicas, conselhos de leituras e apoio intelectual foram imprescindíveis para que o trabalho se concretizasse.

Aos amigos Elvis Cristian Madureira Ramos, Renato Pirani, Terezinha Mariuzzo, Thaís Gimenez, Ana Lúcia Grijo, Luciana Porfírio, Romildo Donizete, Toninha e todos os colegas que fizeram comigo esse percurso. Às amigas de república Luciana Vargas, Camila Daniela dos Santos e Camila Postigo.

Agradeço especialmente a minha família. Aos meus pais Rossicler e Diva que sempre me transmitiram segurança e que desde o início dos meus estudos fizeram o possível para que eu pudesse me desenvolver plenamente como pessoa. Aos meus irmãos Kátia, Sandra e Thiago que sempre estiveram presentes no meu caminho. Ao amigo e companheiro Roberto Leandro Neves de Oliveira.

Agradeço também ao apoio financeiro da CAPES/DS que subsidiou esse projeto.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica:** possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

## RESUMO

O conhecimento de como o pensamento evolutivo vem sendo elaborado ao longo da história, não só permite uma compreensão aprofundada da natureza da ciência, mas também, elucida a coerência dos conceitos elaborados em cada época. Dessa forma, não se analisam conceitos construídos no passado com preconceitos, mas de forma integrada a crenças e valores de determinada época e associados ao paradigma vigente. Considerando, que a formação do professor com ênfase na História da Ciência permite uma visão abrangente e dinâmica do conhecimento científico, objetivou-se *delinear caminhos para a utilização da história do pensamento evolutivo no ensino de Biologia*. As perguntas centrais da pesquisa são: *Quais concepções os professores de Biologia em formação inicial e continuada possuem sobre ciência, evolução e história do pensamento evolutivo? Quais possibilidades são encontradas na utilização da história da construção do conceito de evolução no contexto da formação de professores de Biologia?* A pesquisa consistiu dos seguintes momentos cronológicos: (1) revisão dos aspectos históricos do pensamento evolucionista; (2) levantamento de concepções de professores de Biologia em formação continuada e formação inicial sobre os conceitos de ciência, evolução e história da construção do conceito de evolução biológica por meio de questionários; (3) um primeiro contato de professores com textos históricos relacionados ao conceito de evolução biológica; (4) realização de entrevistas com professores de Biologia em formação inicial e continuada; e (6) análises qualitativas dos dados obtidos. Os resultados obtidos pela análise das concepções apresentadas pelos professores em formação inicial e continuada evidenciam que: (1) o conhecimento histórico dos professores sobre a formulação

do conceito de evolução biológica está, em geral, restrito a Darwin e Lamarck; (2) que a concepção de ciência é, principalmente positivista e internalista; (3) que o conceito de evolução biológica é distorcido pela falta de conceitos científicos básicos como o de variedade de frequência gênica na população; e (4) que o conceito de evolução biológica do professor, muitas vezes, mistura-se com crenças e valores culturais, como o da religião e a visão de progresso.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Formação de Professores; Evolução Biológica; História da Biologia.

MEGLHIORATTI, F. A. **The history of the construction of a concept of biological evolution:** possibilities for a dynamic perception of science by Biology teachers, 2004. Master's thesis in Education for Science. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

### ABSTRACT

The knowledge about how the evolutionary concept has been elaborated over the history provides a deep comprehension of the nature of science, as well as elucidates the coherence of concepts from each historical age. Therefore, past concepts are not analyzed under a prejudice point of view, but otherwise, integrated with the beliefs and values from each date and associated to the paradigm of that time. Considering that the formation of professors emphasizing the History of Science allows a dynamic and wide vision of the scientific knowledge, the objective of the present work was to *define ways for the utilization of the history of scientific knowledge in Biology teaching*. The main questions of the work are: *Which are the concepts of Biology teachers, at initial and continued formation, about science, evolution and history of scientific knowledge? Which are the difficulties and possibilities related to the utilization of history in the construction of evolutionary concept under the context of Biology professor formation?* The research comprised two chronological moments, as follows: (1) revision of the historic aspects of evolutionary knowledge; (2) survey of the understanding by Biology professors, at initial and continued formation, about the concepts of science, evolution and history of the construction of the concept of biological evolution by using questionnaires; (3) a first contact of the professors with texts related to the concept of biological evolution; (4) interviews with Biology teachers at initial and continued formation; and (6) qualitative analyses of the obtained data. The results obtained by analysis of the concepts presented by professors at initial and continued formation show that: (1) the historic knowledge of teachers about the concept of biological evolution is, generally, restricted to Darwin and Lamarck; (2) the concept of science is mainly positivist and internalist; (3) the

conception of biological evolution is distorted by the lacking of basic scientific concepts such as the variability of gene frequency within a population; and (4) the concept of biological evolution by the professors is frequently mixed with culture values and beliefs, such as religion and progress vision.

Key words: Biology teaching, professor formation, Biological evolution, Biology history.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	14
<b>INTRODUÇÃO</b> - Evolução como eixo unificador do ensino de Biologia.....	17
<b>CAPÍTULO I</b> – História da Ciência e o ensino de Ciências.....	28
1. O carácter do conhecimento científico.....	28
2. Historiografia em História da Ciência.....	33
3. História e Filosofia da Ciência e o ensino de Ciências.....	36
<b>CAPÍTULO II</b> – A construção do conceito de evolução biológica.....	40
1. História das idéias evolucionistas e alguns posicionamentos formulados em torno do conceito de evolução dos seres vivos.....	40
2. A teoria da evolução e seu vínculo com diferentes ideologias.....	74
3. Fundamentação para a compreensão do conceito de evolução e sua perspectiva histórica.....	78
3.1. Teoria sintética da evolução.....	79
3.2. O conceito de ciência.....	83
3.3. História da Biologia: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência....	84
<b>CAPÍTULO III</b> – Educação, ensino de Biologia e conteúdo disciplinar na formação de professores.....	86
1. Biologia, alfabetização científica e formação para a cidadania.....	86
2. Conteúdo específico e contexto social: uma formação reflexiva para professores....	87
3. O currículo e a formação do professor de Biologia.....	93
<b>CAPÍTULO IV</b> – O contexto da Pesquisa.....	97
1. Investigação qualitativa.....	97
2. Momentos da pesquisa.....	99

2.1. Reconstrução histórica do conceito de evolução biológica.....	99
2.2. Parte empírica da pesquisa.....	101
2.2.1. Levantamento das concepções de ciência, evolução e história do pensamento evolutivo dos professores em formação continuada e inicial por meio de questionários.....	102
2.2.1.1. Formação inicial.....	102
2.2.1.2. Formação continuada.....	102
2.2.2. Professores de Biologia e a aproximação com aspectos históricos da formulação do conceito de evolução biológica.....	103
2.2.2.1. Formação inicial.....	103
2.2.2.2. Formação continuada.....	104
2.2.3. Realização de entrevistas semi-estruturadas com professores em formação inicial e continuada.....	106
2.2.3.1. Formação inicial.....	106
2.2.3.2. Formação continuada.....	106
3. Os dados constituídos.....	107
3.1. As falas dos sujeitos nos questionários.....	107
3.2. Os quadros resumos.....	108
3.3. Entrevistas transcritas.....	110
<b>CAPÍTULO V – Análise dos dados constituídos.....</b>	<b>111</b>
1. Análise dos perfis dos professores de biologia.....	111
2. Análise dos questionários respondidos por professores em formação inicial e continuada.....	117
2.1. Quadro resumo dos alunos do curso de ciências biológicas.....	118
2.2. Quadro resumo dos professores de biologia da rede estadual de ensino de Bauru.....	122
3. Análise das entrevistas.....	125
3.1. Categorias apresentadas na história da ciência.....	125
3.2. Entrevistas com os alunos do curso de ciências biológicas (formação inicial).....	129
3.2.1. Aluna FI1.....	129
3.2.2. Aluna FI2.....	133
3.2.3. Aluna FI3.....	136

3.2.4. Aluna FI4.....	138
3.2.5. Aluno FI5.....	143
3.2.6. Aluna FI6.....	146
3.2.7. Aluno FI7.....	151
3.2.8. Aluno FI8.....	158
3.2.9. Aluna FI9.....	162
3.2.10. Aluna FI10.....	169
3.3. Entrevistas com os professores de biologia.....	174
3.3.1. Professora FC1.....	174
3.3.2. Professora FC2.....	179
3.3.3. Professora FC3.....	188
3.3.4. Professor FC4.....	195
3.3.5. Professora FC5.....	201
3.3.6. Professora FC6.....	203
3.3.7. Professor FC7.....	205
4. Quadros comparativos das análises gerais das entrevistas.....	209
4.1. O conceito de ciência.....	209
4.2. O conceito de evolução biológica.....	211
4.3. Algumas falas sobre a História da Biologia, Orientação Técnica e o Texto de apoio disponibilizado.....	213
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>215</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>221</b>
<b>APÊNDICES</b>	
<b>A – Questionário aplicado para os alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas.....</b>	<b>229</b>
<b>B – Questionário aplicado para os professores da rede Estadual de Ensino de Bauru que participaram da Orientação Técnica em novembro de 2002.....</b>	<b>230</b>
<b>C – Roteiro de entrevista semi-estruturada para alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas.....</b>	<b>233</b>
<b>D - Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores da rede Estadual de Ensino de Bauru.....</b>	<b>234</b>

<b>E</b> – Tabelas com categorias representativas das falas de cada sujeito (questões 1 a 5) para o questionário respondido pelos alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas.....	235
<b>F</b> - Tabelas com as categorias representativas das falas de cada sujeito (questões de 8 a 17) para o questionário respondido pelos professores de Biologia.....	247

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1** - Evolução biológica: variação da frequência gênica em uma população
- Figura 2** – Especiação geográfica
- Figura 3** – O conceito de ciência
- Figura 4** – História da biologia
- Figura 5** – Ano de conclusão do curso de graduação
- Figura 6** – Professores com pós-graduação
- Figura 7** – Professores com outros cursos
- Figura 8** – Tempo de serviço na rede estadual de ensino
- Figura 9** – Tempo de serviço na rede particular de ensino
- Figura 10** – Situação funcional
- Figura 11** – Tempo de serviço na escola que leciona atualmente
- Figura 12** – Tipos de textos usados nas aulas de biologia
- Figura 13** – Outros recursos utilizados
- Figura 14** – Principais idéias abordadas pela revisão histórica do conceito de evolução biológica
- Figura 15** – Categorias históricas: principais concepções do final do século XVIII, século XIX e início do século XX
- Figura 16** – Categorias históricas: principais concepções do século XX e os debates atuais

## **LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1** - Grade curricular do Curso de Ciências Biológicas
- Tabela 2** - Exemplo de categorias representativas por sujeito

## **APRESENTAÇÃO**

O interesse da pesquisadora pelo tema “evolução e ensino de ciências” teve início durante a disciplina de Prática de Ensino em Biologia no curso de graduação em Ciências Biológicas da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/ Universidade de São Paulo. Os alunos que cursavam essa disciplina deveriam oferecer cursos para estudantes do ensino médio. O curso oferecido nessa ocasião foi “*Abordagem Evolutiva e Comparada do Sistema Nervoso*” no período de 08 de maio a 06 de junho de 1998 com duração de 40 horas. Inicialmente pensou-se em restringir o curso às características evolutivas do sistema nervoso, mas no decorrer deste, foram desenvolvidas os aspectos mais importantes da evolução do reino animal. As aulas tiveram como eixo unificador a teoria sintética da evolução, portanto, antes de dar início à comparação da escala zoológica, trabalhou-se conceitos de Genética, seleção natural, variedade de população, etc. Ainda durante a licenciatura, na disciplina optativa “*Biologia e Sociedade*”, teve-se contato com textos sobre história da ciência e de como a teoria evolutiva foi utilizada para explicar diversos contextos sociais. Esses textos

demonstraram que a idéia de evolução presente na sociedade não se limita ao conteúdo da disciplina Biologia, mas que influencia e é influenciada por fatores culturais, econômicos e históricos.

A partir desse interesse inicial para o ensino da teoria evolutiva, foi realizado um levantamento bibliográfico, no qual verificou-se que a pesquisa em ensino de evolução tem incidido principalmente no levantamento das concepções de alunos (CICILLINI, 1997). Algumas pesquisas analisam as concepções de evolução do professor de Biologia e como se dá a construção do conhecimento biológico relacionado ao tema evolução no contexto da sala de aula. Pensando na formação do professor de Biologia, a presente pesquisa procura compreender quais concepções os professores em formação inicial e continuada<sup>1</sup> possuem sobre ciência, evolução e história do pensamento evolutivo. Além disso, pretende delinear caminhos para a utilização da história da construção do conceito de evolução biológica através da formulação de um aporte teórico (revisão histórica) e pela realização de algumas reflexões geradas a partir da análise dos questionários e entrevistas com professores em formação inicial e continuada. A abordagem histórica propicia um conhecimento amplo e dinâmico da ciência e possibilita a compreensão de conceitos científicos, permitindo verificar como as idéias são formuladas e modificadas ao longo do tempo.

A presente dissertação está dividida em sete partes. Na **Introdução** foi feito um levantamento das pesquisas já realizadas sobre o Ensino de Evolução, sustentando o conceito de Evolução Biológica como unificador dos conteúdos biológicos e ressaltando a importância da História da Biologia para uma compreensão dinâmica da produção do conhecimento científico. No **Capítulo I** foram discutidos o caráter do conhecimento científico e a utilização

---

<sup>1</sup> Usamos o termo formação **continuada** para caracterizar o professor que já está formado e que continua aprendendo novos conteúdos relacionados à sua disciplina ao longo de sua carreira, seja por meio de um esforço individual ou coletivamente através da participação de cursos. Quanto ao termo **formação inicial**, entendemos que o aluno de um curso de licenciatura, tendo contato com as diferentes práticas e projetos de intervenção relacionados às matérias pedagógicas, e preparando-se para exercer a profissão docente, é um “professor em formação inicial”. Além disso, vários alunos participantes da pesquisa já haviam exercido atividades docentes.

da História da Ciência no Ensino de Ciências. No **Capítulo II** foi realizado um levantamento histórico que evidenciou as formas em que a diversidade dos seres vivos foi pensada, destacando aspectos sociais, históricos e culturais que influenciaram e foram influenciados pelo conceito de evolução. O **Capítulo III** trata de alguns aspectos gerais sobre Educação, Formação de Professores, Ensino de Biologia, Ensino do Conceito de Evolução e Ciência. O **Capítulo IV** apresenta o contexto no qual a pesquisa empírica foi realizada e a metodologia utilizada para constituir os dados relacionados às concepções dos professores em formação inicial e continuada. No **Capítulo V** são realizadas análises qualitativas desses dados e apresentadas algumas discussões geradas ao longo da dissertação. Por fim, a **Conclusão** retoma os principais pontos de reflexão gerados pela dissertação e discute novas possibilidades de pesquisas na área de Ensino de Evolução.



## **INTRODUÇÃO - EVOLUÇÃO COMO EIXO UNIFICADOR DO ENSINO DE BIOLOGIA**

A Biologia é um campo da ciência que tem como objeto de estudo a vida em todas suas manifestações, sendo responsável por uma imensa quantidade de conhecimentos. A variedade de seres vivos identificados e os aspectos moleculares já estudados formam uma complexa rede de saberes que são difíceis de serem assimilados e compreendidos. A teoria evolutiva é uma forma de articular essa gama de informações, oferecendo unidade e continuidade a toda diversidade biológica.

Nos últimos anos, verifica-se um aumento considerável de informações relacionadas à Biologia. Isso se manifesta tanto no aspecto microscópico com o aumento da tecnologia e o desenvolvimento da biologia molecular, quanto no macroscópico com o crescente número de espécies identificadas. Todo esse conhecimento que foi e continua sendo adquirido, não pode representar apenas um “acúmulo” de informações desconexas, mas uma

rede de conhecimentos intrinsecamente relacionados. Os conceitos advindos do pensamento evolutivo trazem sentidos a essa imensa quantidade de conhecimentos e permitem compreender como organismos aparentemente muito diferentes entre si possuem unidade na organização celular e código genético similar.

A teoria sintética da evolução é considerada um eixo unificador do conhecimento biológico e no contexto do ensino isso está sustentado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999). Esse documento defende em seu texto que os conteúdos biológicos devem estar, nas situações de ensino, articulados, contextualizados historicamente e embasados nas relações ecológicas e evolutivas entre os seres vivos.

Os PCNEM apontam também a importância de elementos da História e da Filosofia da Biologia para possibilitar aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e os contextos sociais, econômicos e políticos.

[...] o aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar (BRASIL, 1999, p. 219).

Conhecer algumas explicações sobre a diversidade das espécies, seus pressupostos, seus limites, o contexto em que foram formuladas e em que foram substituídas ou complementadas e reformuladas, permite a compreensão da dimensão histórico-filosófica da produção científica e o caráter da verdade científica (BRASIL, 1999, p. 222).

Ainda, nesse documento, é ressaltado o caráter dinâmico da ciência:

Não é possível tratar, no Ensino Médio, de todo o conhecimento biológico ou de todo o conhecimento tecnológico a ele associado. Mais importante é tratar esses conhecimentos de forma contextualizada, revelando como e por que foram produzidos, em que época, apresentando a história da Biologia como um movimento não linear e freqüentemente contraditório (BRASIL, 1999, p. 225).

Apesar do ensino de Biologia nos PCNs estar amparado pela teoria evolutiva, o ensino segue, muitas vezes, o pensamento essencialista de Platão e Aristóteles. A idéia essencialista que trata as espécies como tipos ideais, quando transferida para a situação de ensino e aprendizagem da sala de aula proporciona um ensino marcado pela memorização das características de cada ser vivo. A mera memorização poderia ser ultrapassada pela utilização de uma abordagem filogenética no ensino das diversas áreas da Biologia (por exemplo, Botânica e Zoologia), no qual o aluno necessitaria entender algumas características que seriam comuns a vários grupos.

A teoria evolutiva estabeleceu uma mudança de paradigma dentro do conhecimento do mundo natural. Até o surgimento desta, o pensamento predominante era o fixismo, no qual as espécies eram tidas como fixas e criadas da forma em que eram encontradas. Como toda mudança de paradigma, essa teoria trouxe muitas controvérsias e foi assimilada lentamente. Apesar da teoria da evolução, em termos gerais, hoje ser um paradigma bem estabelecido dentro do mundo acadêmico e estar referendada em muitas evidências, apresenta uma resistência para ser implementada sistematicamente no ensino de Biologia.

Exemplos dos intensos debates realizados sobre a teoria evolutiva podem ser demonstrados por trechos das publicações nas revistas mensais *Galileu* (COUTINHO, 2001)<sup>2</sup>, com a reportagem intitulada “*A religião contra – ataca*” e *Super Interessante* (KENSKI, 2001), com a reportagem “*O que há de errado com Darwin?*”. As duas revistas trazem em seus textos discussões como o criacionismo e a seleção natural. Na publicação da *Super Interessante*, tem-se uma exemplificação de como as idéias dos seres modificarem-se e sofrerem ação da seleção natural são vistas em algumas partes do mundo. Abaixo segue um trecho que trata da resistência à teoria da evolução:

---

<sup>2</sup> Super Interessante (Ano 15, Número 8, editora Abril)/ Galileu (Ano 11, número 121, editora Globo).

Os ataques mais agressivos ao darwinismo vêm de grupos religiosos radicais. Em países como a Turquia, grupos islâmicos ameaçam de morte alguns biólogos evolucionistas, e propõe leis para banir das escolas o conceito de seleção natural. Fundamentalismo? Algo parecido acontece nos Estados Unidos. Em 1999, o Conselho de Educação do Kansas retirou as idéias de Darwin do currículo escolar obrigatório e permitiu que os professores dessem outras explicações para a origem da vida. A decisão, revogada em fevereiro deste ano, foi uma vitória temporária dos adeptos do criacionismo, que acreditam na interferência direta de Deus na origem e na evolução da vida na Terra (KENSKI, 2001, p.71).

O trecho acima, apesar de não ter um caráter de publicação científica e sim de divulgação da ciência, foi destacado para mostrar a discussão em relação à teoria evolutiva presente na sociedade. O texto mostra como a implementação do ensino de Biologia com ênfase sistemática na teoria evolutiva, pode estar permeada por fatores culturais, históricos e religiosos. O próprio modo de pensar e agir do professor são influenciados por esses fatores, uma vez que, o ser humano tem sua ação e pensamentos construídos a partir das relações e concepções sociais e culturais. Segundo Raymond Williams (1992), cultura é: “todo modo de vida, de luta e de construção social, que se expressa historicamente sob as mais variadas formas – como valores, sentimentos, imagens crenças, artes, trabalho, tradição, etc.”. Dessa forma, o modo de pensar e agir do sujeito histórico não pode ser desvinculado de seu modo de vida ou experiência que determina, segundo esse autor, sua percepção de mundo. Portanto, a análise dos fatores históricos, sociais, culturais e filosóficos que permeiam o modo de pensar e agir do professor, não devem ser desconsiderados na investigação de sua compreensão dos conceitos científicos.

Razera (2000) estudando as atitudes configuradas nas representações dos professores de biologia em situações de controvérsia entre evolucionismo e criacionismo, revelou que o posicionamento inicial destes tendiam ao evolucionismo, mas que também havia professores de biologia nitidamente ligados às idéias do criacionismo. Estas tendências para uma ou outra teoria não se mostraram construídas somente com conhecimentos

adquiridos através da ciência, da educação formal, mas também pelas crenças religiosas. Essas provavelmente foram assimiladas e incorporadas nos seus modos de agir e pensar por meio do processo de endoculturação, tal como formulado por Brandão (1985), na obra “*O que é educação*”.

Uma das primeiras afirmações que o autor faz nesse livro é de que ninguém escapa da educação; **vida e educação** não se separam. Da família à comunidade, a educação existe difusa em todos os mundos sociais, primeiro, de forma informal e depois, formalizada. A educação é uma invenção da cultura feita pelos grupos em sociedade, cuja finalidade maior é passar conhecimento para as gerações seguintes. Assim, o conceito de **endoculturação** refere-se ao:

[...] processo global de ensinar e aprender de forma intencional que envolve uma situação pedagógica qualquer. Tudo que existe disponível e criado em uma cultura como conhecimento que se adquire através da experiência pessoal (com o mundo, com o outro), tudo o que se aprende de um modo ou de outro faz parte desse processo, através do qual um grupo social aos poucos socializa em sua cultura, os seus membros, como tipos de sujeitos sociais (BRANDÃO, 1985, p. 25).

Desse modo, quando se faz um estudo sobre como o professor entende a evolução biológica, há que se levar em consideração suas “*subjetividades*”, na medida em que, essas são dimensões de sua ação no mundo. Essas mesmas considerações feitas ao professor aplicam-se também aos alunos. Muitas das pesquisas relacionadas com a teoria evolutiva e o ensino de biologia enfocam os alunos e demonstram uma grande resistência destes a uma aprendizagem dos conceitos científicos ligados à teoria da evolução.

Santos (1999) resume os resultados de várias pesquisas que objetivam compreender as dificuldades dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos ligados à evolução biológica. Ela analisa os discursos dos estudantes durante o momento de aprendizagem da teoria evolutiva, buscando revelar suas concepções, modelos explicativos e as modificações ocorridas durante esse processo. Santos (1999) destaca a

importância de se ter um ensino de biologia baseado na teoria sintética da evolução desde as primeiras séries do ensino fundamental e médio:

Se os argumentos e as idéias da Teoria Sintética da Evolução forem tratados no último ano da escolaridade, como ocorre no currículo tradicional do ensino médio, não existe possibilidade de transformação dos modelos explicativos dos alunos. A Teoria Sintética da evolução deve ser considerada o eixo organizador do currículo da Biologia, ou seja, todos os assuntos devem, de alguma maneira retratar essa explicação (SANTOS, 1999, p 110).

Já que o conhecimento de Biologia está fundamentado na teoria sintética da evolução, seria coerente acreditar que o ensino de Biologia realizado na educação básica (ensino fundamental e médio) também estivesse pautado nesta condição. Mas, isso não vem ocorrendo, de forma geral, o que existe é um ensino compartimentalizado, no qual, os aspectos evolutivos que deveriam ser as diretrizes para a construção do conhecimento biológico têm sido vistos como “*capítulos à parte*”, muitas vezes, presentes apenas nos últimos capítulos dos livros didáticos.

Cicillini (1991), analisando os livros didáticos em relação à concepção de evolução, mostra que os conceitos evolutivos estão restritos a capítulos específicos. Sendo o livro didático um dos principais pontos de apoio para a ação docente, pode-se inferir que a organização do livro de biologia deva influenciar a prática dos professores. Mesmo em livros didáticos recentes vê-se que a abordagem sistemática dos temas evolução e ecologia, que deveria ser a base para o desenvolvimento de todos os outros conteúdos, acontecem apenas nos últimos capítulos.

Chaves (1993) objetivando responder quais as concepções de evolução encontradas no ensino de Biologia, realizou um estudo no qual identificou concepções de alunos através da aplicação de questionários e entrevistas junto aos alunos de uma sala de aula. Além disso, promoveu entrevista com o professor responsável pela disciplina e analisou seis aulas sobre o conteúdo evolução. Essa pesquisa identificou que, de maneira geral, as

concepções dos alunos mostraram-se bastante distanciadas da concepção atualmente aceita pela ciência, pois estavam marcadas pela atribuição de causalidade, finalidade e direção ao processo evolutivo e que palavras como adaptação, seleção e evolução possuíam conotações diversas devido ao uso destas no cotidiano, o que constituía mais um obstáculo para a aprendizagem da evolução. Chaves (1993), em relação ao professor, discute aspectos da formação inicial e continuada, ressaltando a necessidade de uma formação que lhe possibilite “(re) constituir seus conhecimentos, questionar e refletir sobre sua prática docente e que lhe proporcione espaço de discussão com seus pares, de modo que a atividade pedagógica não seja uma construção isolada mas, integrada e coletiva.” (CHAVES, 1993, p. 92). Chaves (1993) destaca ainda a importância do professor (1) conhecer aspectos da História da Ciência para fazer um paralelo com as concepções de seus alunos e promover uma visão dinâmica da produção científica e (2) dominar os conhecimentos pedagógicos.

Cicillini (1997) analisa aulas de três professores de duas escolas estaduais a partir da observação de dois temas: seres vivos e evolução e verifica que os professores de Biologia apresentam o conteúdo evolutivo como um conhecimento já construído, impregnado de manifestações ideológicas e com conotações diretivas e finalistas. Ainda nesse estudo, em relação às concepções de ciência dos professores, foi demonstrado que estes abordavam em suas aulas apenas teorias e métodos atualmente aceitos pela comunidade científica.

Ao apresentar as teorias ou pesquisas realizadas pelos cientistas sobre esse assunto, os professores se reportaram a esses trabalhos no sentido de apresentá-los como certo ou errado. No caso específico dos trabalhos de Darwin e Lamarck os professores faziam menção aos trabalhos de Lamarck como um trabalho errado e aos de Darwin como correto. Quanto à teoria sintética da evolução – atualmente aceita pela comunidade científica – os professores a apresentaram sem nenhuma consideração histórica. Também não apresentaram aos alunos as teorias geradoras de polêmica (CICILLINI, 1997, p.190).

A teoria evolutiva para ser compreendida em toda sua extensão deve ser vista como um processo, assim, o conhecimento da história do pensamento evolutivo contribui para

essa visão geral da biologia e ajuda a entender alguns aspectos do ensino como a restrição do ensino de evolução a Darwin e Lamarck. Bizzo (1991) indica que essa restrição ocorre devido a uma simplificação do conhecimento científico, que é abordado separado do contexto social e histórico nos quais estas idéias foram formuladas. Para ele, não ocorre apenas uma simplificação, mas também, distorções de fatos históricos com o objetivo de ideologizar o conhecimento. Alguns exemplos: as idéias de Lamarck foram desenvolvidas principalmente na Rússia e associada ao marxismo, e as idéias de Darwin a livre-competição do sistema capitalista. Assim, para o mundo capitalista, o lamarckismo e o socialismo são vistos como coisas “erradas”.

Cicillini (1997) aponta a própria formação do professor de Biologia como um fator decisivo para a construção fragmentada dos conteúdos biológicos desenvolvidos no contexto da cultura escolar. Para a autora, existe nos cursos de licenciatura em Biologia uma separação entre os conteúdos específicos e os pedagógicos. Muitas vezes, os conteúdos pedagógicos são vistos apenas nos últimos anos do curso de graduação em Biologia.

A separação dos conteúdos específicos e pedagógicos nos cursos de licenciatura não permite que seja estabelecido um “elo” entre esses dois corpos de conhecimento. Assim, perde-se a oportunidade de se discutir no decorrer do curso, como cada conceito, teoria, e outros conhecimentos específicos podem ser utilizados no contexto da sala de aula para atingir uma aprendizagem efetiva dos alunos. Essa opinião também é compartilhada por Daniel (2003), que considera a estrutura curricular dos cursos de licenciaturas em Biologia um ponto problemático para a formação dos professores. Entretanto, a autora demonstrou pela análise de professores em formação inicial que ministravam cursos para alunos do Ensino Médio, que não é só a estrutura curricular que influencia sua prática, mas que “o gosto pela profissão e a vontade de se aperfeiçoar de cada professor, também pode afetar de forma considerável a atuação deles enquanto profissionais” (DANIEL, 2003, p.70).



Quanto a formação continuada, Carvalho e Gil-Pérez (2000) indicam que grupos de reflexão de professores de Ciência podem contribuir para quebrar as visões simplistas relacionadas ao ensino. Para os autores,

[...] o trabalho docente não deveria ser uma tarefa isolada, e nenhum professor deveria se sentir vencido por um conjunto de saberes que, com certeza, ultrapassam as possibilidades de um ser humano. O essencial é que possa ter-se um trabalho coletivo em todo o processo de ensino-aprendizagem; da preparação da aula até a avaliação (CARVALHO E GIL-PEREZ, 2000, p.18).

Estes autores apontam a necessidade de se conhecer a matéria a ser ensinada por parte dos professores de Ciência, e incluem dentro desse saber o conhecimento da história da ciência. Isto implica compreender os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos, conhecer as formas como os cientistas abordam estes e saber relacionar os fatores sócio-culturais com a produção do conhecimento científico.

Tendo em vista a importância dos conceitos biológicos estarem amparados na evolução dos seres vivos e que os estudos realizados demonstram uma fragmentação do ensino de Biologia e uma visão pontual da história do pensamento evolutivo, surgiu a proposta deste projeto que é utilizar a história do pensamento evolutivo como contribuição para contextualizar a formação do professor de biologia. As perguntas centrais da pesquisa são:

- *Quais concepções os professores em formação inicial e continuada possuem sobre ciência, evolução e história do pensamento evolutivo?*
- *Quais possibilidades são encontradas na utilização da história da construção do conceito de evolução no contexto da formação de professores?*

Entende-se que a compreensão do conhecimento que está acessível ao professor, e que é apreendido por este, é central para a proposta de uma formação de professores tendo como um dos eixos a história do pensamento evolutivo. Além de investigar as concepções que os professores apresentam sobre esse tema, foi realizada uma Orientação Técnica de oito

horas para professores em formação continuada para promover uma aproximação dos professores com o contexto histórico de diferentes formas de compreender a diversidade biológica. Em relação a formação inicial, foram ministradas algumas aulas em um curso de graduação sobre a história da formulação do conceito de evolução biológica. Esse primeiro contato foi breve e pretendeu apenas apresentar um novo conhecimento sobre o assunto, não existindo tempo suficiente para uma reflexão mais estruturada. Após esse primeiro contato, foram realizadas entrevistas tanto com professores em formação continuada como inicial. As análises dessas entrevistas permitiram compreender como o professor entende alguns aspectos da evolução biológica e inferir alguns fatores que estão influenciando sua forma de pensar e sua prática na sala de aula. A Orientação Técnica e as aulas de graduação não foram descritas e analisadas de forma sistemática, mas a repercussão destas pode ser vista na análise de algumas entrevistas.

Os objetivos do presente trabalho centram-se na possibilidade de delinear caminhos para a compreensão e a utilização da história da construção do conceito de evolução biológica na formação continuada e inicial do professor de Biologia, buscando levantar as concepções dos professores sobre ciência, evolução e história da construção do conceito de evolução biológica. Para tanto, a pesquisa consistiu dos seguintes momentos cronológicos: (1) revisão de aspectos históricos do pensamento evolucionista que podem ser utilizados como suporte teórico para a formação inicial e continuada do professor de Biologia; (2) levantamento de concepções dos professores em formação continuada e inicial através de questionários; (3) promoção de um contato dos professores em formação continuada e inicial com aspectos históricos da formulação do conceito de evolução biológica, por meio de uma Orientação Técnica de oito horas na Diretoria de Ensino de Bauru e de aulas ministradas em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas; (4) análise dos questionários através da elaboração de categorias qualitativas representantes das respostas dos sujeitos; (5) realização

de entrevistas semi-estruturadas com professores em formação inicial e continuada; e por fim,  
(6) análise qualitativa dos dados obtidos.

## **CAPÍTULO I – HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

### **1. O CARÁTER DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

O entendimento de **ciência** que está presente no senso comum é que ela faz parte de um conhecimento que é verdadeiro e “cientificamente comprovado”. Fourez (1995) chama essa visão de ciência como idealista, no qual os conceitos científicos apenas atingem as leis que estavam presentes na natureza, a ciência funciona como descoberta da natureza. Essa compreensão da ciência tem sua origem principalmente no século XVII, durante o Renascimento, na chamada revolução científica moderna.

No século XVII destacam-se pensadores como Galileu (1564-1642) e Bacon (1561- 1626). Esses pensadores estabeleceram uma visão indutivista e racionalista da ciência, na qual se pode chegar a uma explicação da natureza pela observação dos fatos naturais, pela experimentação e pela demonstração matemática. Para Bacon, o conhecimento da natureza ocorria por um método de indução experimental sistematizada, através de inúmeras

observações e experimentos (KÖCHE, 1997). Galileu destacava que o homem através de sua razão construía a interpretação matemática do real e a validação de uma explicação era dada através de “provas construídas e elaboradas de forma matemática com as evidências quantitativas dos fatos produzidas pela experimentação” (KÖCHE, 1997, p. 52). De acordo com Köche (1997), o método científico popularizado foi o indutivo confirmável, que se apresentaria nas seguintes etapas: observação dos elementos que compõem o fenômeno; análise da relação quantitativa existente entre os elementos que compõem o fenômeno; indução de hipóteses quantitativas; teste experimental das hipóteses para verificação confirmabilista; e generalização dos resultados. O conhecimento obtido a partir do método científico era considerado objetivo e confiável.

A ciência moderna atinge seu auge com o **Positivismo**. Segundo Abbagnano (2000), o termo positivismo foi empregado pela primeira vez por Saint-Simon, para designar o método exato da ciência e sua extensão para a filosofia e foi adotado por Auguste Comte. Graças a Comte, o positivismo passou a designar uma grande corrente filosófica caracterizada pela “romantização da ciência, sua devoção como único guia da vida individual e social do homem, único conhecimento, única moral, única religião possível” (ABBAGNANO, 2000, p.776).

Segundo Freire-Maia (1997), aos poucos, foi sendo visto que não é necessário que o cientista parta dos fatos e deles retire uma hipótese capaz de explicá-los, geralmente o cientista já tem uma hipótese antes de ter a experiência dos fenômenos. Esse método no qual o cientista parte de uma hipótese foi chamado de hipotético-dedutivo por Stuart Mill, mas era visto com preconceito pelos cientistas do passado.

A ruptura com a visão idealista da ciência ocorre, principalmente, dentro da Física.

[...] com o advento da mecânica quântica, a partir das teorias do quanta de Max Planck (1900), com as teorias da relatividade de Einstein (1905), o princípio da complementaridade de Bohr (1913), o novo modelo de átomo idealizado por

Schrödinger, o princípio da incerteza de Heisenberg (1927), desvaneceu-se a pretensão cientificista e dogmática do determinismo e do mecanicismo (KÖCHE, 1997, pp. 59-60).<sup>3</sup>

Com a ruptura trazida pela Física, emerge uma discussão na Filosofia e História da Ciência contemporânea que procura entender o caráter do conhecimento científico, trazendo contribuições para a compreensão da ciência como criativa, histórica e social. Nesse sentido, importantes discussões são trazidas pelos filósofos da ciência, como Popper, Feyrabend, Kuhn e Lakatos.

Feyrabend defende uma teoria anarquista do conhecimento. Argumentando contra o “método na extensão em que mostra que não é aconselhável que as escolhas sejam restringidas por regras estabelecidas e implícitas nas metodologias da ciência” (CHALMERS, 1993, p. 177).

Popper considera que a ciência se desenvolve através do falsificacionismo, isto é, colocando em dúvida o conhecimento já produzido. Assim, as teorias para serem científicas devem ser falseáveis. Quanto mais uma teoria é testada e resistente aos testes, mais bem aceita é pela comunidade científica como uma teoria corroborável. Popper reconhece que deve ser tomado como critério de demarcação de um sistema científico “não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um sistema” (POPPER, 1974, p.42). Nas palavras de Popper:

Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: *deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico.*(POPPER, 1974, p.42)

Lakatos defende que o conhecimento científico está estruturado dentro de Programas de Pesquisa. Um Programa de Pesquisa é uma estrutura que fornece orientação

---

<sup>3</sup> Discute-se se as contribuições da teoria da relatividade e da mecânica quântica realmente romperam com uma visão determinista. Prigogine (1996), em seu livro “**O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza”, destaca que tanto a equação de Schrödinger quanto a relatividade são deterministas (possibilitam descrever como um dado sistema se desenvolverá) e reversíveis no tempo.

para as pesquisas futuras e na qual existe um núcleo de conhecimento, por exemplo, uma teoria geral que caracteriza aquele conhecimento, que está protegido de falsificação por hipóteses auxiliares. Assim, “qualquer inadequação na correspondência entre um programa de pesquisa e os dados de observação deve ser atribuído não às suposições que constituem seu núcleo irreduzível, mas a alguma outra parte da estrutura teórica” (CHALMERS, 1993, p.114). Os Programas de Pesquisa serão progressivos ou degenerescentes, progressivos quando levam à descoberta de novos fenômenos e degenerescentes quando fracassam em levar a novas descobertas.

Kuhn (1975) define como ciência normal às disciplinas que funcionam tendo um paradigma dominante, esse define as metodologias, a rede conceitual e a visão que se tem de ciência. Porém, existem períodos em que o paradigma em uso não é suficiente para explicar uma série de anomalias (dados, fenômenos, ou descobertas não explicáveis pelo paradigma aceito), nesse momento podem surgir novos paradigmas que conflitam com o antigo. A ciência que vive esse período de conflitos é chamada de ciência revolucionária, após o qual um novo paradigma é estabelecido, e a ciência entra em uma fase estável novamente. A ciência para Kuhn é influenciada por fatores históricos, econômicos, sociais e políticos, pois o que faz uma teoria ser bem aceita não é sua aproximação da verdade, mas o paradigma que é definido pela comunidade científica. Nesse sentido, o olhar do cientista é direcionado pelos valores presentes na comunidade científica que ele está inserido.

Algumas pesquisas utilizam a abordagem materialista dialética para a compreensão do caráter do conhecimento científico. Por exemplo, Robert Young que coaduna o marxismo e a história da ciência em seus estudos e para o qual a história da idéias científicas, dos conceitos da natureza e dos parâmetros está enraizada nas forças históricas, que são em última instância sócio-econômicas (YOUNG, 1990). Silva (2001) destaca que do ponto de vista dialético existem dois aspectos importantes na ciência:

O primeiro aspecto tem caráter ontológico, o qual é a relação estabelecida na produção de conhecimento entre elementos, tais como o atual avanço das técnicas, a tradição de pesquisa, interesses específicos e questões presentes na sociedade. O segundo aspecto tem caráter epistemológico, que é a natureza da relação entre conhecimento e realidade [...] (SILVA, 2001, p. 677)

Silva (2001) também faz um diálogo com a epistemologia de Kuhn e crítica alguns pontos desta. Silva destaca a definição do termo “paradigma”, questionando se poderíamos considerar a existência de paradigmas competindo dentro de um paradigma maior, como a teoria da evolução (por exemplo, neutralismo x selecionismo), assumindo a existência de pequenas revoluções dentro de um mesmo paradigma. Outra confusão apontada é a caracterização da ciência normal, que apesar de não ter um caráter revolucionário, expande as fronteiras do conhecimento e transforma alguns caminhos pela sua expansão. Silva (2001) advoga que mudanças ocorrem o tempo todo na atividade científica e que a mudança de paradigma seria um salto qualitativo após várias mudanças quantitativas dentro do paradigma. Essa visão de Silva (2001) é coerente com o método materialista dialético adotado, Engels (1985) assume a relação entre quantidade e qualidade como uma das leis da dialética. Para Engels (1985) as leis da dialética são:

A lei da transformação da quantidade em qualidade e vice-versa;  
A lei da interpenetração dos contrários  
A lei da negação da negação (ENGELS, 1985, p.34).

Recapitulando esse item 1., percebe-se que a definição do caráter do conhecimento científico não é fácil e que não se tem uma definição restrita do conceito de ciência contemporânea, pois esta definição vai depender da abordagem adotada. Apesar de não adotar uma abordagem em específico, a presente dissertação procurou ressaltar algumas características do conhecimento científico: sistematização, criticidade, dinamismo e



historicidade. Concordando com Fourez (1995) quando ele diz que para contrapor a visão idealista da ciência é necessário explicitar uma visão histórica da ciência, assume-se que a ciência é, sobretudo um “fazer humano”, por isso mesmo, um processo dinâmico, inacabado e influenciado por valores sociais em seus diversos momentos históricos. A abordagem histórica da presente pesquisa incidiu tanto nos aspectos internalistas da ciência como nos externalistas, demonstrando o tipo de raciocínio utilizado pelos cientistas e o fazer humano da ciência.

## **2. HISTORIOGRAFIA EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

Apesar da ocorrência de relatos históricos presentes desde os escritos de Aristóteles (MARTINS, 2000), pode-se considerar que a história da ciência surge associada à ciência moderna, entre os séculos XVII a XIX, representando a ciência como um conhecimento cumulativo (ALFONSO-GOLDFARB, 1993). Nesse contexto, preocupa-se em relatar fatos, feitos e dados. Com a ciência moderna, a industrialização e o controle da natureza, a ciência era tida como um sucesso da racionalidade humana e a história desse sucesso era a história da “evolução” dos conceitos científicos.

Martins (2000) descreve diferentes tradições que estiveram presentes na história da ciência antes do século XX:

- (1) História da ciência dos pensadores ativos, ou seja, o estudo dos precedentes históricos de um assunto, para auxiliar nas novas pesquisas relativas àquele tema;
- (2) História da ciência nos livros didáticos, que procura descrever fatos, datas e nomes, procurando “cristalizar” os avanços ocorridos no passado;
- (3) Biografia de pensadores, gênero que se tornou bastante comum após a revolução científica e tendia, no geral, a retratar os biografados como perfeitos;

- (4) História da ciência dos filósofos, privilegia a análise da própria natureza da ciência e seus aspectos filosóficos, epistemológicos e metodológicos;
- (5) História das instituições de estudo e pesquisa, que surgiu como crônicas escritas por membros das próprias instituições;
- (6) História das disciplinas científicas, que procura abordar sistematicamente o desenvolvimento cronológico de uma dada disciplina;
- (7) Estudos sobre pontos específicos da história das ciências; e
- (8) Instrumentos para a história da ciência (bibliografias e textos) como subsídios para estudos científicos ou históricos.

Segundo Martins (2000), ao longo do século XIX a historiografia da ciência esteve se desenvolvendo nessas diversas tradições, mas não havia atingido um estágio de institucionalização acadêmica. Apenas no século XX, após a segunda guerra mundial, é que a área desenvolve mais rapidamente, com um crescente número de publicações, congressos e reuniões sobre história da ciência. De acordo com Christie (1990), durante o século XX a historiografia da ciência passa a ser produzida por pessoas que praticam a história da ciência como uma ocupação acadêmica especializada dentro de universidades e faculdades. O autor compreende que após a segunda guerra mundial a história da ciência sofre um período de transição marcado pela (o):

- (1) Valorização crescente do período anterior à revolução científica, destacando a riqueza da ciência medieval, até então desconhecida.
- (2) Análise crítica dos “grandes gênios”, rompendo com a visão ingênua que a ciência é produzida por indivíduos isolados;
- (3) Estudo de influências não-científicas na ciência, explorando aspectos religiosos, culturais e filosóficos que influenciaram o desenvolvimento das ciências;
- (4) Exame de episódios mais restrito e a utilização de aparato documental mais vasto;

- (5) Interesse na pesquisa não-eurocêntrica; e
- (6) Abandono gradual de uma visão linear e “Whig”<sup>4</sup> da história da ciência.

Para Alfonso-Goldfarb (1993), dois importantes debates marcam essa transição que ocorre dentro da história da ciência. O primeiro debate ocorre em julho de 1931 no II Congresso de História da Ciência, na cidade de Londres, no qual Boris Hessen apresenta um trabalho sobre mecânica newtoniana, procurando demonstrar que a obra de Newton era produto de uma determinada época. A apresentação desse trabalho influenciará a produção de cientistas, tais como J. D. Bernal, J. Needhan e L. Hogben, que buscarão rescrever a história da ciência numa perspectiva social (ALFONSO-GOLDFARB, 1993). Essa corrente de pensamento que considera os aspectos sócio-culturais e econômicos como determinantes da ciência será chamada de **externalismo** em contraposição ao **internalismo** (que estudava os mecanismos lógicos dentro da produção da ciência). O segundo debate não tem uma data definida, mas é influenciado pelas obras de E. Burt e G. Bachelard e a inserção do conceito de **descontinuidade** na história da ciência. O debate **continuismo x descontinuismo** é acirrado a partir dos anos 60 com a obra de T. S. Kuhn que estabelece a incomensurabilidade entre paradigmas de diferentes épocas, ou seja, o novo paradigma, surgido em época de ciência revolucionária, não engloba e nem deriva do velho paradigma. Segundo Kuhn (1975) a adoção de um novo paradigma não depende apenas da lógica interna da ciência, mas também envolve aspectos, como as políticas das comunidades científicas e fatores econômicos, culturais e sociais.

Os debates externalismo/internalismo e continuismo/descontinuismo contribuíram para que a recente história da ciência estudasse a dinâmica social das instituições científicas e a influência do contexto social na produção do conhecimento científico. A partir de 1960 são desenvolvidos estudos sobre a sociologia da comunidade científica, os sociólogos Joseph

---

<sup>4</sup> A visão “Whig” é caracterizada pelo direcionamento do “olhar” para o passado com os “olhos” do presente, ou seja, analisar os fatos históricos a partir de preconceitos e perspectivas culturais da atualidade.

Ben-David, Robert Merton e outros tiveram importante papel nessa fase, mas deixaram para segundo plano o próprio conteúdo da ciência (MARTINS, 2000). As últimas décadas do século XX abordaram de forma mais radical a “racionalidade científica”, derrubando a visão de uma ciência neutra, mas se limitaram aos aspectos externos que influenciaram a produção científica. Segundo Colins e Shapin (1989) a nova história e filosofia da ciência é caracterizada pela rejeição de que uma observação “neutra” e competente é suficiente para revelar as “verdades” dos fatos encontrados no mundo natural e assegura que alguma coisa só é considerada “verdade” através de um processo de construção social.

Para Martins (2000, p.31), “esclarecer os mecanismos de negociação entre os cientistas é uma contribuição significativa, mas repetir *ad nauseam* estudos desse tipo parece não levar muito longe”. Nesse sentido, tanto os fatores considerados “**externos**” a ciência (aspectos culturais, políticos, econômicos), quanto fatores “**internos**” (como, o tipo de argumentação utilizado na produção da ciência e os avanços tecnológicos) são importantes para uma análise integral da história da ciência e para compreender a aceitação de determinadas teorias científicas em diferentes épocas.

### 3. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A utilização da “História e Filosofia da Ciência” no Ensino de Ciências pode contribuir para a compreensão dos mecanismos pelos quais a ciência é elaborada, os quais consistem tanto de uma coerência interna dentro da própria “lógica” da ciência, como dos fatores externos que influenciam uma dada pesquisa. A análise da construção científica permite que o aluno compreenda: a constituição de uma comunidade científica, a relação entre ciência e sociedade, os obstáculos epistemológicos superados pelos cientistas. Além disso,

permite a compreensão de que existe um âmbito de questões que a ciência está capacitada a responder, mas mesmo assim, essas respostas não são definitivas e vai depender do paradigma e das necessidades sociais de cada época.

Hodson (1991) discutindo a inserção da Filosofia da Ciência no Currículo de Ciências ressalta que apesar das abordagens divergentes na Filosofia da Ciência, como por exemplo Popper e Kuhn, existe um consenso de pontos que devem ser abordados no Ensino de Ciências. Entre estes pontos destaca que: as observações são dependentes de nossa percepção; as observações são dependentes das teorias; as observações não promovem um acesso automático para um conhecimento fatural seguro; conceitos e teorias são produzidos por atos criativos de abstração e invenção; conhecimento científico tem *status* temporário; teorias rivais podem dar origem a observações diferentes, mesmo quando confrontadas com um mesmo fenômeno; professores de ciência projetam uma imagem distorcida da ciência. A ênfase no conceito de **Teoria** é importante no Ensino de Ciências, pois pode gerar confusão no entendimento do que é ciência. Esse termo pode ser usado no cotidiano com o sentido de especulação, mas no contexto científico adquire um sentido próprio. Na ciência, a **teoria** é um corpo de conhecimento sistematizado e que possui uma coerência interna. “Uma teoria científica não é um acréscimo interpretativo ao corpo da ciência, mas é o esqueleto desse corpo. Em outros termos, a Teoria condiciona tanto a observação dos fenômenos quanto o uso mesmo dos instrumentos de observação” (ABBAGNANO, 2000, p. 952-953). “Além da parte hipotética, uma Teoria Científica contém um aparato que permite sua verificação ou confirmação” (ABBAGNANO, 2000, p. 953).

Brush (1989) relata três aspectos que podem ser considerados na utilização da História da Ciência no Ensino de Ciências: (1) a inserção de questões filosóficas discutidas em seu contexto histórico pode evitar a tendência de julgar a ciência com base em sua aplicação prática; (2) a compreensão de que a pesquisa científica é feita tanto pela descoberta

de “fatos” da natureza, como pela construção criativa de teorias, sendo a função do ensino fazer um balanço entre esses dois pontos de vistas; e (3) o uso de textos históricos que evidenciem a participação das mulheres e das minorias na construção da ciência pode evitar a discriminação racial e de gênero. A questão que se coloca nesse último item é a da necessidade de acesso a fontes históricas que possam evidenciar a contribuição dos que foram “excluídos” da ampla divulgação da produção científica. Segundo Brush (1989), o uso da História da Ciência no ensino pode contribuir para mudar a percepção pública dos cientistas, incentivar a participação em decisões sobre o uso de tecnologias e promover uma apreciação da ciência como parte da cultura.

Bastos (1998) ressalta alguns argumentos que têm sido utilizados para defesa do uso da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências:

- (a) evidenciar o caráter provisório dos conhecimentos científicos;
- (b) preparar indivíduos adaptados a uma realidade em contínua transformação [...];
- (c) evidenciar os processos básicos por meio dos quais os conhecimentos são produzidos e reproduzidos;
- (d) evidenciar as relações mútuas que vinculam ciência, tecnologia e sociedade;
- (e) evidenciar as características fundamentais da atividade científica e, assim, promover a *alfabetização científica* dos indivíduos [...];
- (f) preparar indivíduos para uma cidadania crítica e atuante [...];
- (g) estimular o interesse dos alunos pelas disciplinas científicas, ao quebrar a monotonia dos programas de ensino estritamente direcionados para aspectos técnicos;
- (h) oportunizar o contato dos alunos com indagações, evidências, argumentos, teorias e interpretações que estimulem a mudança conceitual ou a aquisição de concepções mais aceitáveis do ponto de vista científico;
- (i) melhorar a aprendizagem de conceitos, hipóteses, teorias, modelos e leis propostos pela ciência [...];
- (j) suscitar a admiração pelas realizações da ciência e incentivar o aluno a se tornar um futuro cientista;
- (k) caracterizar a ciência como parte integrante da herança cultural das sociedades contemporâneas;
- (l) promover a *alfabetização cultural* dos indivíduos [...] (BASTOS, 1998, p.37).

Apesar dos aspectos positivos destacados acima, Bastos (1998) considera que algumas questões devem ser observadas na inserção do uso da História da Ciência no Ensino de Ciências: a formação do professor, o acesso aos materiais históricos apropriados, a escassez de textos de História da Ciência que contemplem as necessidades da educação

básica, entre outros. Assinala também algumas objeções feitas por alguns autores em relação ao uso da História da Ciência no Ensino de ciências: falta de espaço no currículo para uma adequada apresentação da História da Ciência; os livros didáticos concentram sua atenção nos paradigmas vigentes; o Ensino de Ciências tende a distorcer a História da Ciência; os contextos em que os cientistas passados trabalhavam são de difícil compreensão para alunos de hoje; o uso de relatos históricos é fator de confusão e não de esclarecimento, pois expõe o aluno a idéias, problemas, conceitos, teorias e métodos que já foram descartados e substituídos por outros; o uso de relatos históricos é fator de desmotivação, pois os alunos estão interessados em conhecimentos atualizados. Analisando os aspectos positivos e negativos considerados no uso da História da Ciência no Ensino de Ciências e considerando os trabalhos publicados que investigam esse uso, Bastos (1998, p.56) conclui que “os resultados obtidos em tais investigações sugerem que as experiências pedagógicas envolvendo conteúdos de História da Ciência foram geralmente positivas”.

A inserção da “História e Filosofia da Ciência” depende sobretudo da formação do professor de Ciência e da produção de materiais de apoio apropriados, tanto do ponto de vista pedagógico, quanto do ponto de vista histórico. Nesse contexto, a presente dissertação busca analisar o que os professores de Biologia compreendem da História da Biologia em relação ao tema evolução, o que é fundamental para delinear caminhos para a utilização da História da Biologia na formação destes.

## **CAPÍTULO II - A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO**

### **1. HISTÓRIA DAS IDÉIAS EVOLUCIONISTAS E ALGUNS POSICIONAMENTOS FORMULADOS EM TORNO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS**

As controvérsias e os contextos históricos presentes no desenvolvimento do pensamento evolutivo evidenciam como a ciência é produzida. Entende-se a ciência como uma atividade dinâmica, influenciada por fatores sócio-culturais e baseada em paradigmas estabelecidos pela comunidade científica de cada época. Para Kuhn (1975), fazem parte da ciência normal as disciplinas que funcionam tendo um paradigma dominante, definindo as metodologias, a rede conceitual e a visão que se tem de ciência. Pode-se afirmar, que a teoria sintética da evolução é o paradigma dominante da Biologia atual. A história da Biologia evidencia como esse paradigma foi sendo construído, sendo a interferência do contexto social e da comunidade científica observadas desde a proposição da teoria da seleção natural por



Darwin – influenciado pelas idéias malthusianas de crescimento populacional e limitação de recursos – até os debates atuais sobre a teoria sintética da evolução.

Segundo Freire-Maia (1997), pode-se observar dois grandes paradigmas dentro do conhecimento relacionado aos seres vivos: o fixismo e o evolucionismo. Assim a história da biologia, é a história do rompimento com o fixismo e do estabelecimento do evolucionismo. Pode-se afirmar que o paradigma da atualidade é a teoria sintética da evolução, mas como será visto, dentro do evolucionismo existem “paradigmas menores”, como as controvérsias da teoria neutralista e do equilíbrio pontuado.

O levantamento histórico não pretendeu detalhar um período específico ou fazer uma análise aprofundada de determinado autor. Pensando nas questões relacionadas à formação do professor, procurou-se uma visão geral, mas consistente, da formulação do conceito de evolução, promovendo um aporte teórico que evidenciasse o conhecimento científico como influenciado por fatores externos à ciência. Todavia, faz-se ciente que essa é apenas uma das histórias possíveis, sendo de certa forma, filtrada pelos “olhares” dos autores dessa pesquisa.

O levantamento histórico inicia-se pelo estabelecimento do conceito tipológico de espécie e seus fundamentos no pensamento de Platão e Aristóteles. Embora, filósofos gregos sugerissem a mutabilidade da espécie, como Anaximandro, Empédocles e o próprio Aristóteles, a concepção transformista desse período é vinculada a uma leitura idealista, na qual as variáveis ocorriam devido à cópia imperfeita de uma idéia abstrata perfeita (CHAVES, 1993). São abordados também os primórdios do pensamento evolucionista com Buffon, Lamarck, Darwin, De Vries, Weismann, Bergson, até o pensamento evolucionista da atualidade que culminou na teoria sintética da evolução, mas que ainda apresenta controvérsias que são discutidas ressaltando as idéias de autores como Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, entre outros.

## O conceito tipológico de espécie

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

[...] o conceito tipológico de espécie tem sua origem nas idéias 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 idéia 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).

Para Vlastos (1987), Platão “propõe descrever a origem do cosmos como obra de um deus que toma a matéria em um estado caótico e a molda à semelhança de um modelo ideal”. Este modelo é a forma que se aproxima do que há de mais “belo” e “harmonioso”, e o Deus responsável pela criação é comparável a um artista que modela a matéria segundo sua **idéia** de perfeição. Portanto, no mundo das idéias estão os tipos perfeitos.

De acordo com Ross (1987), Aristóteles é visto como o maior dos biólogos antigos, pois tentou resolver o problema da classificação através da introdução de várias diferenças específicas entre uma espécie e outra, em contrapartida ao sistema platônico com apenas uma diferença específica.

Segundo Ross (1987), a **teleologia** de Aristóteles explica as características das espécies. Cada órgão ou característica se desenvolve com uma finalidade. Assim, a ordem de investigação não é a de começar pelo processo de formação de cada animal, mas, inicialmente considerar suas características atuais (que são o fim do desenvolvimento) e depois investigar sua evolução. Para Aristóteles, existe um tipo ideal para cada espécie de acordo com um fim específico. A variação dentro de uma mesma espécie é explicada pelas imperfeições da matéria utilizada e não pela causa final da natureza.

O pensamento essencialista de Platão e o conceito tipológico de espécie estão presentes na teologia cristã. Nesta crença, Deus criou os seres em um padrão ou ordem, em uma “escala de seres vivos” percebida na gradação entre matéria inanimada, passando pelas plantas, animais inferiores, humanos, até os anjos e seres superiores. Essa escala deve ser perfeita e não apresentar lacunas, e todo ser deve ter seu lugar fixado de acordo com o plano de Deus. O papel da ciência natural era catalogar plantas e animais, para se aproximar do plano de Deus, o trabalho de Lineu (*Systemae Naturae* 1735; *Species Plantarum* 1753) foi igualmente concebido para a maior glória de Deus (FUTUYMA, 2002). Mesmo sendo o trabalho de Lineu integrante de uma visão teológica, acabou por contribuir para destacar a diversidade da vida. Segundo Brody e Brody (1999), o sistema de classificação biológica de Lineu foi útil nos séculos XVIII e XIX com o número crescente de viagens marítimas, resultando na rápida descoberta de milhares de novas espécies de plantas e animais.

De acordo com Chaves (1993), não existiam antagonismos entre as idéias transformistas e criacionistas até o século XVI. Para Chaves (1993), as primeiras idéias transformistas surgem na França, em um contexto histórico que promove a ascensão da burguesia ao poder.

### **Os primórdios do pensamento evolucionista: concepções do século XVIII**

Martins (1993) destaca entre os pensadores do século XVIII que discutem sobre a origem de novas espécies: Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698 – 1759) e George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707 – 1788).

Maupertius aceita o surgimento brusco de novas espécies e considera que tanto o sêmen masculino quanto um hipotético sêmen feminino conteriam partículas semelhantes aos progenitores que se reuniriam para formar o filho. Os dois tipos de semens poderiam conter

partículas diferentes daquelas dos progenitores e dar filhos totalmente diferentes. Esses indivíduos cruzados entre si poderiam formar raças ou novas espécies (MARTINS, 1993).

Buffon foi protetor de Lamarck e sugeriu a ancestralidade comum em alguns organismos, apontando similaridades entre os seres vivos, entretanto não forneceu um mecanismo coerente para explicar essa ancestralidade (MARTINS, 1993). Buffon sugeria que o planeta era muito mais velho do que os 6.000 anos proclamados pela igreja. Considerando, que no século XVIII a crença geral era que as espécies eram fixas e criadas por Deus em uma hierarquia com o ápice na espécie humana e que a idade limite da Terra aceita pela igreja era de 6000 anos, o pensamento de Buffon era inovador, mas ele não estabeleceu nem as causas, nem os meios de transformações das espécies.

Para a aceitação de uma teoria evolucionista na qual as mudanças são graduais e levam tempo, era necessário que o conhecimento sobre a idade da Terra ultrapassasse o limite de 6000 anos estabelecido pela igreja. Tem-se aqui uma demonstração da interdisciplinaridade das ciências, só foi possível formular uma teoria da evolução que seja gradual, quando estudos geológicos permitiram a determinação da idade da Terra superior a 6000 anos.

O avanço dos estudos sobre a idade da Terra contribuiu para que o pensamento evolutivo desenvolvesse. Para Brody, D. e Brody, A. (1999), o trabalho de James Hutton (1726-97), apresentado na Royal Society of Edinburgh em 1785, intitulado “Teoria da Terra”, criou uma nova ciência, a Geologia. Para o autor,

[...] este trabalho originou o princípio fundamental que hoje alicerça a geologia, denominado uniformitarismo ou uniformidade, segundo o qual as rochas e outros materiais inorgânicos da Terra são formados e modificados por uma série contínua e geralmente uniforme de fenômenos naturais, como chuva, vento, marés e mudanças graduais na crosta terrestre. Ele inferiu que os fenômenos do passado poderiam ser explicados pelos fatores atuais mais o tempo e que a Terra deveria ter pelo menos centenas de milhares de anos de existência (BRODY e BRODY, 1999, p. 232).

Contrária à idéia do uniformitarismo estava o catastrofismo, este afirmava que as formações geológicas eram causadas por eventos catastróficos como grandes inundações e que a Terra fora criada por Deus a cerca de 6000 anos antes. Dentro desse pensamento que considerava a Terra estática, os fósseis eram vistos como reflexos de extinções provocadas por catástrofes sucessivas, alguns estudiosos acreditavam que essas extinções eram seguidas de novas criações realizadas por Deus.

O uniformitarismo foi defendido por Charles Lyell quando publicou em 1830 *Princípios de geologia*, obra na qual adotava as idéias de Hutton. Embora o próprio Lyell não admitisse a evolução biológica, esta obra teve grande influência para que Darwin adotasse um ponto de vista uniformitarista das mudanças geológicas e biológicas (FUTUYMA, 2002).

As idéias de mudanças nas estruturas geológicas e mesmo de seres vivos podem ser vistas como reflexos do próprio contexto histórico da época. Os séculos XVII e XVIII são marcados por uma revolução nas ciências naturais, conhecida como revolução científica, estabelecendo um avanço do experimentalismo e de uma visão mecanicista do mundo. O mecanicismo pressupõe que os fenômenos ocorrem devido à interação de elementos físicos que condicionam as mudanças ocorridas no meio e nos seres vivos. Existe, portanto, uma tentativa de entender o mundo através da observação da natureza.

### **Lamarck e a progressão dos animais**

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744 - 1829) foi um dos primeiros cientistas a abordar sistematicamente o tema da evolução dos seres vivos. Em sua vida dedicou-se aos estudos de plantas, animais e especialmente aos estudos dos invertebrados, que até então eram pouco estudados. A partir de 1800 suas publicações voltam-se para aspectos evolutivos (MARTINS 1993).

Segundo Martins (1993) até 1799 Lamarck ainda acreditava em espécies animais e vegetais fixas. Alguns fatores que podem ter levado o surgimento de sua idéia transformista foram: (1) o seu estudo sobre conchas fósseis; (2) o estudo dos animais inferiores mais simples, que o levou a pensar sobre a natureza da vida e sobre as diferenças entre seres vivos e compostos inanimados, isso acabou por convencê-lo de que a vida poderia surgir da matéria inanimada; (3) seus estudos geológicos que levaram a uma visão uniformitarista da natureza; (4) seus estudos sobre a classificação dos “animais inferiores” que o convenceu de uma quase continuidade entre as espécies e gêneros.

Resumindo os pontos principais do pensamento de Lamarck, podem-se destacar:

(1) o termo **progressão** como uma palavra bastante utilizada por Lamarck, traduzindo a idéia de aperfeiçoamento ou progressão gradual; (2) a crença na criação da natureza e de suas leis por Deus; (3) a existência de leis naturais que funcionam sem a intervenção divina; (4) a geração espontânea de seres vivos a partir da matéria inanimada; (5) uma tendência interna (devido ao movimento de fluidos) dos organismos para o aumento da complexidade; (6) a existência de uma cadeia de progressão dos animais e outra para os vegetais; e (7) a existência de causas acidentais (o ambiente) que leva a formação de espécies ramificadas. Lamarck distingue duas causas para a progressão: a tendência interna para o aumento da complexidade e a causa acidental ou modificadora que levam às irregularidades das espécies. Segundo Lamarck, as espécies formam uma estrutura ramificada, pois durante seu surgimento ocorrem diferentes influências que levam ao aparecimento de diversas formas. Somente aquilo que Lamarck chama de **massas** (que corresponderiam aos grandes grupos atuais) pode ser colocado em uma ordem linear de perfeição (MARTINS, 1993)

Conforme Martins (1993), Lamarck na obra *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822) enuncia quatro leis que resumem a sua teoria transformacionista: (1) tendência natural para o aumento da complexidade orgânica que se observa nos grandes

grupos de plantas e animais. “Lamarck acredita ser inerente à vida um poder que tende para o aumento de complexidade, sendo tanto o crescimento como o desenvolvimento de um corpo o resultado desse poder. Esse poder resulta de um movimento orgânico, dos fluidos no interior do indivíduo, que irá desenvolver os órgãos e aperfeiçoá-los” (MARTINS, 1993, p.167); (2) a influência do meio no desenvolvimento dos órgãos animais, isto é, a produção de um novo órgão resulta de uma nova necessidade; (3) o uso e desuso, ou seja, o emprego mais freqüente de um órgão leva ao desenvolvimento desse e a falta de uso à atrofia; e (4) herança dos caracteres adquiridos.

Ora, cada mudança adquirida em um órgão por um hábito suficientemente para tê-la operado, conserva-se pela geração, se é comum aos indivíduos que na fecundação concorrem juntos para a reprodução de sua espécie. Enfim, essa mudança se propaga a todos os indivíduos que se sucedem e que estão submetidos às mesmas circunstâncias, sem que eles tenham sido obrigados a adquiri-la pela via que realmente a criou (LAMARCK, *Philosophie zoologique*, p.50, apud MARTINS, 1993, p.173).

Para Lamarck, os organismos não são alterados de forma passiva. Uma mudança no ambiente causaria mudanças nas necessidades dos organismos e em seus comportamentos. O comportamento alterado conduziria a um maior uso ou ao desuso de certos órgãos. O uso mais freqüente de um órgão levaria ao aumento da estrutura no decorrer das diversas gerações, as mudanças ocorridas seriam transmitidas para seus descendentes.

Lamarck não afirmou que os seres vivos tinham descendido de ancestrais comuns, mas que as formas de vida inferiores surgem continuamente a partir da matéria inanimada por geração espontânea, e progredem inevitavelmente em direção a uma maior complexidade e perfeição através de “poderes conferidos pelo supremo autor de todas as coisas”, isto é, por uma tendência inerente em direção à complexidade (FUTUYMA, 1992, p.4).

Segundo Mayr (1991), o modelo evolutivo de Lamarck é vertical, isto é, as espécies se transformam ao longo do tempo, atingindo estados mais complexos de organização, orientadas pela modificação do ambiente.

Darwin (2000), no prefácio de seu livro “Origem das espécies”, considera Lamarck o primeiro a declarar que toda a alteração do mundo orgânico e inorgânico é resultado de uma lei e não de uma intervenção miraculosa.

Martins e Martins (1996), analisando o método científico de Lamarck sob o ponto de vista de seu discurso metodológico e de sua prática científica, mostram que o discurso metodológico de Lamarck assemelha-se ao dos ideólogos<sup>5</sup>, mas que sua prática não se coaduna com esse enfoque. Segundo os autores, a obra de Lamarck se fundamenta em princípios metafísicos e deveria ser rejeitada como um mero sistema metafísico pelos seus contemporâneos.

Conforme os autores, os princípios metafísicos fazem parte de um credo materialista de Lamarck que não pode ser contestado pelos fatos, mas que guia seus estudos. Os autores, a partir do estudo das obras de Lamarck, chegam à conclusão que seu método era:

- 1 – Por um lado a ciência deveria se basear em “fatos positivos”, indubitáveis tirados da experiência e de sua generalização.
- 2 – Por outro lado, a ciência devia ser guiada por princípios gerais (no caso um credo fisicalista) capazes de delimitar o tipo de causas que podem ser buscadas para a explicação dos fenômenos naturais.
- 3 – A partir desses princípios gerais, devem ser procuradas explicações admissíveis dos fatos conhecidos, formando uma teoria sistemática. Essas explicações e essa teoria não serão necessariamente verdadeiras, mas constituirão uma etapa útil do progresso científico (MARTINS e MARTINS, 1996, P.136).

Martins e Martins (1996) consideram que Lamarck, do ponto de vista de seu discurso metodológico, pode ser considerado um seguidor de Condillac, uma vez que se aproxima do discurso original deste, mas que ele não partilha do empirismo limitado do grupo dos ideólogos. Segundo os autores:

Para a concepção dominante da época devia-se evitar a formulação de hipóteses e restringir a ciência aos fatos. Entretanto, Lamarck se permite o uso de suposições

---

<sup>5</sup> Ideólogos: empiristas franceses do final do século XVIII e início do século XIX que se inspiram na obra de Condillac



explicativas, utilizando fenômenos inobserváveis, o que seria certamente rejeitado pelos ideólogos (MARTINS e MARTINS, 1996, P.137).

A análise da obra de Lamarck nessa perspectiva mostra um dos motivos porque seu trabalho teve pouca aceitação na época, pois o pensamento de ciência no qual ele estava inserido era estritamente empirista, e apesar de seu discurso metodológico ser coerente com o pensamento da época, sua prática se fundamenta em princípios metafísicos<sup>6</sup> (materialismo, fisicalismo e mecanicismo).

Portanto, a metodologia de Lamarck incidia na tentativa de explicar a natureza apenas através de leis físicas, retirando o “divino” dessa explicação e isso, segundo Martins e Martins (1996), contribuiu para uma visão mais ampla da ciência e para o desenvolvimento da biologia.

De acordo com Martins (1993), podem-se destacar em relação ao trabalho de Lamarck: que ele modifica nas suas obras a forma de pensar alguns conceitos, apenas começa a defender uma teoria transformista aos 55 anos; que boa parte de sua teoria é fundamentada em fatos e apresenta-se como um todo sistemático, ao contrário da maioria de seus predecessores; e que ele foi um naturalista competente e respeitado como botânico e zoólogo, propondo uma teoria que procurava explicar a existência de uma escala animal com fundamentação em seu trabalho de sistemática.

Segundo Chaves (1993), apesar da grande ressonância que a teoria de Lamarck teve, ela foi duramente criticada, principalmente pelo anatomista George Cuvier. Esse explicava a presença de fósseis devido a catástrofes ocorridas na crosta terrestre e o surgimento de novas espécies como criações especiais.

---

<sup>6</sup> O princípio metafísico é entendido aqui como uma visão de mundo, no qual se procuram explicações para os fenômenos naturais baseadas em leis físicas e químicas. Sendo possível o levantamento de hipóteses que não estejam diretamente verificáveis pelos fatos. É nesse sentido que Lamarck constrói sua teoria da Progressão dos Animais.

Observa-se pela grande crítica que a teoria de Lamarck enfrentou em sua época, que a aceitação de uma teoria científica não está vinculada apenas na clareza de seu raciocínio lógico e nas provas empíricas utilizadas para justificá-la, mas também no paradigma científico no qual a teoria está imersa. O paradigma científico, isto é, os métodos, crenças e valores estabelecidos em uma determinada época, seleciona o que deve ser aceito em termos de novas teorias.

### **Charles Darwin, seleção natural e contexto social da Inglaterra Vitoriana.**

A polêmica entre fixismo e transformismo perdura no século XIX ainda com todo seu vigor (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 idéias ateístas e evolucionistas que Charles Darwin começa seus estudos de Medicina em uma Edimburgo liberal. Em 1826, começou a participar de encontros na Sociedade Pliniana, na qual estudantes radicais e livres-pensadores exigiam que a ciência fosse baseada em causas físicas e não em forças sobrenaturais (DESMOND e MOORE, 2000). Além disso, Darwin foi criado em uma tradição familiar que evitava a ciência criacionista ortodoxa e tinha uma tradição por parte de seu avô Erasmus Darwin que já discutia as teorias transformistas. Entretanto, ao mesmo tempo em que a família de Darwin tinha proximidade com essas teorias transformistas e que se distanciava de uma visão ortodoxa, ansiava em manter sua posição social e não ser criticada. É nessa perspectiva social que a teoria evolutiva proposta por Darwin deve ser entendida.

Um fato que marcou a vida de Darwin foi a viagem realizada a bordo do Beagle durante cinco anos, na qual coletou exemplares de animais e plantas que foram enviados à Inglaterra e analisados durante vários anos após a viagem. Nessa viagem, 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 é mais ou menos inteligível. 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, 1993, p.43)<sup>7</sup>.

A viagem à região de Galápagos fez Darwin perceber diferenças entre as populações das ilhas. Darwin comenta nos seus relatos sobre essa região que não tinha dúvida que as tartarugas originárias das diferentes ilhas do arquipélago eram ligeiramente diferentes quanto à forma (DARWIN, 1996).

Quando Darwin voltou à Inglaterra, ele enviou suas coleções para vários especialistas para que fossem identificadas. John Gould analisando os tordos coletados nas ilhas de Galápagos revelou que estes eram espécies diferentes e não variedades como Darwin pensava (MAYR, 1991). Darwin começou a perceber que o mecanismo de formação de novas espécies estava relacionado com isolamento das populações por um longo período de tempo.

Em 1838 a Inglaterra estava em ebulição com as idéias malthusianas. O economista Thomas Malthus escreveu “*Ensaio sobre o princípio da população*”, no qual afirmava que a população humana e a demanda sempre excederão a produção de alimentos e

---

<sup>7</sup> Cuando se empieza a examinar un territorio desconocido, nada parece más desesperanzador que el caos de las rocas; pero al ir registrando la estratificación y la naturaleza de aquéllas y de los fósiles en múltiples puntos, especulando siempre y pronosticando lo que encontraremos en otros lugares, se empieza a ver clara la región, y su estructura de conjunto se hace más o menos inteligible. Había llevado conmigo el primer volumen de *Principles of Geology* (Principios de Geología) de Lyell, que estudié atentamente, y me resultó de gran ayuda en muchos aspectos. El primer lugar que examiné, Santiago, en el archipiélago de Cabo Verde, me demostró claramente la maravillosa superioridad del método que Lyell aplicaba a la geología, en comparación con el de los autores de cualquiera de las obras que yo llevaba conmigo, o que haya leído después (DARWIN, 1993, p.43)

outros bens necessários (DESMOND e MOORE, 2000). As idéias de crescimento populacional de Malthus justificavam a luta pela sobrevivência das populações pobres, a competição e o livre-comércio. As idéias de livre competição e de luta pela existência já estavam presentes na sociedade, Darwin utilizou as idéias 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).

Em 1856, Darwin começa a compor o que ele chamou de seu “Grande livro das espécies”. Em 18 de junho de 1858, Darwin recebeu uma carta do naturalista Alfred Russel Wallace acompanhada de um manuscrito. Esse revelava que Wallace chegara as mesmas conclusões que Darwin sobre descendência comum através da seleção natural. Wallace e Darwin apresentaram suas conclusões na Sociedade Lineana de Londres. Em 1859, Darwin escreveu um resumo, que se tornou o livro “*Origem das espécies*” (MAYR, 1991).

Darwin e Wallace trocavam muitas correspondências e Darwin já havia notado a similaridade de seus trabalhos, abaixo é transcrito um fragmento de uma carta de Darwin dirigida a Wallace de 1 de maio de 1857.

Sou muito grato por vossa carta de 10 de outubro, enviada das {ilhas} Cébeles e recebida alguns dias atrás: numa empreitada trabalhosa, a solidariedade é um incentivo valioso & verdadeiro. Por vossa carta, & mais ainda por vosso artigo {publicado} nos Anais, há cerca de um ano ou mais, vejo claramente que temos tido idéias muito parecidas & que, até certo ponto, chegamos a conclusões similares (DARWIN, 2000, p. 255).

No mesmo dia que Darwin recebeu o manuscrito de Wallace, escreveu para Charles Lyell, comentando o fato:

Cerca de um ano atrás, recomendaste-me a leitura de um artigo de Wallace nos anais, o qual te havia interessado, & como eu estava escrevendo para ele e sabia que isso lhe daria muito prazer, contei-lhe esse fato. Hoje ele me enviou o texto anexo & me pediu que o encaminhasse a ti. Parece-me muito digno de ser lido. Tuas palavras, quando disseste que alguém se anteciparia a mim, se confirmaram num grau incomum. Disseste isso quando te expliquei aqui, muito sucintamente, minhas idéias sobre o fato de a “Seleção Natural” depender da luta pela vida. – Nunca vi coincidência mais impressionante. Se Wallace dispusesse do esboço do manuscrito que escrevi em 1842, não poderia ter feito dele um resumo melhor! Até seus termos figuram agora como Títulos de meus Capítulos. (DARWIN, 2000, p. 274)

Quanto à estrutura teórica da obra de Darwin, Mayr (1991) aponta que a base do pensamento evolutivo de Charles Darwin pode ser dividida em cinco teorias: (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. Mayr (1991) acredita que muitos dos evolucionistas da época de Darwin aceitaram apenas algumas dessas teorias e que muitos não entendiam como a seleção natural podia ter um poder criador. A teoria da evolução gerou polêmica e ainda gera. Para Mayr, isso ocorre porque esta contradiz crenças básicas da sociedade. Ele resume as crenças afetadas pela teoria evolutiva, 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, vinha 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).

### **Darwin, Wallace, Spencer, Haeckel, Engels e a evolução humana**

Uma discussão que se coloca é porque Darwin não tratou da evolução humana em seu livro sobre “Origem das espécies”. Segundo Bizzo (1993), “a descoberta de seus cadernos de anotações escritos vinte anos antes do “*Origin of Species*”, revelou um jovem cientista preocupado com a evolução de todas as espécies, a humana inclusive” (p. 231). O estudo dos manuscritos originais revela que Darwin trataria no capítulo sobre seleção natural (VI) sobre a “teoria aplicada às raças do homem”. Bizzo (1993) enumera quatro razões que podem ter levado Darwin a evitar o assunto sobre evolução humana no “*Origin of Species*”:

- (1) Quando redigia o capítulo VI, Darwin iniciou uma discussão sobre o *princípio da divergência*, dobrando o tamanho deste capítulo.

Darwin percebeu que a falta de formas de transição entre um tipo e outro era uma evidência forte demais contra a seleção natural para ser considerada apenas no capítulo XIV, sobre distribuição geográfica. Era necessário interromper a progressão da construção do capítulo para voltar e explicar mais longamente aquele princípio que tinha merecido apenas algumas linhas na primeira versão (p. 240).

- (2) Quando escrevia o capítulo VI a saúde de Darwin piorou. Associa-se seu estado de saúde ao estado emocional. Para Bizzo (1993), “é possível que a perspectiva de escrever sobre assunto tão delicado tenha aumentado seu estresse e tido repercussões diretas no seu estado geral de saúde” (p. 241);
- (3) A carta que recebeu de Alfred Wallace no dia 18 de junho de 1858, que selou a co-autoria da seleção natural, acelerou a publicação de um resumo de suas teorias. Além disso, Wallace expôs todo o poder da seleção natural sem tocar no homem, o que pode ter influenciado Darwin; e
- (4) O ensaio de Wallace começava discutindo o *princípio da reversão*, na qual características ancestrais poderiam reaparecer na descendência futura. Além disso, a teoria genética de Darwin “indicava que as partículas hereditárias (as gêmulas) responsáveis pelas características primitivas poderiam viajar por muitas gerações sem se manifestar” (p. 241). Porém, em algumas condições poderiam se expressar em certos indivíduos atestando a origem da raça.

Essa foi a lógica utilizada por John Langdon ao escrever as patologias humanas com base na diversidade étnica atual. O mongolismo como ele o descreveu seria uma reversão ao estado selvagem. [...] As patologias humanas hereditárias incluíam a deficiência mental dos indivíduos, características que também era atribuída aos “selvagens” e tomada como “característica de reversão”. (BIZZO, 1993, p.241).

Quando Darwin escrevia sobre a seleção natural, seu último filho Charles Warring tinha menos de um ano e não havia dúvida que ele era portador de deficiência mental. Em junho de 1858 as crianças dos Darwin adoeceram e Charles Warring faleceu. Segundo Bizzo (1993), “no momento em que escrevia sobre o poder da seleção natural contra os tipos menos

adaptados [...] Darwin teve um exemplo cabal em sua própria casa, com seu próprio filho [...]” (p.243).

Outro cientista contemporâneo de Darwin que discutiu a evolução humana foi Herbert Spencer, sendo um grande divulgador da idéia de uma “evolução” acontecendo nos mais diversificados campos de conhecimento. A definição de evolução de Spencer é:

Evolução é uma integração da matéria e uma concomitante dissipação de mobilidade, durante as quais a matéria passa de uma homogeneidade indefinida, incoerente a uma heterogeneidade definida e coerente e o movimento retido passa por uma transformação paralela (DURANT, s/d).

A integração da matéria em conjuntos e massas promove uma maior coerência interna e uma maior especialização das partes, porém ocorre uma redução da mobilidade das partes constituintes do todo, pois existe uma centralização das funções ou do poder. Assim, Spencer dará uma descrição dos fenômenos baseados em sua concepção de evolução. Para ele, a partir da homogeneidade, em função dos diferentes meios e situações externas, ocorre uma diferenciação progressiva.

A nebulosa primitiva é homogênea – isto é, consiste de partes que são semelhantes; mas logo, é diferenciada em gases, líquidos e sólidos [...] A vida em evolução produz de um protoplasma relativamente homogêneo os vários órgãos de nutrição, reprodução, locomoção e percepção. Uma língua simples ocupa continentes inteiros com seus dialetos que se multiplicam [...] (DURANT, s/d. p. 41-42).

Para Spencer, a evolução é um fenômeno presente em todo fenômeno cognoscível, não é infinita e tende para um processo que ele chama de “equilíbrio”.

Todo movimento, sendo um movimento sob resistência, mais cedo ou mais tarde tem que chegar a um fim; toda a oscilação rítmica (a menos que seja reforçada do exterior) sofre alguma perda de velocidade e amplitude. [...] Gradualmente ao início e depois mais rapidamente, a equilibração se transformará em dissolução, o infeliz epílogo da evolução. As sociedades se desintegrarão [...] E também no indivíduo a integração cederá o lugar à dilaceração e aquela coordenação que é vida, passará àquela desordem difusa que é morte. [...] O ciclo evolução e dissolução estará completo. O ciclo recomeçará novamente, um número interminável de vezes, mas sempre haverá o desenlace. (DURANT, s/d, p. 43-45).



Spencer utiliza a evolução tanto no âmbito da Biologia como para explicar a organização social, a economia, a psicologia e todos os outros campos do conhecimento. Nota-se também que a evolução para Spencer tem o sentido de “progresso”, o que é coerente com o momento de desenvolvimento que a Inglaterra se encontra no século XIX, onde tudo “progredia” e se desenvolvia rapidamente.

Outro a discutir a evolução humana foi Ernst Haeckel, conhecido pela lei da recapitulação que diz que a “ontogenia reproduz a filogenia”, ou seja, “que o desenvolvimento dos seres, do ovo fecundado até completar-se a sua formação, reproduzia a história da espécie humana através do tempo” (HAECKEL, s/d, p.7). Haeckel afirma que:

Eu próprio, desde 1866, na minha “Morfologia Geral”, estudara “a significação antropológica do desenvolvimento dos organismos”. Insistira principalmente no fato que a lei biogênica fundamental conserva todo o seu valor no homem. Tanto neste como nos demais organismos existe a mais estreita relação causal, baseada na hereditariedade, entre a ontogenia, entre a história do germe do indivíduo e a de sua série ancestral (HAECKEL, s/d, p.32).

Haeckel acredita que a evolução é progressiva e faz uma diferenciação entre as “raças”<sup>8</sup> quanto às estruturas cognitivas. Essa diferenciação se relaciona com formas ideológicas presentes na sociedade humana como o racismo e o movimento eugênico.

Um exame crítico imparcial confirma igualmente a lei de Huxley: as diferenças psicológicas entre o homem e os antropóides são menores que as existentes entre estes e os macacos inferiores. Este fato fisiológico corresponde precisamente às verificações anatômicas que nos deram a conhecer as diferenças de estrutura da crosta cerebral, - esse “órgão da alma”, cuja importância é impossível negar. O alto significado desse dado ainda se torna mais palpável quando consideramos as diferenças extraordinárias da vida psíquica na própria espécie humana. Vemos, no cimo da escada, um Goethe e um Shakespeare, um Darwin e um Lamarck, um Spinoza e um Aristóteles, - e, completamente em baixo, os Vedas e os Aças, os Australianos e os Drávidas, os Bosquímanos e os Patagões! A vida psíquica apresenta diferenças infinitamente maiores quando passamos desses espíritos geniais

---

<sup>8</sup> A Biologia atual considera que não existem “raças” dentro da espécie humana, pois a variabilidade genética existente entre um indivíduo e qualquer outro é maior do que a variabilidade genética entre um grupo de indivíduo em relação a outro.

a estes representantes degradados da humanidade, do que entre estes mesmo e os antropóides (HAECKEL, s/d, p.41).

Enquanto Haeckel pode ser associado com ideologias racistas, Friedrich Engels explica a evolução humana utilizando o materialismo dialético e a categoria de **trabalho**. Para Engels (1985), o passo decisivo para a evolução do homem foi uma postura bípede que liberou as mãos para o trabalho. O trabalho criou a “necessidade” do convívio em sociedade e as relações sociais a “necessidade” da fala. Nota-se que Engels (1985) comungava com seus contemporâneos a aceitação da herança dos caracteres adquiridos, a qual também era aceita por Darwin. Para Engels, os aspectos trabalho e linguagem permitiram o desenvolvimento do cérebro devido ao uso de raciocínio e abstração.

Mas o passo decisivo fora dado: a mão humana tinha sido libertada e poderia sem cessar, ir adquirindo novas habilidades, sendo que a maior delas, assim conseguida, podia ser herdada e melhorada de geração em geração (ENGELS, 1985, p.216).

O domínio da Natureza iniciado com o aperfeiçoamento da mão, com o trabalho, ampliava o raio de percepções do homem, a cada novo progresso. Nos objetos naturais, descobria ele constantemente outras qualidades até então desconhecidas. Por outro lado, o aperfeiçoamento do trabalho, contribuía para aproximar, cada vez mais, os membros da sociedade; para multiplicar os casos de ajuda mútua, de ação em comum, criando, em cada um, a consciência da utilidade dessa colaboração. Em resumo: os homens em formação atingiram um ponto em que tinham alguma coisa a dizer uns aos outros. A necessidade criou, para isso, um órgão apropriado: a toska laringe do macaco transformou-se lentamente, mas num sentido definido, adquirindo modulações cada vez mais diferenciadas; e os órgãos da boca foram aprendendo gradualmente a pronunciar uma palavra após a outra (ENGELS, 1985, p. 217-218).

A discussão da evolução humana provocou muitas controvérsias e ainda provoca, pois a visão antropocêntrica da sociedade tende a compreender o homem ou como um ser criado por uma origem divina ou como o ápice da evolução biológica. A teoria Sintética da Evolução, aceita como paradigma da atualidade, adota um modelo que se apóia em uma evolução ramificada, que se dá por processos ao acaso e que não é progressiva. Mesmo assim, as visões de que o “homem evoluiu do macaco”, de que o “homem é o mais evoluído” e de que “o meio determina as características dos organismos” ainda estão presentes na sociedade.

A utilização da história da Biologia pode ajudar a compreender as idéias que foram aceitas ao longo da história em seus contextos específicos, os obstáculos epistemológicos pelos quais passaram e como se chegou a construir as teorias aceitas na atualidade.

### **A exegese do termo “evolução”**

Pode-se notar que o termo “evolução” não foi utilizado pelos maiores evolucionistas do século XIX. Darwin falou em “descendência com modificação”, Lamarck de “transformismo” e Haeckel de “Teoria das Transmutações” (GOULD, 1999). Darwin evitava utilizar o termo, pois este já tinha na época um significado em Biologia, o qual exclui a descendência com modificação de Darwin. O termo “evolução” foi cunhado por Albrecht von Haller, em 1744, para descrever a teoria

[...] de que os embriões cresciam de homúnculos pré-formados, contidos nos ovos ou nos espermatozoides e de que, por mais fantástico que possa parecer hoje em dia, todas as gerações futuras haviam sido criadas nos ovários de Eva ou nos testículos de Adão, encerradas como bonequinhas russas, uma dentro da outra – um homúnculo em cada ovo de Eva, um homúnculo menor em cada ovo do homúnculo anterior, e assim por diante (GOULD, 1999, p.25).

Além disso, o termo “evolução” na época de Darwin também era usado na sociedade com o sentido de uma sucessão de eventos longos e ordenados e do desenvolvimento do mais simples para o mais complexo, portanto, no vernáculo, o termo evolução estava associado com o sentido de progresso. O uso do termo “evolução” era evitado por Darwin para não confundir sua “descendência com modificação” nem com o sentido técnico atribuído anteriormente a palavra nem com o sentido de progresso (GOULD, 1999).

Segundo Gould (1999), a palavra evolução passou a ter o sentido de “descendência com modificação” através da propaganda de Herbert Spencer, que usava o

termo evolução no sentido de progresso. Isso explica, em parte, a confusão que se faz do termo, entendendo evolução biológica como progresso.

### **Teoria da evolução e a procura de um modelo de herança genética**

Uma dificuldade encontrada por Darwin foi explicar a variação existente dentro da população. Para responder essa questão, ele elaborou sua hipótese da pangênese. Essa afirmava que existiam gêmulas portadoras das características dos tecidos. De acordo com a hipótese da pangênese, os tecidos estariam continuamente produzindo e expelindo gêmulas típicas que se distribuiriam pelo corpo e se concentrariam nos órgãos sexuais (MARTINS, 2000). Essas gêmulas poderiam ser influenciadas pelo ambiente, portanto, características desenvolvidas pelos pais poderiam ser transmitidas aos filhos.

Na mesma época, Gregor Mendel publica suas pesquisas sobre hereditariedade vegetal. Uma versão muito difundida era de que Darwin não tinha conhecimento destes trabalhos. Entretanto, Bizzo (1991) analisando documentos originais de Darwin, afirma que:

[...] na sala de manuscritos da Universidade de Cambridge existe uma pasta que contém uma coleção de separatas de Charles Darwin. É material que Darwin lia e guardava, numerando-as. A de número 112 é um trabalho de revisão escrito em 1869 por um alemão chamado Herman Hoffmann, uma autoridade da época tão respeitada como Näegeli. Neste artigo, ele relata uma longa lista de 159 trabalhos que estudaram hereditariedade vegetal, apresentando resultados e fazendo comentários. Na página 136 está relatado o trabalho de 1865 de Mendel. Junto a ele existem esquemas traçados a lápis, onde Darwin desenhou um “X” maiúsculo. Nos espaços delimitados pelos três ângulos superiores ele inseriu um pequeno traço horizontal. Ele demonstrava plena consciência da proporção 3:1 entre a descendência da segunda geração, já conhecida na época. (BIZZO, 1991, p. 136).

Além disso, Bizzo relata que:

[...] a apresentação do trabalho de Mendel é feita por Holfmann comparando seus trabalhos aos apresentados por Darwin em seu livro “Variation...”, recém publicado. Por esse motivo é muito improvável que o relato do trabalho de Mendel não tenha sido lido (BIZZO, 1991, p.136-37).

Segundo Bizzo, Darwin procurava um modelo de herança que explicasse “como as modificações orgânicas podem ser absorvidas pelo patrimônio genético e transmitidas às gerações seguintes”. Nesse sentido, o trabalho de Mendel era contrário ao modelo de herança procurado, pois mostrava que os fatores eram estáveis e que os híbridos eram formações reversíveis. Silva (2001) destaca que embora a teoria da evolução atualmente esteja fundamentada tanto no trabalho de Darwin como no de Mendel, seus trabalhos foram realizados em campos diferentes, enquanto o trabalho de Darwin objetivava compreender as leis da mutabilidade, o trabalho de Mendel procurava fatores de estabilidade em um mundo criado por Deus.

Darwin procurando explicar a variação dentro das espécies e das populações, encontra no modelo de herança dos caracteres adquiridos uma alternativa, acreditando que a força do hábito poderia converter ações em atos herdados.

[...] parece provável que algumas ações, de início executadas conscientemente, converteram-se pela força do hábito e da associação em ações reflexas e foram tão firmemente fixadas e herdadas que são executadas mesmo quando não têm a menor utilidade, toda vez que as mesmas causas, que originalmente as provocaram em nós por meio da vontade, reaparecem (DARWIN, 2000, p.45).

Portanto, mesmo Darwin tendo contato com a obra de Mendel, como demonstrado por Bizzo, insistiu na idéia da herança dos caracteres adquiridos. Isso exemplifica mais uma vez que a ciência não é linear e acumulativa e pode seguir caminhos intrincados, apenas mais tarde é que essas idéias são unidas através da teoria sintética da evolução.

### **Controvérsias do início do século XX**

Após a publicação do livro “*Origem das espécies*”, numerosas discussões foram realizadas para colocar um componente finalista e restabelecer a escala natural que tinha como ápice da evolução o homem. Grande parte da discussão era pelo fato da seleção natural

ser vista como causa de extinções, mas não como capaz de provocar o surgimento de novas espécies. Outro fator que levava a controvérsias era que o mecanismo hereditário não estava completamente elucidado. Essas discussões permaneceram pelo restante do século XIX e continuaram no século XX.

Segundo Mayr (1991), August Weismann foi o mais consistente selecionista do século XIX. Para o autor, pode-se reconhecer três fases no pensamento de Weismann: 1868-1881, quando aceitava a herança dos caracteres adquiridos; 1882-1895, quando pesquisou sobre a variação genética; e 1896-1910, quando reconheceu que a seleção germinal podia contribuir para a seleção natural. Isto demonstra como o pensamento de um cientista pode ser modificado radicalmente e que deve ser contextualizado.

Weismann, por volta de 1883, reconhece que o material germinal é completamente separado das células corporais. A conclusão é tomada a partir de suas observações citológicas e embriológicas (MAYR, 1991). A separação entre as células corporais e as células reprodutivas acabou por combater a hipótese dos caracteres adquiridos, pois se as células reprodutoras eram separadas do restante do corpo, as características adquiridas pelo indivíduo durante sua vida não passariam ao órgão reprodutor.

O problema surgido da refutação da herança dos caracteres adquiridos era que para a seleção ocorrer seria necessária a existência de uma variação genética populacional. Segundo Mayr, Weismann sugeriu que as recombinações das partículas genéticas ocorridas na reprodução sexual eram importantes para explicar a variedade de indivíduos em uma população. Para Weismann, os elementos eram particulados e não se fundiam durante a reprodução. Além disso, as células germinativas se diferenciavam desde o início da formação do embrião, o que permitia a continuidade do plasma germinativo (BERGSON, 1979). Entretanto, essa visão da reprodução não explicava o surgimento de novas variáveis genéticas, para explicá-las ele propôs a teoria do germoplasma ou da seleção germinal, a qual admitia que

fatores ambientais e outras condições poderiam causar modificações nas células germinais (MAYR, 1991).

Bizzo (1991) caracteriza a visão de reprodução de Weismann dentro do contexto da escola alemã. Conforme o autor, a visão da escola alemã era que:

[...] a vida tinha existência perpétua, sendo que a sucessão de gerações seria apenas a expressão desse processo interminável [...] Isto significava que em cada célula deveria existir um lote completo de “gêmulas” para reconstituir todo o organismo. De certa forma o novo indivíduo nada mais seria do que um grupo de células do antigo indivíduo, que teriam adquirido existência autônoma (BIZZO, 1991, p.266).

O início do século XX foi marcado pela tentativa de juntar os fatores mendelianos da hereditariedade aos cromossomos que eram vistos no núcleo da célula. Algumas dessas tentativas podem ser verificadas pela “hipótese cromossômica de Sutton-Boveri”, uma tentativa de estabelecer um paralelo entre o comportamento citológico dos cromossomos e os fatores mendelianos, e o trabalho realizado por Hugo De Vries (1848-1935).

Hugo De Vries é considerado um dos redescobridores dos princípios mendelianos. Ele propõe a teoria da mutação, a qual aceitava que novas espécies poderiam ser formadas (com saltos) a partir da espécie ancestral que continuaria existindo sem ser modificada no processo (Martins, 2000). Conforme Martins, a teoria da mutação de De Vries está intimamente ligada com sua teoria da herança proposta em 1889, a **pangênese intracelular**. De acordo com De Vries, os “pangenes” estavam localizados dentro do núcleo celular, nos cromossomos e se multiplicavam durante a divisão celular (DE VRIES, The mutation theory, vol. 2, p.648 citado por MARTINS, 2000). Essas partículas, chamadas de pangenes, poderiam combinar-se de diferentes formas e a aparição de novas partículas levaria à formação de uma nova espécie. A teoria mutacionista considerava a evolução por meio de mutações bruscas, isto é, através de saltos e, portanto não via um papel crucial na seleção natural.

As explicações evolutivas surgidas, geralmente, usavam um princípio finalista e eram incluídas entre as teorias conhecidas como **neolamarckistas**, **ortogenéticas** e **saltacionistas** (MAYR, 1991). Entre os neolamarckianos estavam o Francês Giard (1846-1908) e americano Cope (1840-97) que insistiam na influência do meio como modificadora das características que eram transmitidas aos descendentes. A ortogênese era uma “doutrina segundo a qual a evolução da vida segue ou tende a seguir uma linha reta” (ABBAGNANO, 2000, p. 735). Entre as hipóteses saltacionistas estavam as que acreditavam no surgimento de novas espécies por mudanças bruscas. As explicações que consideravam a existência de uma força interna que promove o processo evolutivo estavam inseridas dentro do **Vitalismo**, “doutrina que considerando que a vida não é explicável, em princípio, por fatores físico-químicos, reconhece como fundamento dela um princípio espiritual que age de modo finalista” (ABBAGNANO, 2000, p. 394).

Uma das idéias que teve destaque no início do século XX foi a do filósofo Henri Bergson, que propunha um **impulso original** para a vida que passaria de uma geração de germes<sup>9</sup> à geração seguinte de germes. “Esse impulso, conservando-se nas linhas de evolução entre as quais se divide, é a causa profunda das variações, pelo menos daquelas que se transmitem de modo regular, que se adicionam que criam espécies novas” (BERGSON, 1979, p. 84). Bergson (1979) compara o movimento evolutivo a uma granada que explode em fragmentos, estes por sua vez como pequenas granadas explodem novamente e assim sucessivamente. Para ele, a fragmentação da vida se dá por duas causas: “a resistência que a vida experimenta por parte da matéria bruta e a força explosiva” (p.93). Bergson considera que a unidade da vida está no impulso original, e a partir desse a criação se efetua de forma infinita. As linhas evolutivas são tendências que se desenvolvem e que estão presentes no impulso original. O autor vê na presença de órgãos complexos como os olhos dos vertebrados

---

<sup>9</sup> Germes: partículas ou células responsáveis pela reprodução.



e dos moluscos, isto é, em grupos que caminham em linhas evolutivas diferentes, a presença da tendência original que se desenvolveu nesses dois ramos.

A teoria evolutiva de Darwin foi duramente atacada no início do século XX. A seleção natural e as mudanças graduais eram contrárias às hipóteses mutacionistas, como a de Hugo de Vries, e as idéias de Bergson, em que a evolução tinha uma força impulsora. As discussões sobre a evolução dos seres vivos no início do século XX demonstram que, muitas vezes, divergentes opiniões, fundamentadas em raciocínios lógicos e coerentes, convivem dentro da comunidade científica. Na ciência, vários fatos e experimentos são vistos de diferentes formas de acordo com o referencial teórico do grupo de cientistas. O fato de determinada teoria ser aceita nem sempre implica que ela seja mais próxima da verdade, a aceitação pode estar impregnada do contexto social, de ideologias e crenças.

### **A grande síntese: conceitos de biologia molecular e a teoria sintética da evolução**

Por volta de 1920, estabeleceu-se a ocorrência de mutações<sup>10</sup> espontâneas. T. H. Morgan, Edward East e Erwin Baur encontraram que a maioria das mutações tinha pequenos efeitos no fenótipo (MAYR, 1991). Morgan encontrou mutações de diferentes grandezas em seus estudos, o que subsidiou as pesquisas de genética populacional que se desenvolveram nesse período.

Os pesquisadores de evolução dividiram-se em dois grupos: os naturalistas (sistematas e paleontólogos) e geneticistas. Os geneticistas restringiam-se ao estudo da variedade genética da população e os naturalistas à especiação geográfica<sup>11</sup> e à formação de táxons<sup>12</sup> superiores.

---

<sup>10</sup> Mutações podem ser **pontuais**, isto é, apenas em um ponto específico da molécula de DNA e  **cromossômicas**, quando envolvem partes de cromossomos (quebras, inserções, translocações, etc.).

<sup>11</sup> Especiação geográfica: Mecanismo pelo qual novas espécies são formadas devido ao isolamento em diferentes regiões. O isolamento geográfico pode levar ao isolamento reprodutivo de populações da mesma

A síntese evolutiva ou a chamada teoria sintética da evolução ocorreu entre 1936 e 1950. Este período não foi marcado por nenhuma grande inovação, mas por uma tentativa de unir o conhecimento genético com o conhecimento da história natural (MAYR, 1991). Muitos pesquisadores contribuíram para unificar a genética e a história natural. Podem ser citados: G. Hardy, W. Weimberg, R. A. Fisher, J. B. S. Haldane, S. Wright, T. Dobzhansky, E. Mayr, G.G. Simpson, J. Huxley, B. Rennsch, G. L. Stebbins (FUTUYMA, 2002).

A síntese evolutiva trouxe um relativo consenso sobre os princípios evolutivos, mas ainda restavam e restam controvérsias. Para Futuyma (2002), a elucidação da base molecular em 1953 por Watson e Crick forneceu uma compreensão mais profunda das mutações e variações genéticas. Além disso, ocorreu a expansão da teoria matemática que estabeleceu a deriva genética<sup>13</sup> sendo de importância central no processo evolutivo juntamente com a seleção natural.

De acordo com Futuyma (2002), os princípios fundamentais da síntese evolucionista eram: que as populações contêm variações genéticas que surgem através de mutação ao acaso e recombinação; que as populações evoluem por mudanças nas frequências gênicas trazidas pela deriva genética aleatória, fluxo gênico e pela seleção natural; que a maior parte das variantes genéticas adaptativas apresenta pequenos efeitos fenotípicos individuais; que a diversificação vem através da especiação.

Após o estabelecimento da síntese evolutiva, surge a questão da quantidade de variação dentro da população selvagem. A visão da genética clássica era que a variação dentro da população selvagem era baixa devido à ação normalizadora da seleção natural, enquanto a visão balanceada é que a população natural apresenta altos índices de variação mantidos por

---

espécie, portanto não ocorre troca de genes entre essas populações e o acúmulo de diferenças genéticas pode levar ao distanciamento dessas populações até tornarem-se espécies distintas.

<sup>12</sup> Táxons superiores: unidades taxonômicas (de classificação) acima de espécie, por exemplo, gênero, família, ordem, filo etc.

<sup>13</sup> Deriva Genética: Mudança aleatória da frequência genética.

seleção balanceada (SILVA, 2001). Essa questão foi resolvida pelos trabalhos de Lewontin e Hubby que utilizaram eletroforese para demonstrar os altos índices de variação existente dentro da população (SILVA, 2001).

### **Novas controvérsias: equilíbrio pontuado, neutralismo e gene egoísta.**

#### *Neutralismo –Selecionismo*

Futuyma (1992) relata que até a década de 60 era discutido se as populações tinham muito ou pouca variedade genética. Solucionada essa questão, a discussão que se impõe “é se a maior parte da variabilidade é seletivamente neutra, e, portanto, irrelevante para a capacidade de uma população responder a novas forças de seleção ou se as variantes genéticas diferem em valor adaptativo e constituem assim a matéria prima para a adaptação a novos regimes seletivos” (FUTUYMA, 2002, p.188). Entretanto esses pontos de vistas não são totalmente contrários, pois as variações genéticas para uma característica podem ser neutras em determinado contexto ambiental e tornam-se significantes em outro.

Segundo Futuyma (2002), os proponentes da teoria neutralista (por exemplo, Kimura e Nei) sustentam que grande parte da variação ao nível molecular é neutra e que a taxa de evolução deve ser maior em genes que não têm sua expressão diretamente ligada a funções essenciais para o funcionamento do organismo. Isso explica o alto índice de mutação em seqüências de DNA não transcritas, pois mutações em seqüências de DNA que afetam funções importantes nos organismos são eliminadas.

O eixo principal da discussão neutralismo-selecionismo é se a maior parte das variantes para uma determinada característica é neutra, e, portanto, fixada ou eliminada

através de deriva genética (variações na frequência gênica por meio do acaso) ou se a maior parte das variantes apresentam valor adaptativo, ou seja, estão sendo fixadas por meio da seleção natural. Apesar da controvérsia, os cientistas não apresentam pontos de vistas extremados, e aceitam a existência tanto de variantes neutras, quanto com valor adaptativo. O que se discute é a quantidade de variantes neutras dentro da população.

### *Equilíbrio pontuado*

Uma das discussões que pode ser destacada é a teoria do equilíbrio pontuado. Essa discussão oferece uma nova crítica ao gradualismo pregado por Darwin. A teoria do equilíbrio pontuado foi proposta por Eldredge e Gould (1972) pela observação de interrupções do registro fóssil. Na análise das seqüências de fósseis a impressão é de que existe uma aparente estase (parada) pontuada por longos períodos de mudanças muito rápidas para uma nova morfologia estável (FUTUYMA, 2002). Nessa teoria, a maior parte das espécies fósseis não sofre grandes alterações em toda a duração de suas vidas e ingressam subitamente na história, substituindo ou coexistindo com seus ancestrais. As novas espécies geralmente não surgem pela transformação de grandes populações ancestrais, mas de pequenas subpopulações isoladas. Nessas populações, os genes favoráveis podem disseminar e estabelecer. A teoria do equilíbrio pontuado enfrentou diversas críticas, algumas questões podem ser levantadas: O registro fóssil não poderia ser extremamente incompleto, dando a impressão de aparecimento súbito de novas espécies? A evolução deve estar sustentada principalmente com especiação?

A teoria e os dados da genética não sustentam que a evolução de uma característica requer necessariamente especiação (FUTUYMA, 2002). Para Futuyma, os dados dos registros fósseis permitem várias interpretações. O que é considerado um curto

período de tempo para a história geológica, pode ser uma mudança lenta do ponto de vista da genética populacional.

Para Wilson (1997), a possibilidade de evolução veloz já fazia parte da teoria evolucionária tradicional, no qual modelos de genética de população e teoria quantitativa previam que a evolução por seleção natural pode ser tão rápida que aparenta ser instantânea no tempo geológico. Segundo Wilson, “a teoria neodarwiniana não foi desafiada em substância” (p.93) e o “equilíbrio pontuado é utilizado como um termo descritivo para um padrão de evolução alternadamente rápida e lenta” (p.93). Wilson concorda, porém, que a formulação da teoria do equilíbrio pontuado estimulou a pesquisa sobre taxas de evolução.

#### *Existe progresso na tendência evolutiva?*

Para Gould (2001), as tendências evolutivas não devem ser vistas como produto de uma mudança incessante e orientada, mas, como “mudanças na variação” (p. 230). A evolução é um arbusto extremamente ramificado e as tendências representam o êxito de algumas espécies sobre as outras, e não a transformação de linhagens inteiras. Segundo Gould (2001), da mesma forma que as mutações são ao acaso no interior das populações, a criação de novas espécies poderá ser ao acaso em relação às tendências evolutivas. Para exemplificar essa idéia, ele relata o exemplo da evolução do cavalo. Tradicionalmente, a evolução do cavalo é representada por três tendências que vai do *Hyracotherium* (primeiros cavalos) até o *Equus* (único gênero de cavalo atualmente existente): (1) redução do número de dedos; (2) crescimento da altura dos dentes molares; (3) e aumento do tamanho corporal. Entretanto, segundo Gould, (2001), essa representação é limitada e enganosa, pois:

A linhagem que vai do *Hyracotherium* até o *Equus* é apenas um caminho que atravessa um matagal extremamente complicado da evolução, e que teve período de crescimento e declínio, num esquema extremamente complexo, durante os últimos

55 milhões de anos. Esse caminho particular não pode ser interpretado como um resumo do arbusto; ou como um epítome de uma história mais ampla; ou em qualquer sentido legítimo, como uma tendência central na evolução eqüina. Escolhemos essa pequena amostra de uma totalidade por uma razão exclusiva: *Equus* é o único gênero existente de cavalos, e, portanto o único animal *moderno* que pode servir como um ponto final de uma série. Se estivermos dispostos a retratar a evolução de qualquer grupo hoje existente como um caminho à parte, vindo desde um ponto ancestral até outro em sua glória atual, então eu acho que a história pode ser contada de modo convencional. Contudo quando levamos em consideração modelos de evolução mais abrangentes, é preciso questionar esse tipo de figura. (Gould, 2001, pp. 92-93).

Gould (2001) considera que “a espécie existente de cavalo representa o término de uma linhagem *malsucedida*” (p.94) e que muitos dos nossos exemplos evolutivos “devem ter grupos malsucedidos que foram se reduzindo a partir do arbusto inicial até um ponto em que um único ramo [...] sobrevive como uma relíquia de sua antiga glória” (p.95).

[...] quando grupos são realmente bem sucedidos e suas árvores contêm inúmeras ramificações, todas prosperando ao mesmo tempo, não conseguimos apontar um caminho preferencial – e, portanto, não temos uma convenção para representar ou até mesmo (na verdade) conceber, sua evolução. Mas, quando o arbusto evolutivo foi sendo podado pela extinção de modo a sobrar apenas uma linhagem – um pequeno galho de uma antiga arborescência, uma lasca da abundância anterior – aí então enganamos a nós mesmos tomando esse acanhado remanescente como uma culminação única. Ou nos esquecemos de que outrora existiam outros caminhos para linhagens extintas, ou os desprezamos como “becos sem saída” – ramos secundários irrelevantes de um suposto tronco principal. E então trazemos nosso rolo compressor conceitual para endireitar o pequeno caminho que leva do galhinho sobrevivente até o cepo central – e, finalmente, com o marketing positivo de um consumado criador de tendências evolutivas, nós saudamos o progresso do cavalo (GOULD, 2001, p. 95-96).

Pode-se perceber nas citações acima, que para Gould o “sucesso evolutivo” está em linhagens ramificadas, abundantes e que tenham uma grande dispersão ecológica, e não em animais que ficam maiores ou mais bem adaptados a seus ambientes locais. A idéia de “sucesso evolutivo” de Gould se relaciona com sua teoria do equilíbrio pontuado, pois esta tem na **especiação** o seu eixo principal.

Outra idéia controversa é de que a tendência evolutiva caminha, no sentido geral, de estruturas mais simples para mais complexas. Essa idéia é defendida por alguns biólogos,

por exemplo, Wilson (1997), que defende um “progresso evolucionário” que se exprime pela tendência a um aumento de complexidade.

Durante os últimos milhares de milhões de anos, o conjunto dos animais evoluiu num sentido ascendente em tamanho corporal, alimentação e técnica defensiva, complexidade cerebral e de comportamento, organização social e precisão de controle ambiental – em cada caso, para mais longe do estado não vivo do que seus antecedentes mais simples. Mais precisamente, as médias globais destas características e seus extremos superiores subiram (Wilson, 1997, p.192).

Para Gould, a média do aumento de complexidade é enganosa, pois existe um limite para a simplicidade dos organismos que coincide com a organização possível no contexto ambiental na época do surgimento da vida na Terra. Considerando os seres vivos surgidos há 3,5 bilhões como a barreira de simplicidade possível, a vida só poderia tornar-se mais complexa ou manter o mesmo grau de simplicidade. Nesse momento, pode-se dizer que a tendência evolutiva está voltada no sentido do mais simples para o mais complexo. Entretanto, considerando a diversidade de seres vivos estabelecidos nos milhões de anos seguintes, a evolução pode tanto aumentar como diminuir a complexidade dos seres vivos. Com esse argumento, Gould tenta mostrar que a evolução não tem, necessariamente, uma tendência para aumento da complexidade.

### *Gene egoísta*

Richard Dawkins, no livro *o Gene Egoísta*, faz uma análise de comportamentos animais, tais como altruísmo e relação de parentesco, tendo como unidade fundamental de seleção natural o gene. A definição de **gene** utilizada é de “uma unidade genética pequena o suficiente para durar por um grande número de gerações e ser distribuída sob a forma de muitas cópias” (DAWKINS, 2001, p.54).

Segundo Dawkins (2001), há milhões de anos surgiram moléculas com capacidade de replicação, estas utilizavam recursos presentes no ambiente. Com a escassez dos recursos, as moléculas **replicadoras** mais estáveis e com maior capacidade de se reproduzir eram disseminadas. Para o autor, nesse momento podem ter surgido replicadores com envoltórios que funcionavam como proteção. As estruturas formadas por envoltórios e replicadores, constituíram verdadeiras **máquinas de sobrevivência**. Com o tempo, essas máquinas de sobrevivência tornaram-se mais elaboradas e as moléculas replicadoras receberam o nome de **genes**.

Dawkins entende os seres vivos como máquinas de sobrevivência e os genes como a unidade fundamental de seleção. Além disso, considera como gene “todas as réplicas de um fragmento específico de DNA, distribuído por todo mundo” (DAWKINS, 2001, p.112).

O gene não fica senil. Ele não tem maior probabilidade de morrer quando tem um milhão de anos do que quando tem apenas cem. Ele pula de corpo para corpo ao longo das gerações, manipulando um após o outro de sua própria maneira, e para seus próprios fins, abandonando uma sucessão de corpos mortais antes que estes mergulhem na senilidade e morte (DAWKINS, 2001, p.56)

Dawkins (2000) reconhece que a unidade do indivíduo é importante, mas considera que este é temporário e único. O indivíduo é uma combinação única e momentânea de um determinado conjunto de genes. Assim os genes que se mantêm na população e se replicam com eficiência ao longo das gerações são aqueles que “cooperam” bem com outros genes.

A seleção favorece ou desfavorece genes isolados pela sua capacidade de sobreviver no seu ambiente, mas a parte mais importante desse ambiente é o clima genético oferecido por outros genes. A consequência é que conjuntos cooperativos de genes se reúnem em *pools* de genes. Corpos individuais são unitários e coerentes, como na realidade são, não porque a seleção natural os escolhe como unidades, mas porque são construídos por genes que foram selecionados para cooperar com outros membros do *pool* genético. Eles cooperam especificamente no empreendimento de construir corpos individuais. Contudo é um tipo anarquista de cooperação, “cada gene por si mesmo” (DAWKINS, 2000, p.280).



Considerando essas definições, a seleção natural atuaria ao longo de milhões de anos selecionando os genes com maior capacidade de replicação. Nesse sentido, o gene é “egoísta” (mas não no sentido tradicional da palavra, Dawkins entende como egoísmo a capacidade de sobrevivência diferencial de cada gene), pois mesmos comportamentos aparentemente “altruístas” proporcionariam maior difusão de um gene específico.

### *Meme: novos replicadores*

Dawkins (2001) percebe que a espécie humana é caracterizada pela cultura e acredita que “a transmissão cultural é análoga à transmissão genética no sentido de que embora seja basicamente conservadora pode originar um tipo de evolução” (DAWKINS, 2001, p.211). Por exemplo, a linguagem pode ser passada para as novas gerações através de imitação, mas ao longo dos anos a linguagem se modifica, essa é a evolução cultural.

Dawkins propõe desprezar o gene como única unidade de seleção e evolução para a compreensão da evolução do homem moderno. O novo replicador é, então, chamado de **meme**, que seria uma unidade de transmissão cultural ou de imitação. De acordo com Dawkins, da mesma forma que os genes se propagam pulando de um corpo a outro, os memes se propagam pulando de um cérebro a outro.

Quando você planta um meme fértil em minha mente, você literalmente parasita meu cérebro, transformando-o num veículo para a propagação do meme, exatamente como um vírus pode parasitar o mecanismo genético de uma célula hospedeira (DAWKINS, 2001, p.214).

Para que uma unidade cultural tenha sucesso, ela deve ter as mesmas características dos replicadores biológicos (genes): longevidade, fecundidade e fidelidade. Entretanto, a evolução cultural por meio dos memes é um processo muito mais rápido, pois o

processo “mutação” na transmissão dos memes é maior. Além disso, a evolução cultural não está submetida à evolução dos genes, e seu processo evolutivo é independente.

## **2. A TEORIA DA EVOLUÇÃO E SEU VÍNCULO COM DIFERENTES IDEOLOGIAS**

A teoria da evolução e o pensamento darwinista estiveram, e ainda estão, associados com diferentes formas ideológicas presentes na sociedade. Alguns exemplos podem ser destacados como o movimento eugênico, o racismo, a lei de livre competição do capitalismo, a luta de classes e o materialismo do marxismo.

### *O movimento eugênico*

O movimento eugênico em sua forma científica teve início com Francis Galton, primo de Charles Darwin, com a publicação de *Hereditary genius*, no qual conclui que as vocações e talentos eram hereditários e não estavam relacionados às oportunidades (BIZZO, 1995, p.40). Conforme Bizzo (1995), Galton apoiado na teoria da pangênese de Darwin,

[...] assegurava a transmissão de todas as características presentes no indivíduo aos seus descendentes, mesmo daquelas adquiridas durante a sua vida, e de outras recebidas dos ancestrais, mas que não tinham se manifestado no indivíduo. [...] Outras características poderiam também ser transmitidas, mas apenas acrescentando partículas hereditárias à prole e nunca subtraindo aquelas que já tivessem se manifestado (BIZZO, 1995, p.42).

A partir disso, a pobreza passa a ser vista como hereditária e como uma determinação biológica. Mesmo quando a idéia da pangênese é abandonada, o discurso passa a ser a não defesa de qualidade de vida para a população, pois se as características adquiridas não são transmitidas às novas gerações de que adiantaria a educação?

Além da discriminação em relação a grupos étnicos, percebe-se que o pensamento evolucionista também foi associado à discriminação de sexo. Isso pode ser notado na fala do próprio Darwin quando discute a seleção sexual na espécie humana.

A distinção principal nos poderes mentais dos dois sexos reside no fato de que o homem chega antes que a mulher em toda a ação que empreenda, requeira ela um pensamento profundo ou então razão, imaginação, ou simplesmente o uso das mãos ou dos sentidos. [...] Baseados na lei do desvio da média, tão bem ilustrada por Galton em seu livro *Hereditary Genius*, podemos também concluir que, se em muitas disciplinas os homens são decididamente superiores às mulheres, o poder mental médio do homem é superior àquele destas últimas (DARWIN, 1974, p.649).

Na década de 20, Leonard Darwin, filho de Charles Darwin, torna-se líder do movimento eugênico na Grã-Bretanha e é eleito presidente da Federação Internacional das Sociedades Eugênicas (BIZZO, 1995, p.43). Leonard Darwin defende a separação de famílias e a esterilização para impedir que as classes menos favorecidas se reproduzam. A defesa da raça superior e do ideal Eugênico tem seu ápice no nazismo. No Brasil o movimento eugênico também se fez presente, por exemplo, a proposta de branqueamento do país, excluindo todas as migrações não-brancas no 1º Congresso Brasileiro de Eugenismo em 1929 no Rio de Janeiro (GOULDIM, 1998).

### *Racismo*

A ciência estando imersa em valores e ideologias não é neutra. Isso é evidente se analisarmos os argumentos racistas que se ajustavam a cada nova descoberta da teoria da evolução.

Gould (1999) apresenta dois argumentos opostos utilizados em diferentes épocas para justificar a mesma opinião, o racismo. O primeiro argumento está relacionado com a teoria da recapitulação em voga no século XIX, conforme essa teoria a ontogenia (o desenvolvimento do indivíduo) recapitulava a filogenia (a história evolutiva das linhagens).

Ancorado nessa teoria, o racismo defendia que as crianças brancas passavam por todos os estágios adultos de seus ancestrais, enquanto que as crianças negras não chegavam ao estágio evolutivo alcançado pelas brancas. Conforme Gould (1999), com a queda da teoria da recapitulação na década de 20 e a formulação de uma teoria que propunha que os seres humanos se desenvolveram pela retenção de traços juvenis de nossos ancestrais (neotenia), era de se esperar uma onda de racismo contra os brancos. Entretanto, os dados utilizados para justificar o racismo para a teoria da recapitulação foram descartados e novos dados foram procurados para “provar” os traços juvenis dos brancos. Nesse exemplo, fica claro como as ideologias podem direcionar a pesquisa científica e o “olhar” com que os cientistas procuram e analisam os dados.

### *Capitalismo e marxismo*

A ciência e a economia não estão separadas. A teoria de Darwin foi elaborada no contexto liberal da Inglaterra, no qual estavam sendo defendidas as idéias de livre-competição, o próprio Darwin diz utilizar as idéias de Malthus na formulação do conceito de seleção natural. Portanto, o conceito de seleção natural foi influenciado pelo contexto econômico e social da época.

A ciência não é apenas influenciada pelos valores de uma sociedade, mas ao mesmo tempo influencia estes. A teoria da evolução de Darwin que surgiu inserida no próprio contexto da época passou a ser utilizada por seus contemporâneos para justificar o sistema social adotado. Os conceitos de competição, seleção natural e sobrevivência dos mais aptos foram rapidamente difundidos e apropriados pela burguesia inglesa (FONTES e MORAIS 1997). Conforme Fontes e Morais (1997), “a recontextualização ideológica das idéias de Darwin legitimaram o triunfo econômico e social da burguesia inglesa, o colonialismo dos

povos africanos e asiáticos, a exploração da mão-de-obra barata do proletariado inglês e a hierarquia social e racial” (p.119). O marxismo também encontrou no darwinismo uma forma de legitimar a luta de classes sociais (FONTES e MORAIS, 1997, p.119) e justificar o materialismo, pois a teoria da evolução proporcionava uma explicação coerente para o surgimento natural da vida e sua diversificação. Vê-se nesse exemplo como uma única teoria pode ser utilizada para diferentes propósitos.

### *Sociobiologia e determinismo biológico*

A sociobiologia pode ser definida como uma forma de explicar o comportamento humano tendo por base a biologia. Comportamentos tais como agressividade e violência sexual, são explicados por um mecanismo genético e pelo **determinismo biológico**. Isso é evidenciado quando se tenta achar genes relacionados com comportamentos sociais culturalmente produzidos. Um exemplo da aplicação desse determinismo biológico pode ser encontrado no livro “O animal Moral” de Robert Wright. O autor na tentativa de fazer uma “psicologia evolucionista”, olha para o comportamento humano guiado por uma visão preconceituosa. Isso fica claro no fragmento extraído do livro:

A tecnologia antitraição pode ser muito oportuna não só quando um homem tem uma companheira, mas antes, quando ainda vai escolhê-la. Se as mulheres disponíveis diferem em promiscuidade, e se as mais promíscuas tendem a ser esposas menos fiéis, a seleção natural poderia fazer os homens se inclinarem a fazer a correspondente discriminação. As mulheres promíscuas seriam bem-vindas como parceiras sexuais de curto prazo – e de certa forma até preferíveis, pois se pode conquistá-las com menos esforço. Mas não serviriam para esposas, por serem um conduto duvidoso para o investimento masculino nos filhos (WRIGHT, 1996, p.52).

Para Bizzo, o que Robert Wright faz é tentar justificar sua ideologia.

O ideólogo interpreta o mundo à sua volta projetando nele os valores de sua cultura e, tão satisfeito está com eles, acredita que seja pura coincidência encontrá-los fora da esfera de relações por ele construída. Com entusiasmo, e por vezes

inconscientemente, julga ter alcançado resultado tão legítimo, verdadeiro e abrangente que refaz o caminho de volta e percebe que pode explicar as relações sociais com a lógica que projetou na natureza. Os valores de sua cultura voltam revigorados, uma vez que seriam agora expressão do mundo natural, de Deus ou da seleção natural (BIZZO, 1996, p.12).

Portanto, a utilização de um determinismo biológico subestima a capacidade de aprendizagem e de criatividade humana e justifica o preconceito social com um falso “olhar científico”. O conceito de determinismo biológico, segundo Gould (1999), é diferente do conceito de **potencial biológico**. Este é definido pelas características genéticas que limitam quais são os atributos da espécie humana, mas não determinam o comportamento dos indivíduos que está muito mais ligado às relações sociais e a cultura. Portanto uma coisa é reconhecer que a espécie humana tem uma estrutura genética que coloca limites a sua potencialidade, outra é acreditar que genes podem moldar as reações das pessoas.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO PARA A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO E SUA PERSPECTIVA HISTÓRICA**

Destacam-se na presente dissertação como fundamentais para a formação do professor dois componentes básicos: o **conteúdo disciplinar** e as **relações socioculturais do conhecimento**. Considerando primordial para a Formação de Professores (Inicial e Continuada) a apropriação do conhecimento sistematizado da área específica de atuação do professor, em relação ao Ensino de Biologia, pode-se questionar qual o conhecimento sistematizado que deve estar acessível na Educação Formal e o qual o professor deve ter domínio. Reconhecendo a abrangência da disciplina Biologia e seu corpo de conhecimento, seria uma tarefa fatigante apenas decorar grupos de seres vivos e suas características. Portanto, o conhecimento biológico deve estar amparado em três vertentes: (1) no conceito de evolução biológica como eixo unificador dos conteúdos a serem ministrados, (2) nas relações

ecológicas que se dá entre os seres vivos e o meio ambiente e (3) no contexto histórico no qual os conceitos biológicos foram formulados, ou seja, na História da Biologia.

Sendo o conceito de evolução organizador de outros conteúdos na disciplina Biologia, é evidente a importância do professor de Biologia ter esse conceito bem fundamentado em seu pensamento. O conceito de evolução biológica além de permitir a compreensão de conteúdos específicos, como a constituição celular dos seres vivos com código genético similar, estruturas homólogas e outras, permite um conhecimento complexo contextualizado socialmente, por exemplo, quando são utilizados aspectos históricos da formulação do conceito de evolução biológica, pode-se relacionar o conceito de evolução com momentos históricos distintos, com a produção de conhecimento científico na sociedade e com as diferentes formas ideológicas que esse conceito foi utilizado. O professor como um intelectual transformador deve se preocupar em ter além dos conteúdos específicos de sua disciplina, uma formação geral consistente. É nesse sentido que a História da Biologia pode oferecer um caminho para trazer à tona a criticidade do professor, juntamente com sua reflexão das conseqüências éticas, ideológicas e sociais do conhecimento biológico.

Enfatizando o conteúdo e as relações socioculturais do conhecimento biológico, a seguir discriminamos os conceitos que estão na base da compreensão da teoria sintética da evolução aceita na atualidade e as relações entre ciência e história da biologia

### **3.1. TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO**

O conceito de evolução biológica da atualidade é complexo e está relacionado com outros conceitos fundamentais para sua compreensão. Destacam-se nos diagramas abaixo alguns termos, conceitos e suas relações. Nas figuras 1 e 2 são apresentados de forma simplificada os conceitos que fundamentam a compreensão da teoria sintética da evolução

aceita na atualidade (a mudança de frequência gênica dentro de uma população e o processo de especiação). Pode-se definir a evolução biológica dentro de uma população como a modificação da frequência de genes ao longo do tempo. Portanto a evolução **não** é um fenômeno finalista ou progressivo. A porcentagem de genes em cada período depende de um complexo de relações, como: os fatores ambientais (físicos e químicos), as competições intra-específicas (com indivíduos da mesma espécie) e interespecíficas (com indivíduos de outras espécies), fatores aleatórios (como a deriva genética), o fluxo de genes (dependente da emigração e imigração da área considerada) e a capacidade reprodutiva dos indivíduos considerados (que permite a passagem dos genes às novas gerações).

Assim, a compreensão dos aspectos microevolucionários da teoria sintética da evolução (figura 1) depende dos seguintes conceitos fundamentais:

- **Genes** – são unidades de hereditariedade transmissíveis e que mantêm sua identidade de geração para geração. Costumou-se pensar em um fragmento de DNA transcrito para RNA e codificado em um polipeptídeo, mas o conceito de gene é muito complexo e entre partes de um mesmo gene existem seqüências que não são codificados em proteínas (introns). Nesse sentido, a definição de **gene** utilizada por Dalkins (2001, p.54) 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”.
- **Genótipo** – “conjunto de genes que um organismo individual possui” (FUTUYMA, 2002, p. 581).
- **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).
- **Mutação** – é uma alteração na seqüência 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.

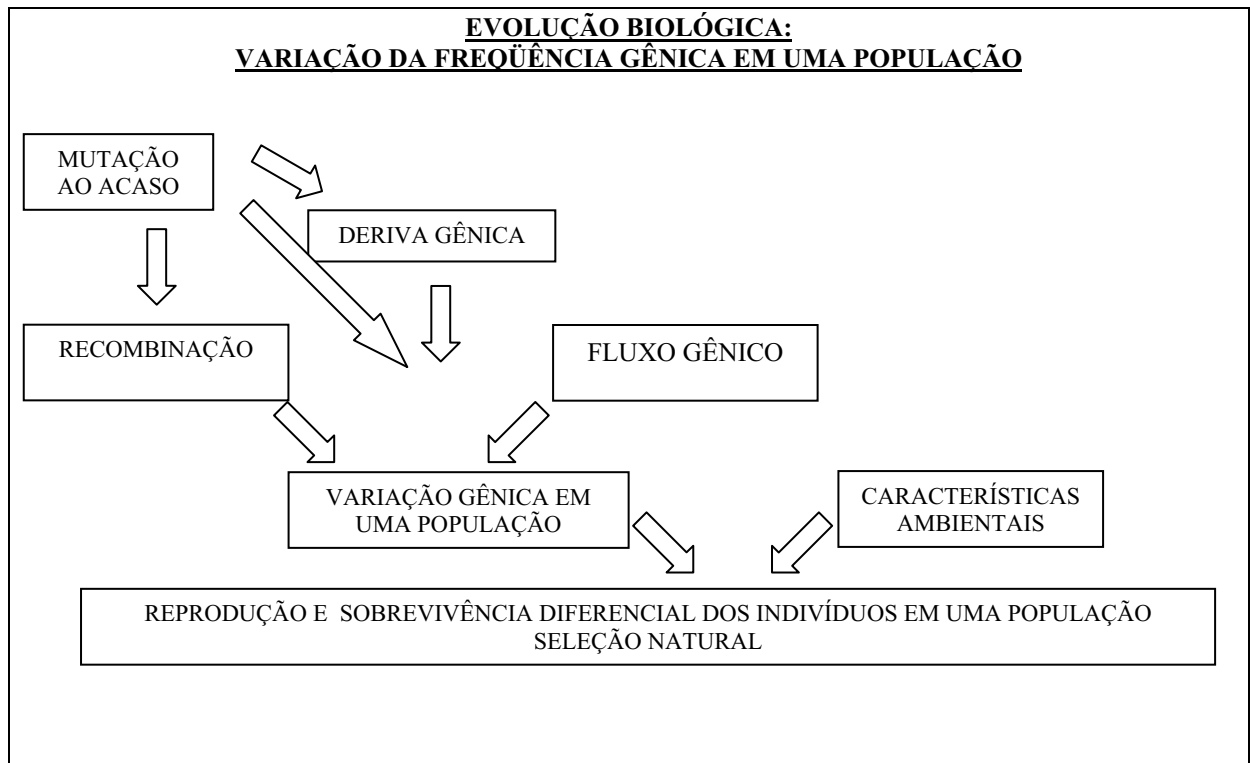
- **Recombinação genética** - Segundo Futuyma (2002, p. 63.) “a recombinação difere da mutação, porque ela é, usualmente, uma troca recíproca de DNA (genes) que em si mesmo não são alteradas”. Ela resulta de dois processos: a reprodução sexual e a formação de gametas diferentes daqueles que se uniram para formar o indivíduo.
- **Deriva genética** - mudança aleatória da frequência genética.
- **Fluxo gênico** – a variação gênica provocada pela migração entre populações.
- **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).

Além dos fatores ligados a microevolução, existem os fatores macroevolutivos, que estão relacionados a escala de tempo geológico e a compreensão da formação de novas espécies e táxons superiores. Microevolução e macroevolução não são opostas e a evolução deve ser entendida como uma síntese entre essas duas áreas. Alguns conceitos necessários ao entendimento de macroevolução são:

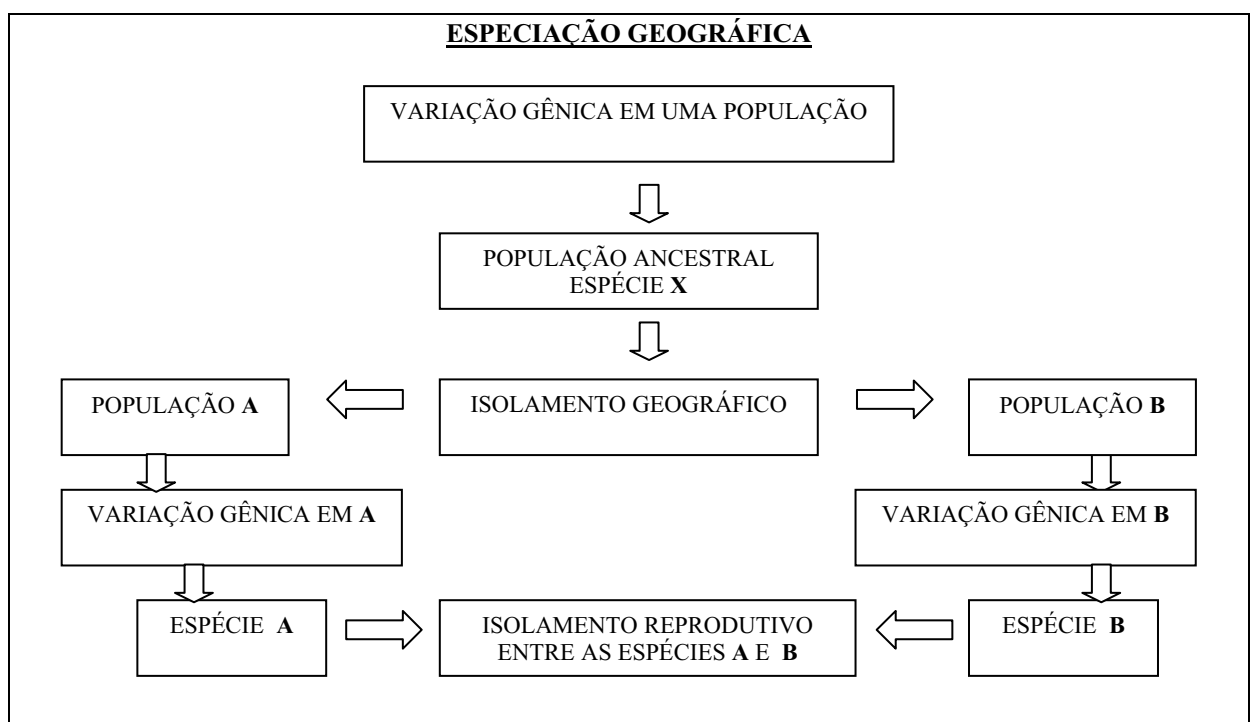
- **Especiação geográfica** - mecanismo pelo quais novas espécies são formadas devido ao isolamento em diferentes regiões.
- **Tempo Geológico** – deve ser entendido em referência a milhares e milhões de anos.
- **Filogenia** – genealogia de um grupo de táxons (por exemplo, espécies) ou genes.
- **Cladogênese** – ramificação da árvore filogenética através de especiação, ou seja, quando a partir de uma espécie ancestral originam-se duas ou mais espécies.
- **Anagênese** – mudança direcional dentro de uma única linhagem.

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.



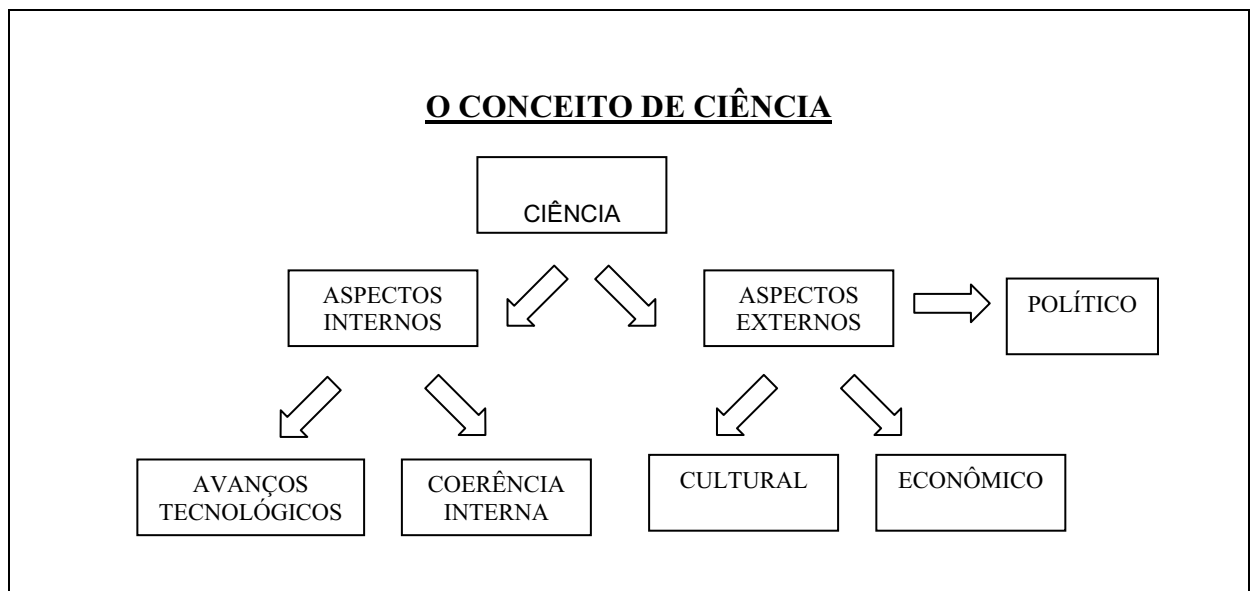
**Figura 1 - Evolução biológica: variação da frequência gênica em uma população.** Aponta os conceitos científicos básicos para a compreensão da evolução como uma relação da reprodução diferencial entre indivíduos e da variação de frequência gênica dentro de uma determinada população.



**Figura 2 – Especiação Geográfica.** Processo de especiação a partir de uma população ancestral X, com a formação de duas novas espécies (A e B).

### 3.2. O CONCEITO DE CIÊNCIA

Para o entendimento da construção da ciência é fundamental tanto a compreensão de aspectos internos da ciência (como por exemplo, o tipo de raciocínio que o cientista utiliza em seu trabalho e os avanços tecnológicos que possibilitam novas descobertas), como mecanismos externos, ou seja, quais fatores socioculturais estão interferindo no “fazer científico” (que tipo de pesquisa recebe financiamento, quais as crenças e valores que são subjacentes ao modo de pensar do cientista, entre outros). Essas relações estão demonstradas de forma simplificada no digrama abaixo (figura 3).



**Figura 3 – O conceito de ciência.** Representação dos aspectos internalistas e externalistas.

A compreensão da produção científica é fundamental para o exercício crítico da cidadania, auxiliando as decisões de apoio às novas pesquisas e decisões éticas. A alfabetização científica permite a apropriação do conhecimento sistematizado produzido pela humanidade e sendo o conhecimento uma forma de poder, instrumentaliza o indivíduo para a ação social transformadora e crítica.

Além disso, a concepção que o professor tem de ciência pode interferir na sua prática pedagógica. Becker (2001) associa as concepções empiristas, racionalistas e

construtivistas da ciência com as abordagens tradicional, inatista e relacional de concepções pedagógicas respectivamente. Segundo o autor, a compreensão epistemológica do professor de como se dá a produção da ciência e o conhecimento sobre o mundo, pode estar ligada à sua concepção de como o aluno aprende. Portanto, uma visão interacionista do conhecimento científico, que considere tanto a experiência como a imaginação e a criatividade, permite uma visão problematizadora do conhecimento no cotidiano da sala de aula. A visão problematizadora tenta trazer novos conteúdos para o ensino e não desconsidera os conhecimentos que os alunos possuem.

### **3.3. HISTÓRIA DA BIOLOGIA: POSSIBILIDADES DE UMA PERCEÇÃO DINÂMICA DA CIÊNCIA**

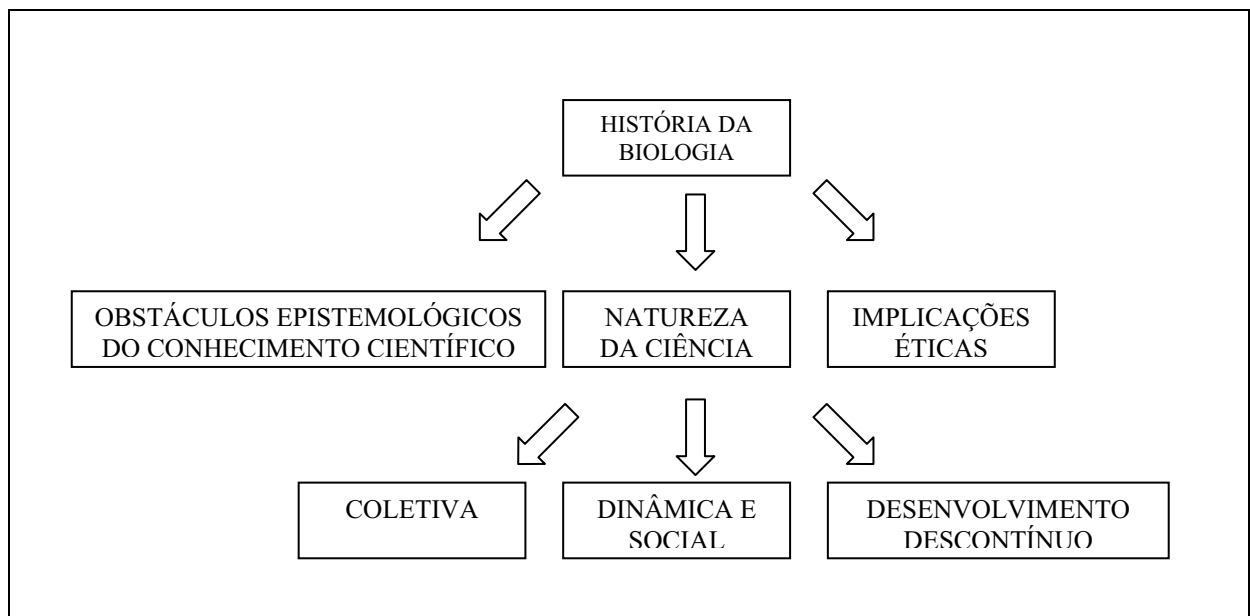
O conhecimento do conteúdo disciplinar a ser construído no contexto da sala de aula é fundamental para um ensino de qualidade. Faz parte do conteúdo a ser apreendido pelo professor de Biologia a “História da Ciência”. Segundo Brush (1989), a “História da Ciência” não é apenas uma coleção de livros e artigos a espera de ser tirado na prateleira e inserido no currículo, mas um empreendimento construído por pessoas com seus próprios objetivos.

O conhecimento de como o pensamento evolutivo vem sendo elaborado ao longo da história, não só permite uma compreensão aprofundada da natureza da ciência, mas também, elucida a coerência dos conceitos elaborados em cada época. Dessa forma, não se analisam conceitos construídos no passado com preconceitos, mas integrados a crenças e valores de determinada época e associados ao paradigma vigente.

Carvalho e Gil-Perez (2000) apontam a necessidade dos professores conhecerem aspectos da História da Ciência, não só pela cultura geral, mas para associarem os conhecimentos científicos com problemas que deram origem à sua construção, entendendo

dessa forma os obstáculos epistemológicos superados pelos cientistas. Além disso, conhecer diferentes formas de pensar a diversidade biológica ao longo da história, permite que os professores compreendam idéias e concepções encontradas entre seus alunos.

Sendo a evolução o eixo unificador do conhecimento biológico, a história da formulação desse conceito é imprescindível para a formação do professor de Biologia. Sugere-se que esse tema seja abordado não apenas no âmbito dos conceitos e problemas internos da ciência, mas enfocando aspectos externos que destaquem a construção humana da ciência. Nesse sentido, a formação continuada de professores com um espaço para a discussão não só de aspectos de aprendizagem e ensino, mas também de conteúdos disciplinares, no qual faz parte a História da Ciência, faz-se necessária.



**Figura 4 - História da Biologia.**

**CAPÍTULO III – EDUCAÇÃO, ENSINO DE BIOLOGIA E CONTEÚDO  
ESPECÍFICO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

**1. BIOLOGIA, ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E FORMAÇÃO PARA A  
CIDADANIA**

O Ensino Médio (componente da Educação Básica) tem como objetivo formar o aluno para atuar criticamente na sociedade e continuar seu processo de aprendizagem ao longo de sua vida. Nesse contexto, a formação biológica do aluno do Ensino Médio deve priorizar a compreensão de processos básicos do contexto no qual ele está inserido.

Segundo Krasilchik (1996),

admite-se que a formação biológica contribua para que cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna; enfim, o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leve em conta o papel do Homem na Biosfera (KRASILCHIK, 1996, p.1).

Na sociedade atual, a tecnologia está na base da vida cotidiana e nas relações de trabalho, portanto, a alfabetização do indivíduo é muito mais que aprender a ler e escrever. Alfabetizar abrange também a compreensão da ciência, seus procedimentos, e as consequências éticas e sociais do conhecimento científico.

Para a formação de um aluno de Ensino Médio crítico e alfabetizado cientificamente, pode-se questionar o perfil de professor de Biologia que estará trabalhando nessa etapa da educação. Para atender o objetivo de educar criticamente, é necessário que o professor também seja crítico, reflexivo e fundamentado teoricamente. Assim, os próximos tópicos tratarão da formação do professor, de sua fundamentação teórica, e os eixos que perpassam o conteúdo da Biologia. Enfatizam-se como eixos básicos da Biologia a compreensão do conceito de evolução biológica, a História da Biologia e o conceito de ciência.

## **2. CONTEÚDO ESPECÍFICO E CONTEXTO SOCIAL: UMA FORMAÇÃO REFLEXIVA PARA PROFESSORES**

A educação em um sentido mais amplo pode ser vista como intrínseca as próprias relações sociais que ocorrem dentro de uma cultura (Brandão, 1985). A família, a igreja, a escola, o sindicato e outros núcleos comunitários “educam”. Dessa forma, valores e ideologias presentes na sociedade são transmitidos de geração a geração pela educação e cultura.

Em um sentido mais restrito, pode-se denominar a educação que ocorre dentro do espaço escolar de educação formal. Apesar da escola constituir-se em um espaço que reproduz de certa forma as relações sociais que existem na sociedade como um todo, a educação formal é caracterizada por permitir que os alunos apropriem-se de um corpo de conhecimentos sistematizados produzido ao longo da história humana e desenvolva um pensamento crítico perante a sociedade no qual eles estão inseridos. Para isso, o ensino deve iniciar da própria prática social, proporcionar a apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários ao equacionamento dos problemas detectados no cotidiano, elaborar uma nova forma de entendimento da sociedade e chegar a uma ação social crítica. (SAVIANI, 2000).

Para contemplar os objetivos da educação formal, infere-se que os cursos formadores de professores (no caso dessa dissertação, os cursos de licenciaturas) devem abranger alguns pontos fundamentais: (1) a apropriação do conhecimento sistematizado relacionado com a disciplina específica, (2) a apropriação do conhecimento sistematizado relacionado às disciplinas pedagógicas, (3) a relação entre conhecimentos específicos, conhecimentos pedagógicos e sua prática, (4) o desenvolvimento de um **pensamento crítico** dos professores perante a realidade, e (5) a **formação reflexiva** dos professores sobre sua prática, sobre seu conhecimento e sobre seu mundo.

Em relação aos três primeiros pontos, o professor deve ter domínio tanto do conteúdo específico quanto do pedagógico. No contexto da sala de aula, o professor deve atuar em conjunto com seus alunos para construir um conhecimento centrado em uma pedagogia relacional, ou seja, em uma pedagogia em que o conhecimento não é transmitido e nem inato, mas construído no contexto da sala de aula pela problematização do conhecimento e pela relação recíproca entre professor e aluno (BECKER, 2001). Portanto, é importante na



educação formal tanto a forma que alunos e professores estruturam o conhecimento, quanto a apropriação do conteúdo disciplinar.

Quanto ao pensamento crítico, Chauí (1995) considera que ele é desenvolvido a partir de duas características da atitude filosófica.

A primeira característica da atitude filosófica é **negativa**, isto é, um dizer não ao senso comum, aos pré-conceitos, aos pré-juízos, aos fatos e às idéias da experiência cotidiana, ao que “todo mundo diz e pensa”, ao estabelecido.

A segunda característica é **positiva**, isto é, uma interrogação sobre o que são as coisas, as idéias, os fatos, as situações, os comportamentos, os valores, nós mesmos. É também uma interrogação sobre o porquê disso tudo e de nós, e uma interrogação sobre como tudo isso é assim e não de outra maneira. O que é? Como é? Essas são as indagações fundamentais da atitude filosófica.

A face negativa e positiva da atitude filosófica constitui o que chamamos **atitude crítica e pensamento crítico**. (CHAUI, 1995, p.12).

Assim, a formação de professores deveria promover um pensamento crítico, questionador, que analisa a realidade e o cotidiano com argúcia investigativa, que questiona a forma como a sociedade está estruturada e delinea possibilidades para a transformação social.

Como **formação reflexiva**, entende-se o ato de pensar sobre as seguintes questões: Qual o conteúdo a ser ensinado? Qual a relação que esse conteúdo tem com aspectos sociais, culturais e econômicos? Como permitir que os alunos apropriem-se desse conteúdo? Como avaliar se os alunos aprenderam o conteúdo a ser ensinado? Como a organização da escola está interferindo no trabalho docente? Que relações sociais são reproduzidas no espaço escolar? Ou seja, não só pensar a prática realizada, mas o conteúdo a ser ensinado e a crítica à sociedade.

Segundo Zeichner (1993), a prática do professor está fundamentada em uma ou outra teoria, quer ela seja reconhecida quer não. A reflexão pode trazer à superfície a relação entre teorias e práticas do professor para análise crítica e discussão. Essa reflexão não deve ser solitária mas, caminhar para a discussão com seus pares e dialogar com as pesquisas realizadas nas universidades e institutos. Isso não significa que o professor deva aceitar tudo o que é produzido nas universidades, pois o professor também constrói saberes no contexto da

sala de aula, mas que deve existir um diálogo recíproco entre esses dois espaços de produção de conhecimento.

Zeichner (1993) ressalta que alguns obstáculos à aprendizagem do professor em uma prática investigativa estão relacionados ao entendimento dos termos *reflexão*, *ensino reflexivo* e *prático reflexivo*. A utilização desses termos sem a especificação dos sentidos apropriados cria a ilusão de desenvolvimento docente que mantém de forma mais sutil a posição subserviente do professor no processo educativo.

Zeichner (1993) destaca quatro características na forma como o conceito de reflexão tem sido utilizado que debilitam a intenção educativa dos professores: (1) insistência para que os alunos-mestres reflitam sobre seu método de ensino com o objetivo principal de aplicarem na sua prática aquilo que a investigação empírica universitária considera eficaz. Assim as teorias parecem ter apenas um sentido da Universidade para o Professor, não levando em consideração as teorias que os professores constroem na própria prática. Portanto, deve existir um diálogo entre universidade (pesquisas produzidas) e professores (saberes produzidos no decorrer da prática em sala de aula na relação professor-aluno); (2) limitação do processo reflexivo às estratégias de ensino (os meios de instrução) e exclusão dos objetivos e conteúdos de ensino; (3) ausência nas considerações das condições sociais do ensino que influenciam o trabalho do professor na sala de aula; e (4) insistência no trabalho individual do professor. O desafio intelectual e o apoio social são importantes na medida em que ajudam a clarificar aquilo em que se acredita e encorajar para as etapas seguintes.

Considerando os obstáculos evidenciados por Zeichner (1993), conclui-se que muita importância tem se dado à reflexão sobre os meios de instrução, mas o mesmo não tem ocorrido sobre os conteúdos do ensino e os aspectos sociais relacionados à educação. Assim, os professores conseguem elaborar e pensar em técnicas adequadas e estimulantes para seus alunos, mas não dominam os conteúdos específicos a serem ensinados dentro de sua

disciplina. Essa posição é defendida, por exemplo, por Caldeira e Bastos (2002) em um estudo realizado com 25 professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, no qual perceberam que os professores tinham facilidade em elaborar atividades motivadoras para os alunos, mas que, “com exceção de uma única professora, apresentavam dificuldades conceituais bastante sérias em relação ao conteúdo de ciências que ensinam a seus alunos” (CALDEIRA E BASTOS, 2002, p. 214).

Em relação à ausência dos aspectos sociais, como verificados por Zeichner (1993), assume-se nessa dissertação o professor como um **intelectual transformador** que faça a ligação de sua disciplina com aspectos sociais, econômicos, políticos, históricos e culturais. Como **intelectual**, entende-se que o professor precisa estar sempre em busca de conhecimentos não só referentes à sua área de ensino, mas também das outras áreas, tendo uma cultura geral bem fundamentada e sendo capaz de ter um conhecimento multidisciplinar. Como **transformador**, entende-se que não basta o professor ter um conhecimento erudito, mas que esse conhecimento tem que estar à disposição de uma construção social justa e igualitária.

Para Giroux,

Ao se considerar os professores como intelectuais transformadores, torna-se possível esclarecer e recuperar a noção básica de que toda a atividade humana envolve alguma forma de pensamento. Isto é qualquer atividade, por mais rotineira que seja, depende, em alguma medida, do funcionamento da inteligência. Esta é uma questão crucial, porque ao se argumentar que o uso da mente é uma parte básica de toda atividade humana, nós dignificamos a capacidade do homem de integrar pensamento e prática e, ao fazer isso, desvelamos o núcleo daquilo que significa considerar os professores como professor reflexivo (GIROUX, 1992, p.21).

Segundo Giroux (1992, p.21-22) a categoria de professor como Intelectual permite elaborar uma crítica “às ideologias que legitimam as práticas sociais que separam, de um lado conceitualização, projeto e planejamento, e, de outro, os processos de implementação e execução”. Portanto, mesmo definindo como **intelectuais** todos seres humanos, pois *o uso*

*da mente é uma parte básica de toda a atividade humana*, a categoria de Intelectual serve para defender o professor como reflexivo em oposição às pedagogias racionalistas e tecnicistas de ensino que vêem o professor como mero executor de programas e decisões que são tomadas no âmbito governamental e/ou nas universidades.

Giroux utiliza a concepção teórica defendida por Antonio Gramsci, na qual “todos os homens e mulheres são intelectuais, mas nem todos funcionam na sociedade como tais” (GIROUX, 1992, p.27). Giroux, tendo como base **a natureza política** do trabalho intelectual, define quatro categorias: 1) intelectuais transformadores; 2) intelectuais críticos; 3) intelectuais adaptados; 4) intelectuais hegemônicos. Os **intelectuais transformadores** devem “tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico” (GIROUX, 1992, p.32). Tornar o pedagógico mais político significa inserir a educação diretamente na esfera política, tornando a escola um espaço para onde poder e política operam dentro de condições históricas e limites estruturais específicos. Tornar o político mais pedagógico significa utilizar formas de pedagogia que:

[...] tratem os estudantes como agentes críticos, utilizem o diálogo e tornem o conhecimento significativo [...] pedagogicamente, o ponto de partida para tais intelectuais não é o aluno isolado, mas os estudantes como atores coletivos em suas várias características de classe (GIROUX, 1992, p.33).

Os **intelectuais críticos** discutem e refletem sobre as desigualdades sociais, mas não se reconhecem fazendo parte de nenhuma formação social. Os **intelectuais adaptados** são aqueles que reproduzem os discurso e práticas da classe dominante, mas não estão conscientes disso. Os **intelectuais hegemônicos** defendem conscientemente os interesses das classes dominantes.

No sentido de engajamento político, pensamento crítico e inserção de aspectos políticos-culturais na educação escolar, defende-se na presente dissertação a categoria de **intelectual transformador** de Giroux. O Professor como um **intelectual transformador**

reconhece que sua prática depende não só da sala de aula e de seus conhecimentos, mas também da organização escolar e da estrutura social como um todo. O professor transformador percebe que enfrenta problemas tais como: (1) salas com número excessivo de alunos; (2) professores lecionando em várias escolas (o que além de tornar o horário do professor “picado”, não permite uma maior aproximação com a comunidade escolar); (3) salários baixos; e (4) a falta de um trabalho coletivo de discussão sobre conteúdos específicos e reflexão de sua prática. O professor que tem consciência das dificuldades que enfrenta e possuindo uma formação profissional adequada, engaja-se socialmente na busca de condições para uma educação com qualidade. Porém, além de defender o engajamento do professor na luta social, defende-se que o professor deve ter acesso e permitir a apropriação do conhecimento sistematizado que foi elaborado ao longo da história humana.

#### **4. O CURRÍCULO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE BIOLOGIA**

Salienta-se que a transformação na Formação de Professor deve iniciar com a modificação da própria estrutura curricular das faculdades, que em geral separam as matérias específicas das pedagógicas, sendo estas últimas vistas nos últimos anos de Faculdade. Como exemplo, descreve-se a Estrutura Curricular do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do período diurno no qual foi realizada a pesquisa. O curso diurno tem duração de 4 anos e a estrutura curricular descrita foi implantada em 1998. Nota-se que as disciplinas relacionadas à Educação aparecem somente a partir do 4º Termo<sup>14</sup>. Além disso, a disciplina Evolução que deveria ser norteadora de todo o curso de ciências Biológicas aparece apenas no 5º Termo.

---

<sup>14</sup> O **Termo** na grade curricular corresponde ao semestre cursado na licenciatura em ciências Biológicas.

Quanto às disciplinas optativas, dentre as 49 oferecidas, nenhuma se relaciona à área de humanas e apenas uma se relaciona diretamente com Evolução (Filogenia dos Vertebrados). Portanto, nenhuma disciplina, nem entre as optativas, relaciona-se com a História e Filosofia da Ciência e Biologia.

Dada a própria complexidade do tema “evolução biológica” e a sua interdisciplinaridade, em um curso de Biologia a evolução deveria ser um tema discutido em todas as disciplinas. Abordá-lo somente num semestre na disciplina “Evolução”, não é suficiente para uma compreensão sistemática desse tema, devido a sua natureza integradora. A disciplina evolução é integradora e de síntese, mas é necessária a colaboração entre as disciplinas no ensino desse tema, possibilitando destacar as relações das diferentes disciplinas com os aspectos evolutivos destas. Além disso, se a evolução é o eixo unificador da Biologia, porque a disciplina “Evolução” só é ministrada no 5º Termo (primeiro semestre do terceiro ano do curso)? Para o aluno de Biologia estar utilizando a evolução como um eixo unificador na sua compreensão durante todo o curso, ele precisa ter esse conceito bem fundamentado. Portanto, a disciplina “Evolução” deveria estar colocada no 1º Termo, para que desde o início do curso de Biologia a integração com outras disciplinas fosse realidade.

Outro fator que influencia o entendimento do conceito de evolução é sua natureza controversa, entrando em conflito com crenças, questões sociais e ideologias presentes na sociedade. A História da Biologia pode auxiliar a discussão desses temas controvertidos, evidenciando de forma delicada as diferentes formas de pensar a diversidade dos seres vivos. Apesar de defender que a História da Biologia e da construção do pensamento científico devem ser temas discutidos ao longo de todo o curso de Ciências Biológicas, é necessário um espaço próprio para discutir de forma sistematizada esse conhecimento. Seria coerente existir dentro de um curso de Ciências Biológicas uma disciplina específica para a discussão de “História e Filosofia da Ciência”.

Portanto, um dos aspectos que pode começar a contribuir por uma visão mais complexa e fundamentada do tema “Evolução Biológica” é a própria mudança curricular dos cursos de Ciências Biológicas. Estes devem permitir uma formação integral que permita relacionar a Biologia com o contexto social no qual está inserida.

**Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas – Período Diurno**

1º TERMO
Morfologia Vegetal I
Invertebrados I
Física Geral
Química Geral
Biologia Celular
Geologia e Paleontologia
2º TERMO
Embriologia
Invertebrados II
Bioestatística
Bioquímica
Histologia
Morfologia Vegetal II
Matemática Aplicada
3º TERMO
Genética I
Biofísica
Anatomia Humana e Animal
Vertebrados
4ºTERMO
Genética II
Psicologia da Educação
Sistemática Vegetal
Fisiologia Humana
Microbiologia
5º TERMO
Evolução
Fisiologia Animal
Didática
Fisiologia Vegetal
6º TERMO
Ecologia Geral
Recursos Econômicos Vegetais
Educação em Saúde Pública
E. F. E. Fundamental e Médio
Prática de Ensino de Ciências e Biologia I
7º TERMO
Ecologia Vegetal
Ecologia Animal
Prática de Ensino de Ciências e Biologia II
Prática de Ensino de Ciências e Biologia III
8º TERMO
Imunologia
Prática de Ciências e Biologia IV
Prática de Ciências e Biologia V
Trabalho de Conclusão

**Tabela 1 - Grade curricular do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Pública onde foi realizada parte da pesquisa**



## CAPÍTULO IV - O CONTEXTO DA PESQUISA

### 1. INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA

A presente pesquisa possui caráter qualitativo na medida em que prioriza uma análise em “profundidade” dos dados ao invés da “quantidade”. Bogdan e Biklen (1994) destacam cinco características na investigação qualitativa: (1) tem como fonte direta de dados o ambiente natural e o investigador como instrumento principal; (2) é descritiva; (3) existe um grande interesse pelo processo; (4) Existe uma tendência a analisar os dados de forma indutiva; e (5) o **significado** é de importância vital na abordagem qualitativa.

A investigação qualitativa é descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.48).

As estratégias dominantes de pesquisa foram a utilização de questionários e entrevistas semi-estruturadas, nas quais questões gerais foram focalizadas em três eixos: **Evolução, Ciência e História da Biologia**. Segundo Bogdan e Biklen (1994), mesmo quando existe um roteiro, “as entrevistas qualitativas oferecem ao entrevistador uma amplitude de temas considerável, que lhe permite levantar uma série de tópicos e oferecem ao sujeito a oportunidade de moldar seu conteúdo” (p.135). A escolha de entrevistas semi-estruturadas está de acordo com um dos objetivos da pesquisa que é compreender como professores de Biologia entendem o conceito de ciência, evolução e história da construção do conceito de evolução biológica. “Nas entrevistas semi-estruturadas fica-se com a certeza de se obter dados comparáveis entre os vários sujeitos” (p. 135).

Através de estratégias tais como questionários e entrevistas foram coletados os dados constituintes da parte empírica da pesquisa. Os questionários foram utilizados como instrumentos qualitativos que permitiram a obtenção de um conjunto diversificado de respostas dos sujeitos participantes da pesquisa. Os dados constituídos nos questionários foram analisados através de leitura atenta e tentativa de encontrar frases, padrões e/ou palavras que pudessem ser constituídas em categorias qualitativas comuns entre os sujeitos. As categorias foram dispostas em tabelas por sujeito para facilitar a visualização e a interpretação. As entrevistas foram realizadas com um número menor de sujeitos, escolhidos de forma aleatória entre aqueles que já haviam respondido o questionário, e analisadas individualmente, sendo destacados frases, palavras e questões ideológicas que demonstrassem a forma de pensar do sujeito entrevistado.

A base de análise qualitativa dos dados está na perspectiva que a experiência humana é mediada pela interpretação, sendo que nem os objetos, nem as pessoas, nem as situações são dotados de **significado** próprio. O **significado** que as pessoas atribuem às suas experiências, bem como o processo de interpretação, são elementos essenciais àquilo que é a

experiência. Dessa forma, qualquer pesquisa que objetiva compreender as concepções que os professores apresentam sobre diferentes temas, tem que levar em consideração suas subjetividades e a construção de seus significados mediados por interações sociais, econômicas e políticas.

Destaca-se, que sendo o **significado** passível de negociação, pode ser influenciado por pessoas que vêem as coisas de modo diferente. Aí está o espaço para o ensino-aprendizagem e para a negociação de significados que ocorre dentro de uma sala de aula e em uma formação contínua do professor.

## **2. MOMENTOS DA PESQUISA**

A pesquisa está constituída em duas partes principais: (1) reconstrução histórica do conceito de evolução biológica, a qual é perpassada pela concepção de uma ciência dinâmica e construída socialmente e (2) uma pesquisa empírica fundamentada na investigação qualitativa, que utiliza como estratégias de investigação questionários e entrevistas semi-estruturadas.

### **2.1. RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Procurou-se nessa fase rever aspectos relacionados à construção do conceito de evolução biológica. Os tópicos abordados foram:

- Conceito tipológico de espécie e seus fundamentos no pensamento de Platão e Aristóteles.
- Os primórdios do pensamento evolucionista.
- As discussões sobre a formação da terra: uniformitarismo x catastrofismo.

- Lamarck e suas contribuições para a Biologia.
- Charles Darwin, seleção natural e contexto social da Inglaterra.
- Teoria da evolução e a procura de um modelo de herança genética.
- Controvérsias do início do século XX em relação à teoria evolutiva
- A Teoria Sintética da Evolução: uma tentativa de unificar o conhecimento genético e a história natural.
- As discussões atuais sobre a teoria evolutiva.
- Manifestações ideológicas do pensamento evolutivo

A pesquisa histórica foi utilizada para a elaboração de um texto de apoio (disponibilizado aos professores que foram entrevistados) e para a fundamentação de uma Orientação Técnica oferecida na Diretoria de Ensino de Bauru e para aulas ministradas em um curso de Ciências Biológicas da mesma cidade. A reconstrução histórica dos tópicos enumerados relacionados à História da Biologia está sistematizada no Capítulo II desta dissertação. O texto de apoio oferecido para os professores tem a mesma estrutura dos tópicos **1.** e **2.** do Capítulo II. A diferença entre eles é que algumas referências foram acrescentadas na redação do capítulo dessa dissertação expandindo o texto que foi disponibilizado aos professores.

A reconstrução histórica também permitiu a elaboração de categorias referentes à construção do conceito de evolução biológica. Essas categorias históricas foram utilizadas na análise das entrevistas para obter aproximações entre as concepções apresentadas pelos sujeitos da pesquisa e concepções presentes na história do pensamento evolutivo.

## 2.2. PARTE EMPÍRICA DA PESQUISA

A pesquisa com a formação inicial de professores foi realizada com alunos que cursavam a disciplina Evolução, no primeiro semestre de 2003, em um curso de Ciências Biológicas de uma Universidade Pública. Participaram da pesquisa duas turmas de períodos diferentes. A turma do período diurno era constituída de 23 alunos, enquanto a do período noturno era de 28 alunos.

Para a pesquisa com a formação continuada de professores de biologia havia sido planejado uma aproximação dos professores de Biologia da rede estadual de ensino de Bauru com o conteúdo histórico relacionado ao conceito de evolução através de um curso de extensão cultural de 32 horas. Para isso, encaminhou-se um projeto para a Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP) denominado “História do Pensamento Evolutivo e o Ensino de Biologia”, que seria realizado na Diretoria de Ensino de Bauru. O curso foi aprovado e teria início em 21 de Outubro de 2002, mas não pode ser realizado, pois era necessário o comparecimento de 25 professores de Biologia com disponibilidade fora de seu horário de serviço para que a CENP autorizasse a realização do curso, entretanto compareceram apenas 15 professores. Com a ocorrência desse fato, a Diretoria de Ensino sugeriu uma Orientação Técnica de 8 horas, na qual os professores poderiam ser dispensados por um dia do seu serviço. Sabendo das limitações de tempo e que não seria possível discutir em profundidade o tema em questão, a Orientação Técnica foi realizada no dia 12 de Novembro de 2002 com o propósito de aproximar os professores de aspectos históricos da Biologia. A influencia da Orientação Técnica pode ser percebida nas entrevistas realizadas. Apesar do pequeno período de realização e do grande número de professores presentes (participaram da Orientação Técnica 36 professores de Biologia da rede Estadual de Ensino de Bauru), acreditamos que essa aproximação com aspectos da História da Biologia fez

alguns professores “despertar” para uma visão mais complexa e dinâmica da produção da ciência, o que pode ser verificado em fragmentos de entrevistas analisadas.

### **2.2.1. LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA, EVOLUÇÃO E HISTÓRIA DO PENSAMENTO EVOLUTIVO DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA E INICIAL POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS**

Foram utilizados como instrumento de pesquisa questionários para o levantamento das concepções de ciência, evolução e história do pensamento evolutivo dos professores de biologia em formação continuada e dos alunos de um curso de ciências biológicas em formação inicial.

#### **2.2.1.1. FORMAÇÃO INICIAL**

O questionário aplicado aos alunos de um curso de ciências biológicas no início da disciplina “evolução” constou de cinco questões (Apêndice A) e foi respondido por 43 alunos que estavam presentes na sala de aula nos dias da aplicação do questionário (19 alunos do diurno e 24 do noturno). As duas turmas que responderam os questionários cursavam a disciplina “Evolução” no primeiro semestre de 2003. O questionário versava sobre os conceitos de ciência, evolução e história da formulação do conceito de evolução biológica.

#### **2.2.1.2. FORMAÇÃO CONTINUADA**

O questionário aplicado aos professores em formação continuada foi respondido por 36 professores de Biologia (Apêndice B) pertencentes a rede estadual de ensino da região

de Bauru. Estes professores estavam na Diretoria de Ensino de Bauru, pois participariam da Orientação Técnica “História do Pensamento Evolutivo e o Ensino de Biologia”.

No início da Orientação Técnica (12 de Novembro de 2002) foi distribuído um questionário inicial que constava de 17 questões (Apêndice B) e que foi respondido por 36 professores de Biologia. As questões eram referentes à formação do professor e aos conceitos de ciência e evolução. As questões de 1 a 7 estiveram amparadas no trabalho de Cicillini (1991), que fez um estudo relacionando o uso do livro didático e o conceito de evolução. Estas questões serviram para caracterizar o professor, isto é, sua formação, sua situação profissional, o tempo de magistério e os recursos que ele utiliza para se desenvolver como profissional e trabalhar na sala de aula. As questões de 9 a 17 versaram sobre os conceitos de ciência, evolução e história da construção do conceito de evolução biológica.

## **2.2.2. PROFESSORES DE BIOLOGIA E A APROXIMAÇÃO COM ASPECTOS HISTÓRICOS DA FORMULAÇÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.**

### **2.2.2.1 FORMAÇÃO INICIAL**

Em relação à formação inicial de professores de Biologia, foram ministradas pela pesquisadora duas aulas (4 horas cada aula, sendo uma para a turma do período diurno e outra para a turma do noturno) em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Nessas aulas foram abordados os fundamentos históricos descritos no tópico **2.1.** deste capítulo. Apesar do pouco tempo de aula ministrada pela pesquisadora (4 horas), o professor responsável pela disciplina “evolução” deste curso abordou aspectos históricos da construção do conceito de evolução biológica em outros momentos posteriores a aula ministrada pela pesquisadora

através dos filmes<sup>15</sup>: “O vento será sua Herança” (Stanley Kramer, 1960), relacionado a polêmica criacionismo versus evolucionismo; o filme “Charles Darwin” (Série Gênio - gravado a partir da rede de TV GNT) e o filme “Os segredos da evolução” que trata de novas teorias como a do gene egoísta e a do altruísmo de Willian Hamilton (gravado da série “Como Fazer?” da TV escola - secretaria da Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação). As interferências das aulas ministradas pela pesquisadora e das aulas que abordaram aspectos históricos do pensamento evolutivo são observadas na análise das entrevistas realizadas quando os alunos comentam sobre as aulas ou sobre o texto de apoio disponibilizado.

#### **2.2.2.2. FORMAÇÃO CONTINUADA**

Quanto a formação continuada de professores, foi realizada no dia 12 de novembro de 2002 uma Orientação Técnica de oito horas intitulada “História do Pensamento Evolutivo e o Ensino de Biologia” para 36 professores (formação continuada) pertencente a rede pública estadual da Diretoria de Ensino de Bauru. Nesta orientação foram abordados os aspectos históricos descritos no tópico **2.1.** deste capítulo. Os aspectos históricos dessa Orientação Técnica pretendiam promover uma aproximação entre os professores de Biologia e a História da Ciência, possibilitando uma visão dinâmica da ciência e a relação da reconstrução histórica e o Ensino de Biologia.

Nessa Orientação foram discutidos alguns textos e figuras retirados da mídia (jornais e revistas), no qual ocorrem distorções no conceito de evolução biológica aceito na atualidade. Os textos e figuras que apresentavam distorções e que foram analisados durante a

---

<sup>15</sup> **Filmes utilizados:** BRITTEN, K. (editor). **Charles Darwin.** (Série Gênio). /KRAMER, S. **O vento será sua herança,** 1960. /**Os segredos da evolução.** TV escola. Como fazer? MEC/ Secretaria da Educação Média e Tecnológica.



Orientação Técnica foram: “Barriga, fruto da evolução?” (Estado de São Paulo/14 de setembro de 2002), “O destino das bestas inteligentes” (Super Interessante/julho de 2000), “Se os seres humanos fossem feitos para durar” (Scientific American Brasil/ setembro de 2002), “Escolas dos EUA usam Bíblia nas aulas de ciências” (Estado de São Paulo/22 de agosto de 2002). De forma geral, os professores perceberam que muitas notícias não condiziam com as figuras e com os títulos. E que muitas das falas de cientistas e especialistas eram distorcidas pelos autores das reportagens. As figuras apresentadas passavam a idéia de uma evolução finalista, e este foi um gancho utilizado para explicar o pensamento teleológico.

Após as discussões dos textos e figuras retirados da mídia, foi realizada uma exposição da construção histórica do conceito de evolução biológica. Em seguida foi apresentado um fragmento do filme “O vento será sua herança” (Stanley Kramer, 1960), que reconstitui um processo ocorrido no Tennessee em 1925, no qual o professor é preso e julgado por ensinar a teoria evolutiva. A seguir foi discutida a controvérsia entre religião *versus* evolução biológica e a utilização ideológica do conceito de evolução. Na finalização, foram realizadas reflexões, em um grupo de discussão, sobre os conceitos de evolução, ciência, história da ciência e ensino.

A repercussão da Orientação Técnica e do texto de apoio (disponibilizado aos professores entrevistados) é observada na análise das entrevistas quando os professores referem-se a estes.

### **2.2.3. REALIZAÇÃO DE ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA**

#### **2.2.3.1. FORMAÇÃO INICIAL**

Entre os alunos de Graduação do curso de Ciências Biológicas, foram escolhidos, de forma aleatória, cinco alunos do diurno e 5 alunos do noturno para a realização das entrevistas. O texto de apoio elaborado havia sido disponibilizado, como material complementar às aulas, para que os alunos tirassem fotocópias caso fosse de interesse. O roteiro das entrevistas realizadas com os alunos em formação inicial consta no Apêndice C. As entrevistas foram gravadas em fita cassete para áudio e transcritas na íntegra.

#### **2.2.3.2. FORMAÇÃO CONTINUADA**

Na Orientação Técnica com os professores de Biologia em formação continuada foi passada uma lista para que os professores colocassem nome e telefone para a possibilidade de um contato posterior. Desta lista foram escolhidos, de forma aleatória, 7 professores para a realização das entrevistas. Para cada professor que iria ser entrevistado foi entregue um texto de apoio sobre os aspectos históricos da construção do conceito de evolução biológica abordados durante a Orientação. Uma semana após a disponibilização desse material foi realizada a entrevista. O texto de apoio servia para sistematizar os tópicos discutidos na Orientação. O roteiro das entrevistas realizadas com os professores em formação continuada pode ser visto no Apêndice D. As entrevistas foram gravadas em fita cassete para áudio e transcritas na íntegra.

### **3. OS DADOS CONSTITUÍDOS**

Tanto os questionários quanto as entrevistas foram analisados de forma qualitativa. As falas dos sujeitos nos questionários foram organizadas em tabelas (Apêndices E e F) para facilitar a visualização e a comparação entre as categorias das falas dos diferentes sujeitos. A partir da análise dessas tabelas foram construídos quadros resumos com as categorias mais significativas para a discussão nessa dissertação (ver Quadros 1 e 2 no capítulo V).

As entrevistas foram transcritas na íntegra e analisadas individualmente, permitindo uma análise aprofundada das concepções de ciência, evolução e história do pensamento evolutivo dos sujeitos. Essa análise permitiu uma aproximação entre as categorias históricas elaboradas na dissertação e as concepções de evolução dos sujeitos da pesquisa.

#### **3.1. AS FALAS DOS SUJEITOS NOS QUESTIONÁRIOS**

Os questionários, tanto dos professores em formação inicial como dos professores em formação continuada, foram analisados através de categorias representativas da fala de cada sujeito. Para isso, a resposta que cada sujeito deu para determinada questão foi organizada em uma tabela com as categorias qualitativas que representavam sua fala. Esse procedimento foi repetido para as cinco questões respondidas por 43 alunos do curso de ciências biológicas (19 alunos do diurno e 24 alunos do noturno) e para as 17 questões respondidas por 36 professores da rede estadual de Bauru. As tabelas dos apêndices E e F estão organizadas da seguinte forma: os sujeitos estão dispostos nas colunas e numerados de 1 a 19 para os alunos em formação inicial do diurno, de 1 a 24 para os alunos em formação

inicial do noturno e de 1 a 36 para os professores em formação continuada. As categorias estão dispostas nas linhas e também numeradas.

Exemplificamos a metodologia usada para categorizar e detalhar a fala dos sujeitos na **tabela 2**, na qual estão categorizadas as respostas dadas à **questão 4** do questionário inicial por 19 alunos do curso diurno de Ciências biológicas. A organização das categorias das falas dos sujeitos em tabelas permitiu uma visão global das respostas e uma sistematização dos dados obtidos. Por exemplo, a definição de evolução biológica dada no questionário pelo **sujeito 14** “Evolução biológica é a adaptação dos seres no Universo **para uma melhor** expectativa de vida” é representada pela **categoria 4** “Evolução tendo como **objetivo** uma **melhor** adaptação” (destacada em amarelo) elaborada a partir da análise dos questionários. Percebe-se que a categoria 4 é compartilhada também pelos sujeitos 4 e 18. O **sujeito 4** define evolução como “Um processo pelo qual todo ser vivo passa e tem como **objetivo**, teoricamente, uma **melhor adaptação** ao ambiente que vive”. Para o **sujeito 18** “seriam adaptações e alterações dos seres vivos, ao longo do tempo, para tentar habitar **cada vez melhor** seu meio ambiente. A tendência dessas alterações implica perdas e ganhos de estruturas fisiológicas, sempre **com o intuito de melhorar** a sobrevivência”. Percebe-se que a **categoria 4** é ao mesmo tempo finalista (pois descreve um “objetivo”, ou seja, uma finalidade para o processo evolutivo) e progressista (pois acredita que a evolução tende a “melhorar” os seres) e inclui na sua definição esses aspectos das falas dos sujeitos 4, 14 e 18.

#### 4.2. OS QUADROS RESUMOS

O detalhamento obtido pela organização dos dados em tabelas permitiu a produção de **Quadros Resumos** com as categorias mais significativas e representativas para a discussão na presente dissertação. Os Quadros Resumos foram produzidos a partir da análise

das categorias representativas mais significativas e que apareceram com maior frequência nas tabelas. As categorias semelhantes foram resumidas em categoria única. Os quadros resumos obtidos a partir da análise dos questionários serão mostrados e analisados no **capítulo V**.

#### Questão 4 – Como você definiria “Evolução Biológica”?

		SUJEITOS – 19 ALUNOS DO PERÍODO DIURNO																			
CATEGORIAS	Define evolução biológica:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	1	Evolução do estudo da vida/Evolução da disciplina Biologia	X														X				
	2	Não definiu		X								X									
	3	Evolução ocorre devido a seleção dos indivíduos mais adaptados ao meio			X																
	4	Evolução tendo como objetivo uma melhor adaptação				X									X					X	
	5	Evolução ocorrendo em todos os organismos					X														
	6	Evolução ocorrendo através de mutações						X			X			X							
	7	Evolução ocorrendo através da seleção dos caracteres positivos						X													
	8	Evolução ocorrendo através de recombinações genéticas						X													
	9	Evolução dos organismos vivos							X		X				X						
	10	Evolução como processos que certos organismos passam e que acarretam mudanças em seus sistemas, transformando-os no que são hoje.								X											
	11	Evolução como progresso									X										
	12	Evolução ocorrendo através de seleção			X			X			X			X							
	13	Aspectos adquiridos em um determinado tempo por um organismo biológico										X									
	14	Características desenvolvidas a partir de uma característica primitiva ancestral										X									
	15	Processo que ocorre em milhares de anos												X	X					X	
	16	O caminho das modificações das espécies																X			
	17	Transformações dos seres vivos																	X	X	
	18	Conjunto de acontecimentos que proporcionam o surgimento de novos grupos de seres vivos																			X
	19	Seres vivos “sofrendo” a ação do meio ambiente																			X

Tabela 2: Exemplo de categorias representativas por sujeito.

### 3.3. ENTREVISTAS TRANSCRITAS

As entrevistas foram gravadas em fita cassete para áudio e transcritas na íntegra. Na dissertação os nomes dos entrevistados são substituídos pelas siglas **FI** (Formação Inicial) e **FC** (Formação Continuada) e por números (por exemplo, FI1, FI2, FC1). Algumas expressões e vícios de linguagem como: “é”, “assim”, “tipo”, “né”, quando apareciam inúmeras vezes, prejudicando o sentido da frase, foram retiradas.

Na análise das entrevistas as falas dos sujeitos e da pesquisadora estão destacadas do texto por recuos de 4 cm. Quando aparecem falas da pesquisadora esta é simbolizada pela letra **P**. Os trechos de maior interesse para a análise estão grifados. As dez entrevistas de alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública e as sete entrevistas de professores em formação continuada que participaram da Orientação Técnica oferecida na Diretoria de Ensino de Bauru foram analisadas de forma qualitativa. Além de uma análise geral foram realizadas aproximações entre categorias históricas levantadas a partir da revisão da construção do conceito de evolução biológica e as falas dos sujeitos. A compreensão das convergências entre idéias históricas e concepções dos professores pode subsidiar uma formação biológica que enfoque os pontos de dificuldades encontrados na compreensão do conceito de evolução biológica.

## **CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS DADOS CONSTITUÍDOS**

### **1. ANÁLISE DOS PERFIS DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA**

A análise dos perfis dos professores de Biologia foi realizada a partir das questões de 1 a 6 do questionário (Apêndice B) distribuído na Orientação Técnica (12 de Novembro de 2002). Esse questionário foi respondido por 36 professores da Rede Estadual de Ensino de Bauru e tinha o objetivo de caracterizar o professor que estava em serviço, pois existe uma grande diversidade de profissionais, alguns ingressando agora nesse campo, sendo recém formados, outros que trabalham há muitos anos no Estado. Questões desse tipo não foram realizadas para os alunos de graduação, pois estes estão em formação inicial e cursam a mesma universidade. Quanto ao trabalho docente, nas entrevistas os alunos de graduação foram questionados sobre suas possíveis experiências com estágios ou trabalho na rede particular ou estadual de ensino.

A partir das análises das questões de 1 a 6 respondidas pelos professores em formação continuada foram construídos gráficos para visualizar os perfis dos sujeitos. A análise dos gráficos demonstra que: a maioria dos professores que participaram da Orientação Técnica concluiu a graduação nos últimos treze anos (14% de 2000 a 2003 e 38% de 1990 a 1999), 22% possuem pós-graduação e 42% afirmam ter realizado outros cursos (estes são desde outras licenciaturas como Matemática e Pedagogia até cursos de extensão cultural). Percebe-se também pela comparação dos gráficos 4 e 5 que 28% dos professores trabalharam tanto na rede estadual como na rede particular de ensino. Além disso, verifica-se uma menor estabilidade profissional na rede particular de ensino, tanto que nenhum dos professores trabalha há mais de 20 anos nesta rede de ensino, sendo que a maioria (14%) trabalha até 5 anos em escola particular. Dos professores participantes da Orientação Técnica da Diretoria de Ensino e que responderam ao questionário 52% eram efetivos, isso é explicado pelo fato de ter sido convocado um professor de cada escola e essas preferencialmente convidavam seus professores efetivos para participar de cursos na Diretoria de Ensino. Mesmo a maioria dos professores sendo efetivos, observa-se que os professores não mantêm um vínculo duradouro com uma determinada escola, pois 78% dos professores trabalhavam a menos de 5 anos na escola em que lecionavam. Em relação aos tipos de textos que são utilizados no contexto da sala de aula, o livro didático se destacou, confirmando que em grande parte o professor utiliza o livro didático como base de seu conhecimento e na preparação das aulas. Quanto à utilização de outros recursos, o mais citado foi a utilização de filmes.



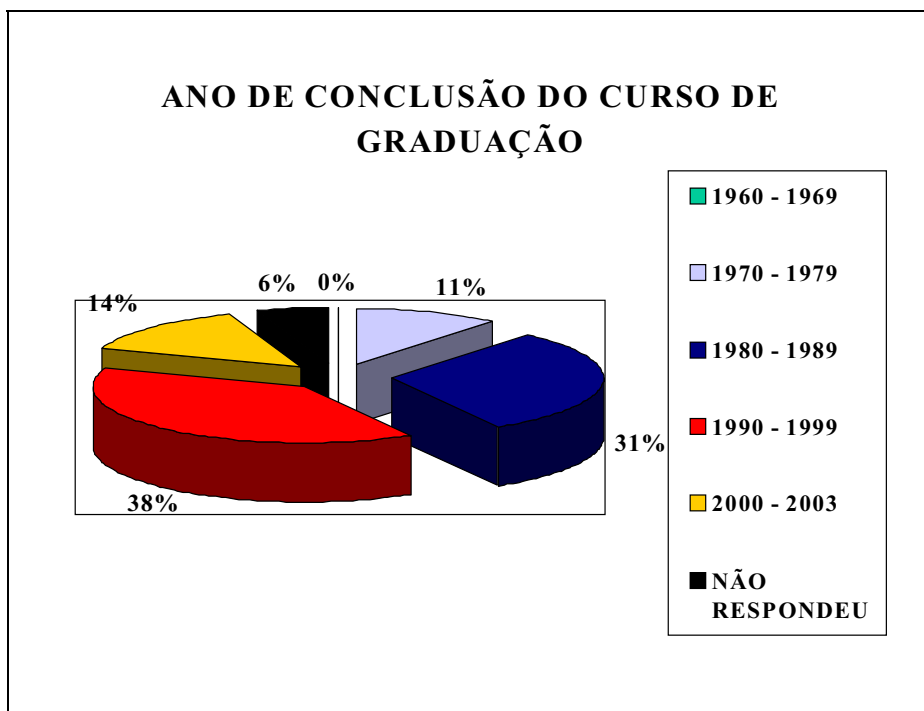


Figura 5 - Ano de conclusão do curso de graduação.

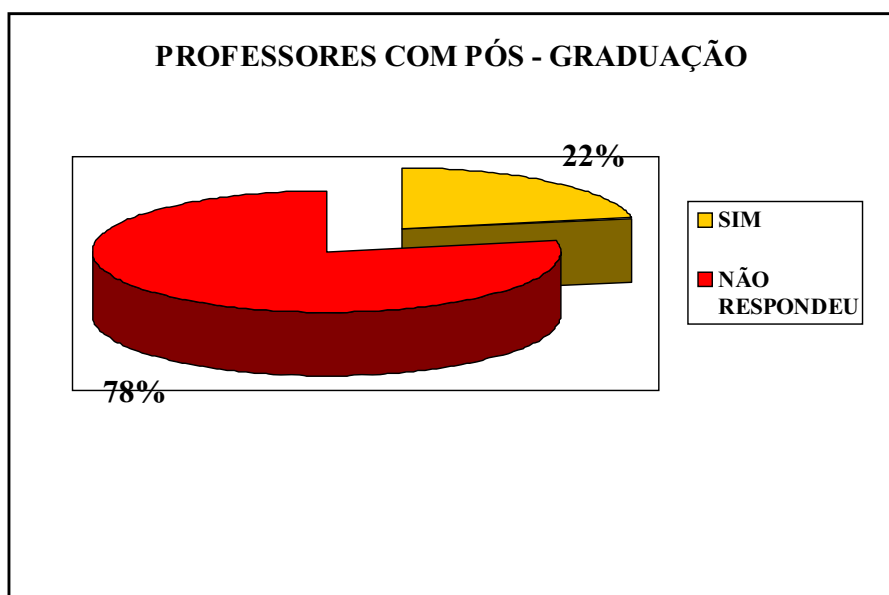


Figura 6 – Professores com Pós-Graduação

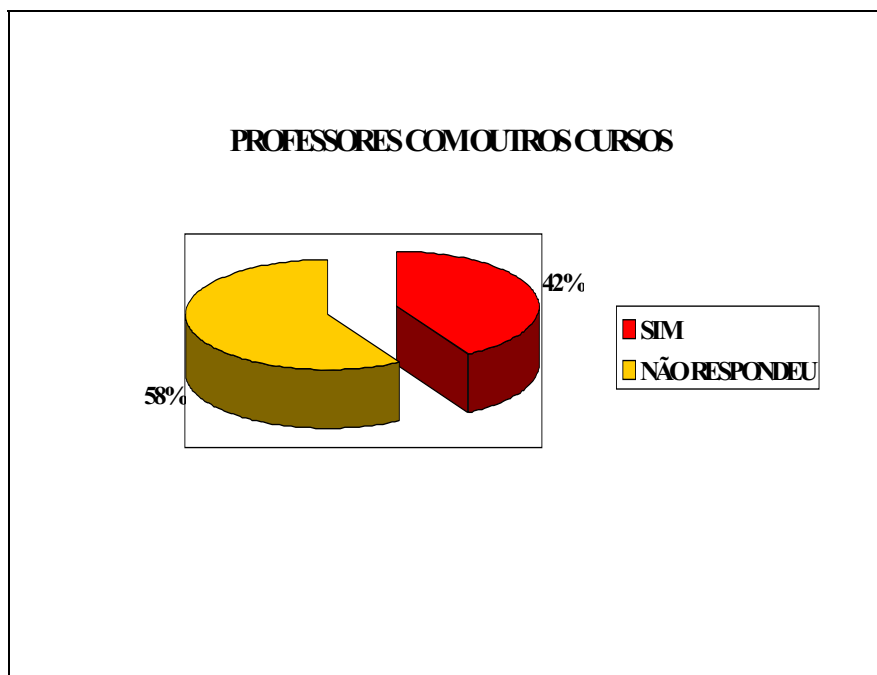


Figura 7 – Professores com outros cursos.

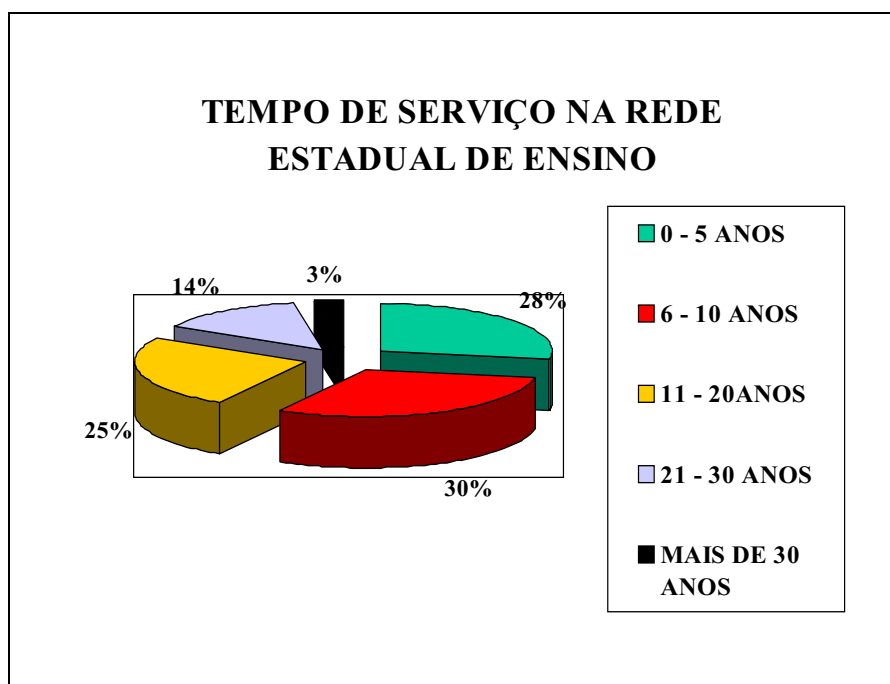


Figura 8 – Tempo de serviço na rede estadual de ensino.

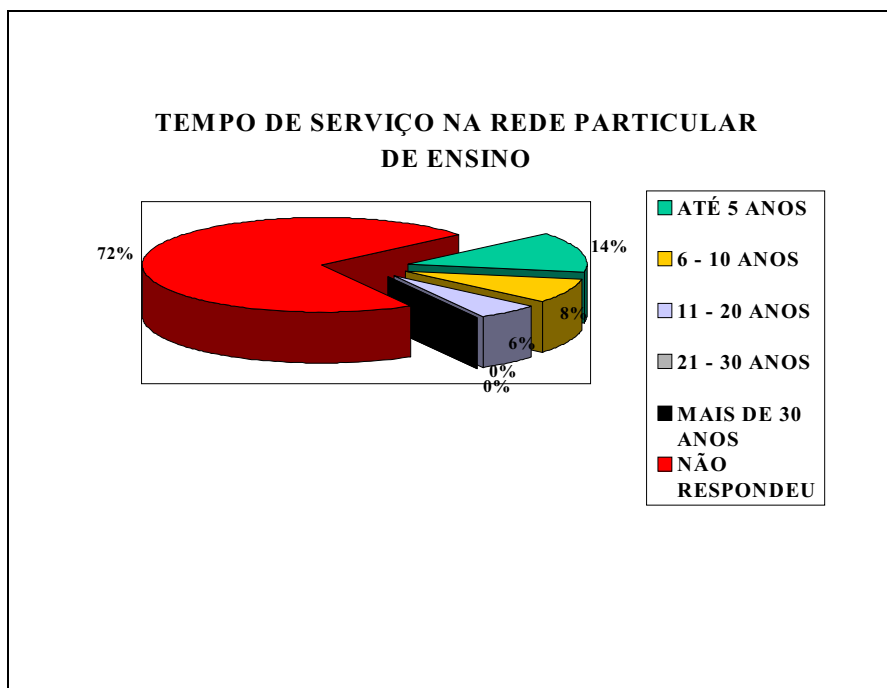


Figura 9 – Tempo de serviço na rede particular de ensino.

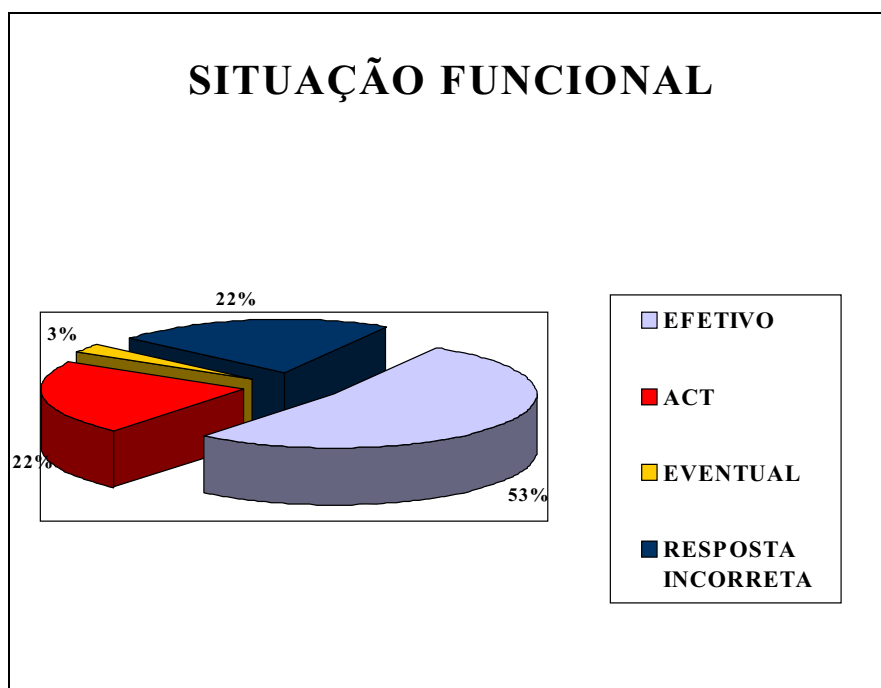


Figura 10: Situação Funcional.

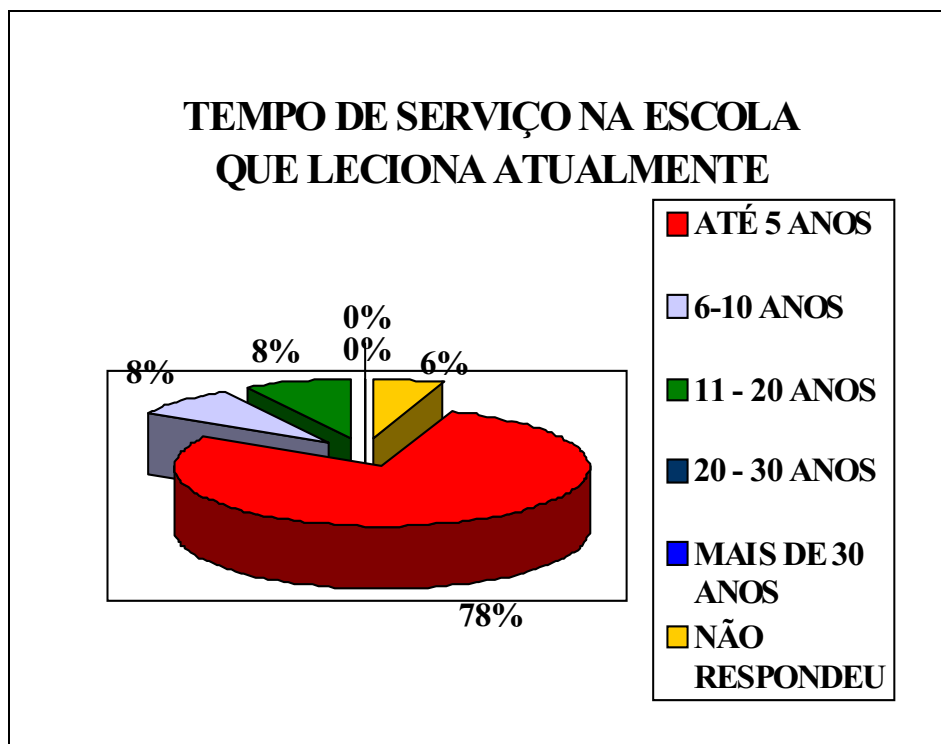


Figura 11: Tempo de serviço na escola que leciona atualmente.

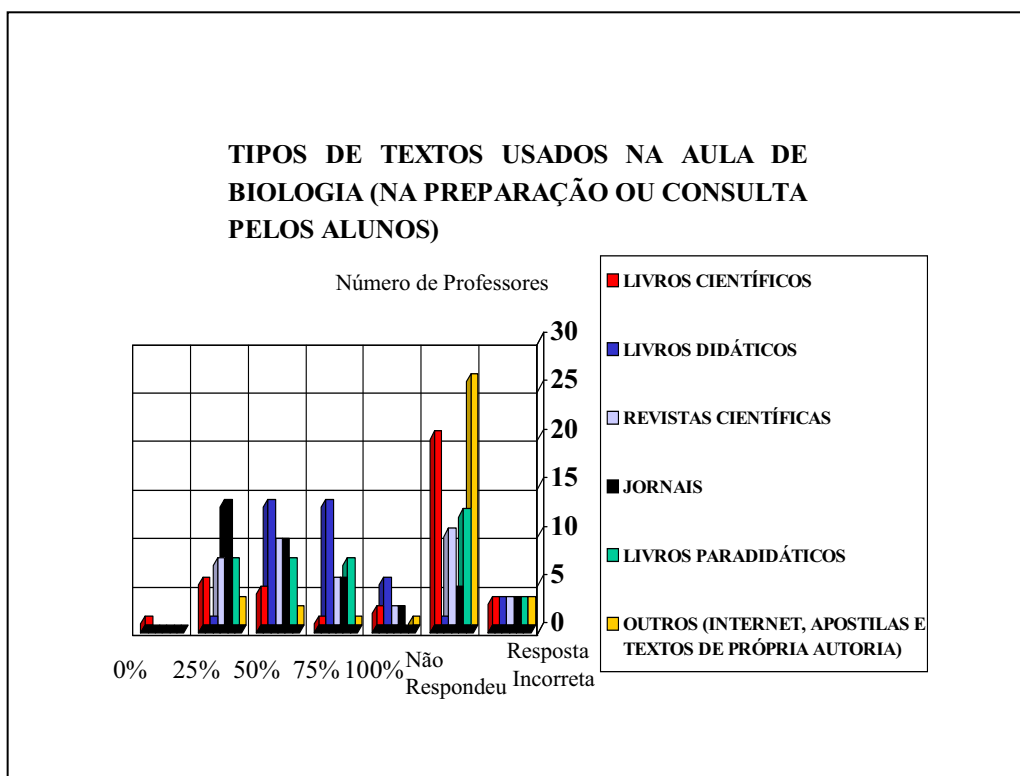


Figura 12: Tipos de textos usados nas aulas de biologia.

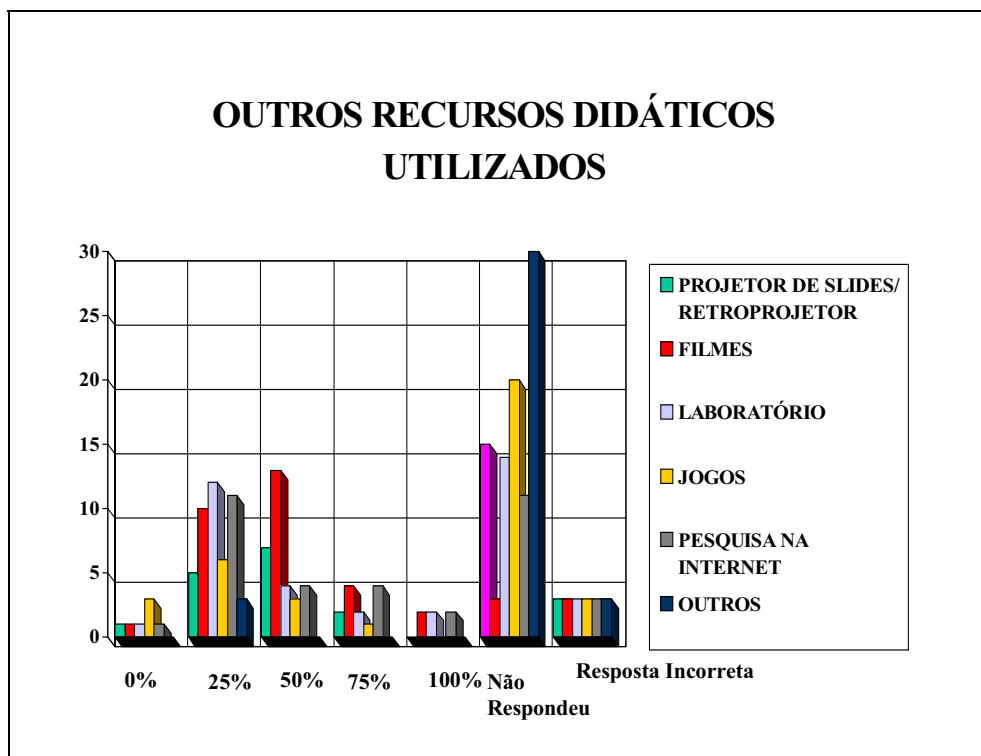


Figura 13: Outros recursos utilizados

## 2. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS POR PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA

Neste tópico são apresentados dois quadros resumos: um dos professores em formação inicial em um curso de licenciatura em ciências biológicas (alunos do diurno e do noturno) e o outro dos professores em formação continuada que fariam a Orientação Técnica oferecida na Diretoria de Ensino de Bauru. Nesses quadros as categorias estão divididas em quatro eixos de análise: **Conceito de Ciência**; **Conceito de Evolução**; **Dificuldades Encontradas no Ensino de Evolução**; e **Conhecimento sobre a História do Conceito de Evolução**. Os quadros resumos tiveram por base as categorias representativas das falas dos sujeitos disponíveis nos **Apêndices E e F**, onde podem ser observadas as respostas comuns entre os sujeitos e as várias categorias na fala de um único sujeito.

Para elucidar e exemplificar as categorias que foram construídas nos quadros e discutir os resultados obtidos foram transcritas algumas respostas dos questionários. A identificação do sujeito foi feita pela numeração dos questionários e especificada pelos parênteses. Para os alunos em formação inicial foram colocados **diurno** ou **noturno** e para os professores de biologia foi utilizado o termo **formação continuada**. Para um panorama das diferentes categorias construídas para os sujeitos que responderam aos questionários consultar as tabelas dos **apêndices E e F**.

## 2.1. QUADRO RESUMO DOS ALUNOS DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

1.	RESUMO DAS CATEGORIAS REPRESENTATIVAS DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL
Do Conceito de Ciência	Conjunto de Leis e Teorias Ciência como promotora de um bem estar social Tentativa de descobrir o funcionamento de tudo/Universo Tentativa de descobrir o funcionamento do corpo humano Formulação de novos métodos Ciência como investigação ou pesquisa Ciência como sistematização de conhecimento Ciência como organização de resultados com base em experimentos Ciência como evolução Ciência como busca da verdade Ciência como tentativa de comprovar fatos
Do Conceito de Evolução Biológica	Evolução do estudo da vida/Evolução da disciplina Biologia Evolução ocorrendo devido à seleção dos indivíduos mais adaptados ao meio Evolução ocorrendo em todos os organismos Evolução ocorrendo através de mutações Evolução ocorrendo através da seleção Evolução ocorrendo através de recombinações genéticas Evolução como processos que certos <b>organismos</b> passam e que acarretam mudanças em seus sistemas, <b>transformando-os</b> no que são hoje. Evolução como <b>progresso</b> Evolução tendo objetivos e/ou finalidades
Dificuldades para Ensinar Evolução	Dificuldades com aspectos cronológicos Dificuldades com aspectos religiosos Dificuldades de explicar os porquês (por exemplo, extinção dos dinossauros) Dificuldade de compreensão e aceitação da teoria de Darwin Dúvidas e conflitos originados nos alunos Dificuldades do ensino para crianças devido à abstração
História do Conceito de Evolução	Big Bang. Formação da Terra. Origem da vida. Evidências fósseis. Extinção dos dinossauros. Separação dos continentes. Viagem de Darwin. Influência da teoria de Darwin em sua época. Teoria de Darwin Teoria de Lamarck. Lamarck associado a lei do uso e desuso e a lei dos caracteres adquiridos. Mendel Criacionismo Neodarwinismo Teoria da seleção natural Experimentos de Miller Diz que o conhecimento é dinâmico.

As categorias que apareceram nos questionários dos alunos de graduação, no geral, consideravam a ciência como baseada em fatos e experimentos, como busca de “verdades”. A maioria das repostas dos questionários priorizou uma visão “internalista” da ciência, acentuando a questão dos experimentos e da objetividade. Por exemplo, o **sujeito 17 (noturno)** considera que “a ciência é uma área de estudo que tenta buscar as explicações através de experiências concretas. O papel do cientista é realizar essas experiências a fim de buscar explicações para os problemas”. As respostas ligadas aos aspectos sociais restringiam, em geral, a ver a ciência como promotora de “bem-estar social” e de progresso, por exemplo, o **sujeito 2 (noturno)** responde que a ciência “é o estudo dos processos naturais que visam promover uma melhor condição de vida”.

Em relação ao conceito de evolução, no quadro acima aparecem as seguintes categorias que destacam os aspectos genéticos que provocam variações dentro de uma população: por exemplo “Evolução ocorrendo através de mutações” e “Evolução ocorrendo através de recombinações genéticas”. Essas duas categorias podem ser exemplificadas pela resposta do **sujeito 6 (diurno)** “Evolução através de **mutações** e seleção natural dos caracteres positivos, além da **recombinação genética** na gametogênese”.

Entre as categorias que distorcem o conceito de evolução aceito atualmente, pode-se destacar a categorização da “evolução como progresso”. Como exemplos, podem-se citar as respostas do **sujeito 9 (diurno)** “Evolução Biológica é o **progresso** da vida na Terra, a evolução dos seres através de mutações, seleção” e do **sujeito 14 (diurno)** “Evolução Biológica é a adaptação dos seres no universo **para** uma **melhor** expectativa de vida”.

Observa-se também uma concepção finalista da evolução representada pela categoria “Evolução tendo objetivos e/ou finalidades”. Essa concepção finalista pode ser observada também na resposta do Sujeito 14 destacada acima.

Na análise dos questionários, pode-se notar a concepção da evolução ocorrendo em um mesmo organismo, o qual se transformaria ao longo do tempo. O **sujeito 20 (noturno)** responde que “**um ser** mais simples ou mesmo complexo (a evolução vai por dois caminhos diferentes) **se modifica** para a melhor adaptação ou sobrevivência. Tudo tem uma função nada é inútil.” Enquanto, o **sujeito 4 (diurno)** considera como “um processo que todo ser vivo passa e tem como objetivo uma melhor adaptação ao ambiente em que vive”. A concepção do sujeito 4 (diurno) também tem um componente finalista, pois atribui objetivo ao processo evolutivo.

Essas categorias formuladas a partir da análise dos questionários demonstram que o conteúdo sobre a Teoria Sintética da Evolução biológica não é bem fundamentado no entendimento de uma parcela dos alunos que responderam ao questionário. Isso é confirmado pelo fato de nenhum aluno mencionar essa teoria quando se referiam aos conhecimentos históricos sobre a construção do conceito de evolução.

Destaca-se, que esse questionário foi entregue no início do semestre da disciplina evolução, portanto, esses alunos já haviam cursado disciplinas como: Geologia e Paleontologia; Biologia Celular; Genética; Invertebrados, Vertebrados, entre outras. Sendo a evolução o eixo unificador da Biologia, seria coerente esperar que esse tema viesse se fundamentando desde as disciplinas do primeiro Termo, não sendo deixado apenas para a disciplina “Evolução” a elucidação deste conceito. Mesmo porque, o entendimento de evolução biológica envolve muitos conceitos que são amparados pelas outras disciplinas do curso de Ciências Biológicas.

Nas dificuldades para o ensino de evolução aparecem: o aspecto cronológico (a dificuldade em abstrair um processo que ocorre em milhões de anos); o aspecto religioso, tanto para abordar o assunto, como em relações as próprias crenças; e a abstração do conceito



de evolução, um conhecimento que envolve inúmeros conceitos, e que necessita de um raciocínio populacional em uma escala de tempo de milhões de anos.

Nas categorias históricas, apenas o **sujeito 19 (noturno)** pode ser incluso em uma compreensão dinâmica da ciência. A resposta desse aluno foi a seguinte: “Eu sei que todo esse conhecimento que cremos ser correto hoje nem sempre foi assim. Muitos cientistas aclamados foram constantemente derrubados com o passar do desenvolvimento de novas teorias. Além disso, outros foram ridicularizados com respeito a suas idéias que hoje sabemos serem verdadeiras” Quanto aos tópicos citados como de conhecimento histórico sobre o conceito de evolução, restringiam-se, principalmente, a Lamarck, Darwin e Mendel.

## 2.2. QUADRO RESUMO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE BAURU

2.	RESUMO DAS CATEGORIAS REPRESENTATIVAS DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA
Do Conceito de Ciência	<p>Entende ciência como um processo dinâmico e histórico.            Entende ciência como estudo da vida, do ambiente, dos fenômenos naturais.            Entende ciência como evolução, progresso, desenvolvimento e solução de problemas.            Entende ciência como um conjunto de verdades experimentalmente comprovadas, baseadas em fatos e hipóteses.            Entende ciência como conhecimento, saber, pesquisa, elaboração de novos conceitos.            Entende ciência como descoberta e explicação de fatos.            Entende ciência como algo amplo e global            Entende ciência como desenvolvimento do intelecto, das emoções, sentimentos, virtudes, entende como um caminho para se chegar às leis de Deus.</p>
Do Conceito de Evolução Biológica	<p>Define evolução como mudança dos seres através do tempo            Define evolução biológica como <b>procura</b> de adaptação dos seres vivos ao meio ambiente            Define evolução como <b>aprimoramento</b> e fortalecimento das espécies.            Define evolução como transformações ocorridas nas espécies, geralmente espontâneas que alteram seus códigos genéticos.            Define como alteração da <b>frequência gênica na população</b>            Define evolução como <b>reprodução diferencial</b>            Define como evolução das <b>espécies</b>            Define evolução biológica ocorrendo através de mutações ao acaso e sobrevivência de indivíduos melhor adaptados ao meio            Entende que a evolução biológica pode ser influenciada pelo conhecimento genético</p>
Das Dificuldades no Ensino de Evolução	<p>Alega que a <b>religião</b> dos alunos constitui uma dificuldade na abordagem do assunto            Alega falta de <b>material de apoio</b>            Alega <b>falta de tempo</b> e que o assunto é deixado para o final            Alega dificuldades no entendimento e ensino de alguns <b>conceitos científicos</b>            Alega <b>falta de interesse dos alunos</b> e dificuldade em transformar o assunto em algo acessível para o aluno            Alega dificuldade em dar “provas” da ocorrência da evolução para os alunos e que o <b>assunto é muito teórico</b>            Alega dificuldade de explicar o “salto” de uma espécie para outra</p>
Dos Conhecimentos Sobre História do Pensamento Evolutivo	<p>Relaciona seu conhecimento com a origem da Terra e da vida            Afirma que conhece sobre Lamarck e a lei do uso e desuso            Afirma conhecer as idéias de Darwin            Associa o pensamento evolutivo com novas tecnologias, como genoma e transgênicos            Afirma conhecer idéias de outros pensadores, tais como Buffon, Wallace e Aristóteles.            Afirma conhecer sobre o criacionismo            Afirma que na história ocorreram vários erros, mas que as experimentações serviram para comprovar as hipóteses.            Relata conhecer as contribuições de Mendel            Relata conhecer a Teoria Sintética da Evolução</p>

Pode-se verificar no quadro algumas idéias sobre ciência que apareceram nas respostas dos professores. A categoria que entende a ciência como um processo dinâmico e histórico se aproxima de um entendimento mais elaborado, mas que ainda é limitado, pois não aparece de forma explícita nas respostas o entendimento da ciência como um conhecimento permeado por questões sociais e ideológicas. Isso pode ser percebido na resposta do **sujeito**

**33 (formação continuada)** “a ciência está aí para ser estudada e repensada, pois a todo momento percebemos que os conceitos estão sendo revistos por não configurarem a realidade”. Esse sujeito considera a ciência dinâmica, mas não ressalta as questões sociais, econômicas e ideológicas que interferem na produção da ciência. Outras categorias limitam-se a demonstrar a ciência como experimental, objetiva e descobridora de “verdades”, perdendo de vista a criatividade e o fazer humano do conhecimento científico. Na resposta de um dos professores, **sujeito 35 (formação continuada)**, a ciência aparece como forma de entender as “leis de Deus”, o que demonstra a interferência da religião na sua concepção. Para ele a ciência é “caminho para o criador, para entender sua sabedoria, justiça, bondade, etc”.

Nas categorias representativas do conceito de evolução biológica, podem-se destacar algumas distorções, como o entendimento da evolução como progresso e a restrição desta ao nível de espécie. Para o **sujeito 16 (formação continuada)**, os processos evolutivos “são transformações que ocorrem com as **espécies** no decorrer do tempo”. Assim, falta a compreensão da evolução como um processo ao acaso, contínuo e que acontece por mudanças nas frequências gênicas dentro da população. Alguns sujeitos que responderam aos questionários demonstraram uma concepção de evolução biológica similar a aceita pela comunidade científica contemporânea, por exemplo, o **sujeito 17 (formação continuada)** que define evolução como “alteração da frequência gênica das populações”.

Nas dificuldades encontradas para o ensino desse tema são destacados: (1) a falta de tempo, o que pode indicar que o professor trabalha de forma fragmentada, não utilizando a evolução como um eixo unificador dos conteúdos biológicos, o que é percebido na resposta do **sujeito 32 (formação continuada)** “é muito reduzido nos livros didáticos e o tempo é curto, se enfocar muito a evolução não dá tempo para dar os outros conteúdos”; (2) a falta de material de apoio, por exemplo o sujeito **15 (formação continuada)** afirma “faltam materiais paradidáticos e os didáticos (livros) trazem esse conteúdo resumidamente”; (3) a dificuldade

em entender e ensinar conceitos científicos, por exemplo, o **sujeito 17 (formação continuada)** ressalta que sua dificuldade está no “salto de uma espécie para outra e em como transformar o assunto em algo acessível aos alunos sem distorcê-lo” e o **sujeito 33 (formação continuada)** destaca alguns pontos de dificuldades no contexto de ensino-aprendizagem “os alunos encontram dificuldades com os termos científicos e conceitos como irradiação adaptativa, analogia, órgãos análogos, etc.”; e (4) a dificuldade de trabalhar com o tema devido ao confronto com a crença religiosa dos alunos, isso pode ser exemplificado pela resposta do **sujeito 20 (formação continuada)** “a maior dificuldade é quando o tema evolução se choca com a religião”.

Em relação à história do pensamento evolutivo, o conhecimento é restrito, principalmente, a Darwin, Lamarck, Mendel e a Teoria Sintética da Evolução. Mesmo esses conhecimentos apresentam distorções o que é verificado na associação de Lamarck apenas a lei do uso e desuso e na visão que este tinha concepções erradas. Isso pode ser percebido na resposta do **sujeito 25 (formação continuada)** “Lamarck: teoria errada, já que não se transmitem caracteres fenotípicos. Darwin: teoria em que faltavam as noções de mutação gênica. Neodarwinismo: a mais aceita e correta que existe atualmente”. Nessa resposta é possível verificar uma visão progressista da ciência, que entende as teorias formuladas em outras épocas como “erradas” ou “insuficientes”. Isso evidencia uma visão descontextualizada dos cientistas e da ciência.

Em relação à Teoria Sintética da Evolução, o **sujeito 22 (formação continuada)** afirmou não conhecê-la. Poucos professores afirmaram conhecer outros pensadores, entre eles o **sujeito 35 (formação continuada)** que cita Aristóteles, Platão e Wallace e o **sujeito 13 (formação continuada)** que conhece Buffon e Wallace.

Os estudos realizados com professores apontam para uma simplificação do conhecimento em biologia, gerando algumas distorções, dentre elas a principal, situa-se na

restrição do pensamento evolutivo a Darwin e a Lamarck e uma contraposição significativa entre eles. Nas respostas dos sujeitos aos questionários, Lamarck está restrito às leis do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos. Enquanto a Teoria de Darwin é considerada como incompleta em sua formulação (complementada pelos conhecimentos atuais) e totalmente diferente da formulada por Lamarck. A contraposição é sentida principalmente em relação à **herança dos caracteres adquiridos**, que é considerada como uma idéia **errada** e presente apenas em Lamarck. Entretanto, essa idéia também estava presente em Darwin na Teoria da Pangênese (ver Capítulo II). Isso pode ser associado a grande utilização do livro didático como recurso de apoio para a preparação das aulas do professor. No livro didático os conceitos de evolução são trabalhados de forma pontual, em capítulos específicos (CICILLINI, 1991) e a História da Evolução Biológica se restringe ao relato, não contextualizado, das teorias de Darwin e Lamarck.

### **3. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS**

#### **3.1. CATEGORIAS APRESENTADAS NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA.**

O conhecimento histórico da construção do conceito de evolução biológica permitiu a formulação de algumas categorias que representassem as diferentes concepções de cada época. Estas categorias não são estanques, mas representações de algumas características que marcaram o pensamento em determinados contextos e que podem contribuir para a compreensão da coerência interna da ciência. As categorias históricas propiciaram uma aproximação da compreensão dos conceitos de evolução biológica apresentados por professores em formação inicial e continuada. Essa aproximação é feita por analogia, aspectos históricos e pela compreensão dos obstáculos epistemológicos enfrentados para a

compreensão desse conceito. Contudo, isso não significa a existência de uma seqüência de pensamentos no indivíduo que recapitula o pensado durante a construção científica. O valor dessa aproximação é facilitar a compreensão de como o conceito é construído e como ocorre a coerência interna deste. Na figura 14, 15 e 16 são apontadas as principais idéias apresentadas nessa dissertação na reconstrução histórica do conceito de evolução biológica. Quanto ao entendimento do conceito de ciência, ressaltam-se as categorias internalistas e externalistas dentro do discurso dos sujeitos entrevistados. A aproximação entre as categorias históricas construídas nesta dissertação e concepções de evolução biológica apresentadas pelos professores em formação inicial e continuada é realizada durante a análise das entrevistas.

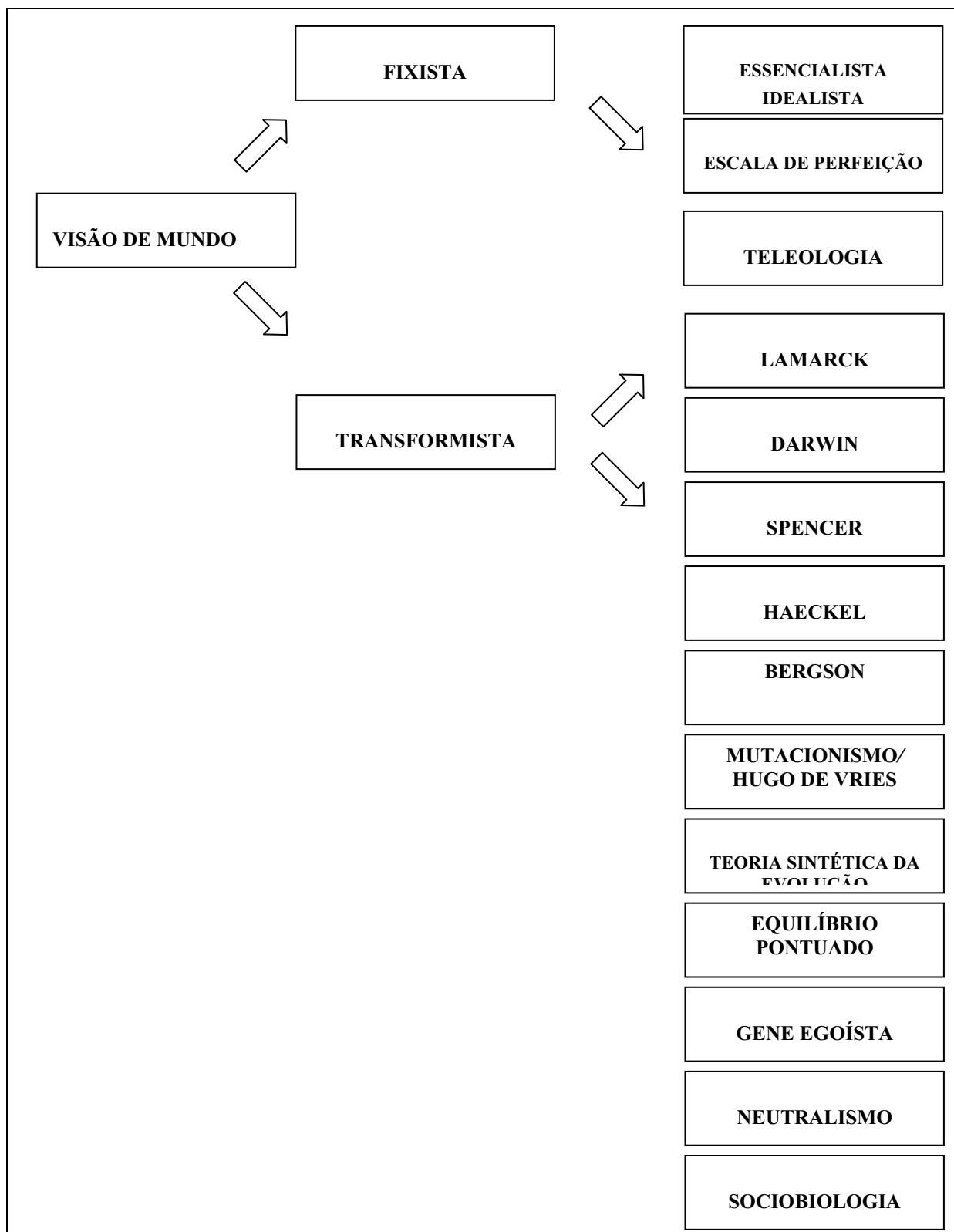


Figura 14 – Principais idéias abordadas nesta dissertação relacionadas à revisão histórica do conceito de evolução biológica.

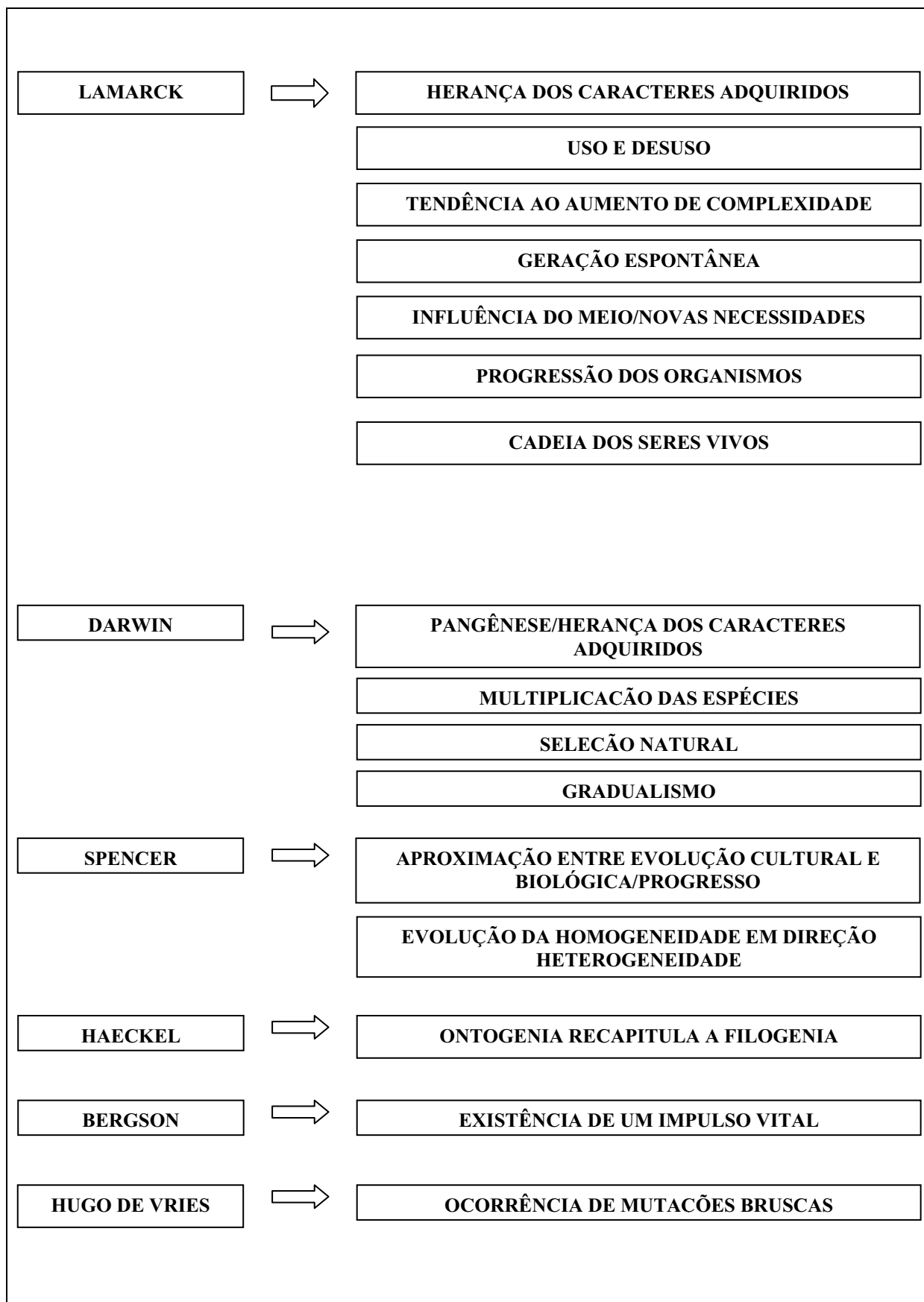


Figura 15: Categorias históricas sistematizadas nesta dissertação: principais concepções do final do século XVIII, século XIX e início do século XX



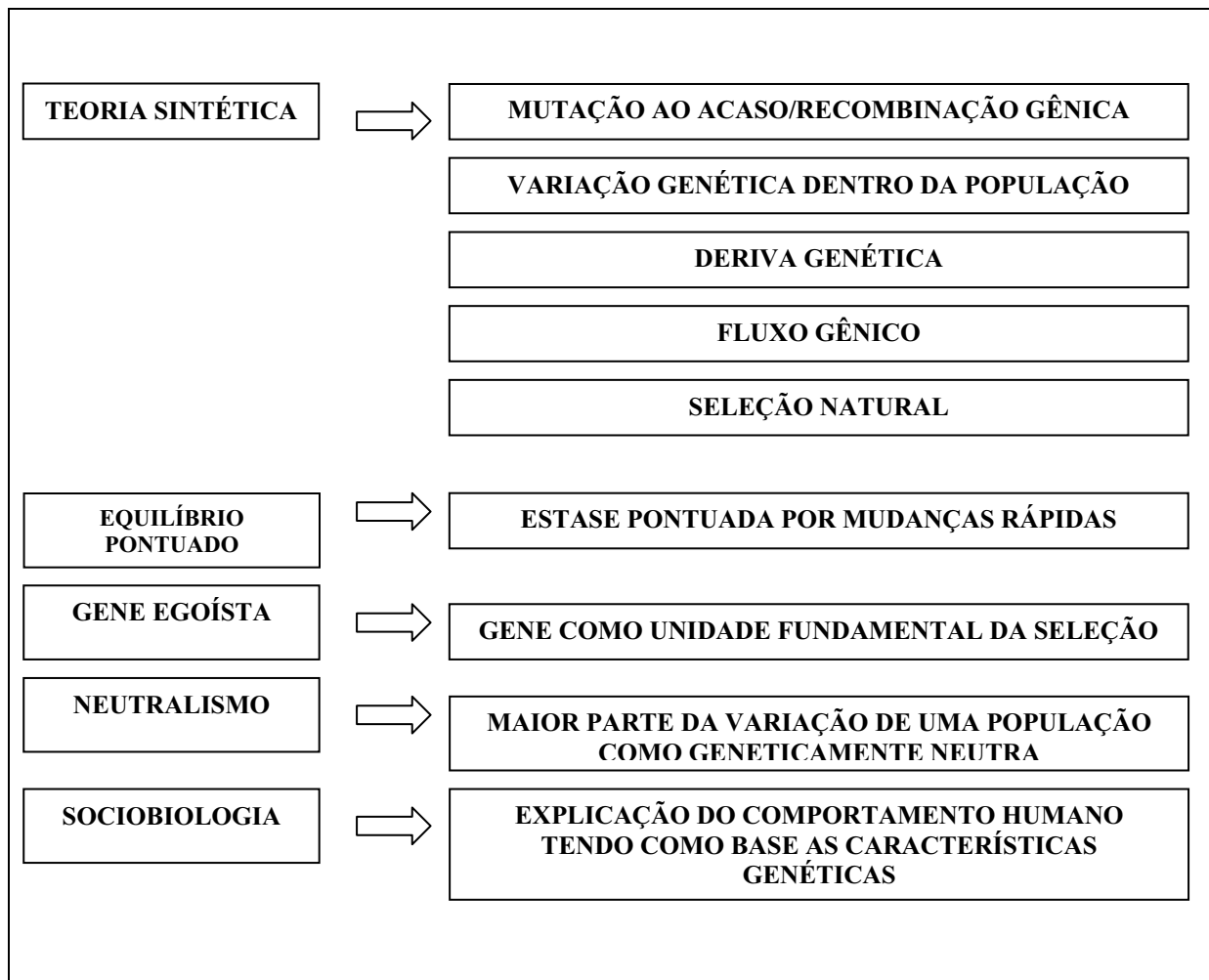


Figura 16 – Categorias históricas elaboradas nesta dissertação: principais concepções do século XX e os debates atuais.

## 3.2. ENTREVISTAS COM OS ALUNOS DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (FORMAÇÃO INICIAL)

### ALUNOS DO DIURNO

#### 3.2.1. ALUNA FI1

A aluna FI1 questionada sobre o motivo que a levou cursar Biologia, relata que começou o curso influenciada por um professor de Biologia do Ensino Médio. FI1 comenta que sua única experiência como professora foi como monitora.

F11 define a ciência como uma “busca” que tem início com uma pergunta ou curiosidade. A aluna ressalta na sua resposta que em cima das dúvidas são elaboradas hipóteses e realizados experimentos. Percebe-se que existe um enfoque **internalista** da ciência.

P: O que você pensa desse conceito de ciência? O que é ciência para você?

F11: Busca de conhecimento. **Busca.**

P: Como se dá essa busca?

F11: Por meio de uma pergunta. Por curiosidade. Por uma pergunta.

P: Quais fatores estão interferindo nesse fazer ciência? Como se dá isso? Como que os cientistas trabalham?

F11: [...] Como o cientista trabalha? A força motriz é uma pergunta, uma dúvida, um questionamento. **Eles vão desenvolver hipóteses encima da pergunta por meio de experimentos.**

Ao responder como ensinaria o conceito de ciência para seus futuros alunos, F11 diz que permitiria que os alunos busquem o próprio conhecimento. Porém, alguns parágrafos depois, entra em contradição ao afirmar que definiria o conceito de ciência e que proporia os experimentos, nos quais os alunos deveriam seguir os passos propostos. Vê-se no trecho destacado que a aluna crítica a transmissão de conhecimento na direção professor-aluno, mas quando vai falar das atividades práticas que realizaria, assume o controle do conhecimento propondo os passos que os alunos devem seguir.

F11: [...] sempre procurando instigar os alunos. **Não apenas transpor conhecimentos, mas procurar promover que os alunos também o busquem.** Que não fiquem só assimilando de mim, através de mim, mas que eles também descubram.

F11: **Eu definiria isso.** Definiria isso, mas também traria alguma coisa, alguma coisa para os alunos pesquisarem. **Aí eles vão por meio do que eu propuser, de experimentos ... eles vão seguir os passos que eu falei.** Entendeu? “É assim ... vocês vão, vocês tem uma pergunta, vocês vão pesquisar assim, assim, assim; vão formular hipóteses, por quê que o resultado foi esse”. Eu associaria as duas coisas: o que eu falar e a prática. Porque tem muita teoria assim ... o ensino tradicional tem muita teoria e os alunos se desinteressam. Inclusive, ontem eu fui ao dentista e peguei uma revista da Veja, e na Espanha o ensino tradicional foi meio que, em duas, acho que em algumas escolas, foi meio deixado de lado. A proposta de ensino agora é essa: os alunos vão buscar. O professor vai auxiliar, mas os alunos vão buscar o conhecimento. Por meio de pesquisas. Porque isso aproxima mais o aluno

do conhecimento, a realidade com o conhecimento, sempre nesses dois pontos. Eu achei interessante.

Comentando sobre o conceito de evolução, F11 diz que seu conceito se modificou com as aulas da disciplina evolução, e que até então sua idéia de evolução era **linear**. Percebe-se que apesar da aluna compreender que seu conceito de evolução anterior apresentava distorção, ela entende que seu novo conceito de evolução não está bem estruturado, o que é verificado por sua fala: “Eu ia falar melhoramento, sabe? Mas não é necessariamente isso. Ah ...eu não sei dizer. O pensamento que eu tinha foi apagado, mas eu não consigo expor...Eu não sei dizer”. A categoria de pensamento histórico que se aproxima da idéia de linearidade comentada pela aluna é a **da cadeia de seres vivos de Lamarck**. Esta cadeia, apesar da existência de ramificações nas espécies devido a influência do meio, apresenta certa linearidade quando observados os grandes grupos, pois estes progridem através de uma tendência interna para o aumento de complexidade.

F11: **Antes da aula da disciplina de evolução, mais ou menos eu tinha aquela idéia linear [...].**

P: E qual a idéia que você tem de evolução? Você conseguiria explicar?

F11: **Eu ia falar melhoramento, sabe? Mas não é necessariamente isso. Ah ... eu não sei dizer. O pensamento que eu tinha foi apagado, mas eu não consigo expor... Eu não sei dizer.**

P: Como é que se processa a evolução? Como se dá esse processo evolutivo?

F11: **Por etapas, por muito tempo, por mutações, recombinações.** Só que a mutação é um fator que não é muito... precisa mais da recombinação do que da mutação não é?

Descrevendo o processo evolutivo, a aluna F11 destaca a importância da **recombinação**, uma informação que ela apreendeu da aula de evolução. A **mutação** e a **recombinação gênica** são conceitos que se encontram integrados na **Teoria Sintética da Evolução**. A aluna reconhece que a evolução se dá por etapas e em um longo período de tempo, o que se aproxima da concepção **gradualista** desenvolvida na teoria da evolução de Darwin e integrado à Teoria Sintética da Evolução. Porém, é importante salientar que para a

recombinação ocorrer e produzir uma variedade de indivíduos é necessário que antes tenha ocorrido mutações, o que não fica muito claro na exposição da aluna.

FI1: [...] Para mim, mutação era imprescindível, e o professor falou: “É um fator importante, mas não é só isso”. Porque por exemplo **acontece uma mutação negativa, cai a seleção natural e, por exemplo, uma espécie é excluída, é ... exterminada. Então não dá para haver evolução. Mas se essa mutação é benéfica e há recombinação aí pode passar para as gerações posteriores.**

Pode ser observado na citação acima que a aluna reconhece como evolução apenas as mudanças que ela considera benéfica para os organismos, o que demonstra que a aluna possui concepções de progresso relacionadas ao conceito de evolução.

Em relação ao ensino desse tema, mesmo sem ter sido questionada sobre crença e religião, a aluna evidencia esse fator no ensino. Ela demonstra a necessidade de explicitar para os alunos a sua crença, na tentativa de não sofrer resistência no ensino do conceito de evolução. Apesar disso, ressalta o ensino do conceito científico como a função do ensino.

P: Como você acha que ensinaria esse tema evolução?

FI1: **Misturando aquela idéia que os alunos também acreditam em Deus?**

P: Imagina você lecionando o tema evolução. Como você trabalharia isso?

FI1: Mostraria as várias teorias que se tem. As várias, não só Lamarck e Darwin, mas as novas teorias também.

P: Você estava falando de misturar as crenças dos alunos. O que você espera disso?

FI1: Porque eu falaria assim: “Eu também acredito em Deus”. Falaria que existe esse lado. “Só que eu estou aqui pra ensinar o que está no livro em relação ao ensino, à ciência, **mas eu também acredito em Deus**”. **Eu falaria. Deixaria isso claro! Então o que eu falasse ali não era para acabar com a fé, para dizer que tudo que eles aprendem com os pais, com a Igreja é mentira. Não é isso. Eu deixaria isso claro. Que muitos professores não deixam isso claro e aí ele é contestado:** “Não, mas eu não vou acreditar nisso” (os alunos). Então eu procuraria mostrar os dois lados. Mas sem me aprofundar na religião. Eu só falaria que “eu acredito em Deus, todo mundo tem o direito de acreditar ou não. Mas eu estou aqui para ensinar”.

No trecho acima a aluna também comenta que abordaria outros pensadores além de Lamarck e Darwin, inclusive as novas teorias. Ela reconhece que esse conhecimento veio da parte histórica trabalhada nas aulas de evolução e no texto de apoio<sup>16</sup> e que ela não havia

<sup>16</sup> Texto disponibilizado aos alunos e que estava amparado na revisão histórica dessa dissertação.

tido contato com muitos aspectos históricos desenvolvidos neste texto. Isso indica que um material de apoio pode mobilizar os professores em direção a novos conhecimentos sobre história da construção do conceito de evolução biológica que vão além de Darwin e Lamarck.

P: Tá. Você teve contato com o texto que eu deixei, aquele texto da parte histórica. Você chegou a ler?

FI1: Cheguei. Eu achei interessante. Então, **por isso que eu falei de não só mostrar Lamarck e Darwin, né? Mostrar desde o começo como você fez.** Achei interessante. Porque **eu mesmo não tinha noção assim de como era o processo. Só conhecia mesmo as mais divulgadas.**

Questionada sobre como ensinaria as novas teorias aos seus alunos, FI1 diz que utilizaria aula expositiva. Portanto, entra em contradição com a proposta de ensino que ela defende no início da entrevista, na qual o aluno iria a busca do próprio conhecimento.

FI1: Como eu ensinaria? Eu explicaria como é o processo. Como? ... **em exposição de aula mesmo.**

P: Aula expositiva?

FI1: É. E se tivesse um bom livro...

De um modo geral, pode-se afirmar que FI1 tem dificuldades em expor alguns conceitos de evolução, mas que o contato com a disciplina de evolução contribuiu para FI1 perceber que a evolução não se processa de forma linear, que a recombinação é fundamental no processo evolutivo e os aspectos históricos da construção do conceito de evolução vão além de Darwin e Lamarck.

### **3.2.2. ALUNA FI2**

A aluna FI2 tentou cursar Medicina, mas como não passou no processo seletivo do vestibular resolveu fazer Ciências Biológicas. FI2 não quer lecionar no Ensino Médio, pretende fazer Mestrado e trabalhar na área médica.

FI2 entende que a ciência busca, principalmente, melhorar alguns aspectos da sociedade. Esse entendimento do conceito de ciência é influenciado pela área de atuação de FI2, ou seja, a área médica. Apesar de apontar alguns aspectos externos da ciência, relacionando o produto da ciência com o desenvolvimento da sociedade, a aluna tem uma visão **internalista** da ciência, não destacando a ação dos aspectos sociais na produção do conhecimento científico.

FI2: No geral? São várias descobertas, trabalhos científicos para tentar melhorar a humanidade, geralmente em relação ao homem. Os animais agora estão melhorando também. Acho que é isso. Melhoramento.

P: E o que você acha que interfere? Como é que o cientista atua? Como você acha que o cientista atua?

FI2: Ele acaba... eu vejo mais ou menos minha área, que eu tenho mais contato. Que ele acaba tentando descobrir alguma coisa que poderia melhorar pra vida. Em relação ao problema da saúde que ele está buscando. Buscar algum tipo de vacina, por exemplo, para curar, para prolongar a vida.

P: E como é esse trabalho dele no dia a dia? Do cientista?

FI2: Vários processos de pesquisas.

P: Esses processos de pesquisas são como? Como é o procedimento?

FI2: A gente sempre procura ver pesquisas anteriores, tentar ver se ... mas é também o nosso pensamento que a gente acha que poderia melhorar aquele trabalho que já foi publicado.

Questionada sobre seu entendimento de evolução biológica, FI2 afirma ter dificuldades em entender o conceito de evolução, pois esse conceito não é concreto. FI2 está mais ligada a uma área voltada para aspectos práticos da sociedade e do cotidiano, portanto tem dificuldade em entender a evolução, um conceito que é visto através de probabilidades e no decorrer de milhões de anos, e que por ela não é tido como “certo”. Além disso, FI2 apresenta distorções no entendimento da teoria evolutiva contemporânea, o que é visualizado nas falas: “Em relação aos macacos também, não acredito que os homens tenham evoluído a partir dos macacos [...] sendo que existem macacos ainda”. A aluna não compreende que os primatas e os seres humanos possuem características comuns, pois possuem em um passado remoto uma ancestralidade comum. Também não consegue assimilar que uma única espécie ancestral pode dar origem a diferentes espécies. Pode-se relacionar essa idéia com categorias

históricas como de **linearidade** e da **cadeia de seres vivos**, como já foi discutido para a aluna FI1.

FI2: É complicado! Eu tento entender o mecanismo. Lógico, que têm muitas coisas que **eu acabo ficando meio na dúvida porque não é concreto**. Eu acredito muito nas coisas que são concretas, que são certas.

P: O que não é concreto na teoria da evolução?

FI2: Por exemplo, a origem da vida. [...] não acredito muito nas teorias ainda. Ainda tenho muita dúvida.

P: É, e o que você vê dentro da teoria que te deixa em dúvida? O que você não consegue estar assimilando? O que você não concorda?

FI2: Por exemplo, falar que os animais, a origem, a vida, que os animais surgiram a partir da fusão de gases, proteínas. Isso daí que eu não acredito muito, como pode ter acontecido. Estou estudando, mas é difícil acreditar. [...] **Em relação aos macacos também, não acredito que os homens tenham evoluído a partir dos macacos.**

P: E como você acha que...?

FI2: [...] **sendo que existem macacos ainda**. Mas tudo bem. Mas também em relação ao criacionismo assim ...Eu tento conciliar os dois.

P: Como você faz pra estar conciliando?

FI2: Ainda não tenho opinião formada em relação à origem, a evolução.

Em relação à forma como ensinaria o conceito de evolução, afirma que ensinaria tanto o criacionismo como o evolucionismo. Pode estar aí uma dificuldade de resistência na compreensão da aluna, a questão acentuada na crença que aparece em seu discurso, tanto que a aluna disse que exporia temas relacionados às religiões. Destaca-se que a função do professor de Biologia é permitir a apropriação do conhecimento científico (tanto de suas discussões, como do conhecimento aceito na atualidade). Portanto, apesar de respeitar suas crenças e de seus alunos, o ideal seria que o ensino estivesse focado no conhecimento científico e sua construção. Entretanto, sem esquecer que as crenças religiosas e os aspectos sociais influenciam essa construção.

FI2: Eu explicaria assim: colocava uma série de temas em relação ao criacionismo. Falaria tanto do criacionismo quanto da parte científica, e proporia ... só que eu não definiria um lugar, deixaria aberto, eles que ficassem por conta de...

P: E aí como você colocaria essa parte do criacionismo? Como você exporia isso?

FI2: Eu falava, mostrava a proposta, por exemplo, da Arca de Noé, falava do Adão e Eva, falava muitas coisas, mas também não só do católico. Tentaria conhecer várias partes de religião. Não sei, complicado! Tentaria misturar essas duas e mostrar.

Em relação à história da construção do conceito de evolução biológica afirma que desconhecia as novas teorias até assistir aos vídeos abordados durante a aula de evolução. Entretanto nivela o conhecimento científico ao religioso, o que já aparecia em sua fala anteriormente.

### 3.2.3. ALUNA FI3

A aluna FI3 se interessou em fazer Ciências Biológicas influenciada por um professor de Biologia do “cursinho” que demonstrava entusiasmo pela disciplina e que relacionava o conteúdo a ser ensinado com aspectos do cotidiano do aluno. FI3 está trabalhando na área de Genética Humana e sua experiência em ensino está relacionada ao monitoramento de aula para um terceiro ano do Ensino Médio em uma escola particular.

Em relação ao conceito de ciência, entende que a função da ciência é explicar como as coisas acontecem. FI3 apresenta uma visão **internalista** da ciência em seu discurso.

FI3: Ciência para mim é uma coisa muito necessária. Até para você aprender. Eu acho que ciência é o que vai investigar o processo das coisas, como acontece. Tudo. Deixar claro, tentar deixar claro, como é que acontecem determinadas coisas.

P: E como o cientista trabalha para isso?

FI3: Primeiro formulando hipóteses. Tem uma idéia, aí começa a pesquisar, ou se não, procura hipóteses do que pode acontecer e vai atrás disso pra ver se realmente é isso ou não.

Quanto ao conceito de evolução, FI3 também relaciona sua dificuldade com o aspecto teórico do conceito de evolução biológica. Em sua fala a aluna tem cuidado para não dar a impressão de ser finalista. Essa dificuldade é uma constante na Biologia, uma vez que termos como adaptação e evolução são utilizados na linguagem cotidiana com outros significados, sendo um dos aspectos que traz confusão no ensino do processo evolutivo. Porém, mesmo tendo cuidado com a linguagem, logo em seguida para explicar o processo evolutivo a aluna FI3 diz: “uma modificação num ser vivo, do organismo em si,



transformando em outro com algumas diferenças”, dando a impressão que um único organismo se transforma em outro. Falta portanto na compreensão da aluna o conceito de **variação populacional**, uma categoria integrada à **Teoria Sintética da Evolução**.

FI3: Falando assim é bem difícil, fazer um conceito rápido. Eu acho difícil até porque é **uma coisa que também é teoria**. Evolução seria a modificação do organismo... ao acaso, não sei, levado por alguma coisa ... buscando, **buscando não, eu seria finalista** com isso aí. Mas, **uma modificação num ser vivo, do organismo em si, transformando em outro com algumas diferenças**.

Na explicação dos mecanismos evolutivos, verifica-se que a aluna compreende que o processo evolutivo está relacionado com modificações de características genéticas que são transmitidas pela reprodução aos descendentes. Assim, a aluna entende que as modificações que são transmitidas são aquelas que acontecem nos gametas. Pode-se afirmar que a aluna tem alguns conhecimentos sobre genética e reprodução, categorias fundamentais para a compreensão da **Teoria Sintética da Evolução**. FI3 também enfatiza a separação das células reprodutoras e a não existência da herança dos caracteres adquiridos.

FI3: [...] **tem mutação ao acaso na hora de fazer uma duplicação do DNA**. Ocorre um pareamento errado de uma base, por exemplo, e não tem o conserto disso. Então já começa mudar aí, ou se não, uma pequena parte pode duplicar. Eu acho que basicamente age no DNA, direto na célula, nessa estrutura de duplicação, replicação. Pode ocorrer alguma mudança em algum pareamento lá e vai...**isso aí pode ser passado através das gerações**.

P: E como essa modificação é passada?

FI3: **Através da reprodução sexuada**, formação dos gametas, por exemplo, na hora do pareamento, na hora que vai fazer a meiose. Por exemplo, tem uma modificação no DNA, essa modificação, digamos que essa modificação tem alguma validade e se expresse de uma forma que não ocorre.

P: Se essa mutação ocorrer em qualquer lugar do corpo ela vai passar?

FI3: Não. Não só nas células somáticas<sup>17</sup>. Isso aí teria que acontecer logo no começo do desenvolvimento embrionário para passar pra todas as células. Mas, as células germinativas do organismo teriam que ter essa modificação para depois poder ... porque no ser humano é tudo separado. Tem um conjunto de células que tem essa finalidade para reprodução e o resto é separado. Não é aquilo: nada que uma pessoa que corte um braço não vai querer dizer que na célula dela não vai nascer braço.

<sup>17</sup> A aluna confundiu o nome da célula reprodutora que são as células germinativas ou gaméticas. As células somáticas são as células do corpo que **não** produzem gametas.

Sobre as expectativas de encontrar dificuldades em relação ao ensino desse tema, FI3 diz ser esse um tema polêmico. Percebe-se que em sua fala FI3 dá o mesmo *status* para as teorias evolutivas e religiosas.

FI3: Com certeza! Até porque **é um tema muito polêmico**. Ele tem base na... que a gente também debateu isso na aula, **isso aí é uma teoria, tem também as teorias de religiões** que fala a respeito também. Isso aí mexe na origem de como é que teria surgido até a vida, como é que os animais, como é que surgiu, como deu origem a essa variedade de espécies que a gente tem.

Em relação à História da Biologia relacionada ao conceito de evolução, a aluna destaca a importância histórica na compreensão dos conceitos. Em seguida comenta o auxílio que o ensino das novas teorias tem para a promoção de um conhecimento dinâmico.

FI3: É a gente também fala isso, que **a parte histórica, não só na matéria de evolução, mas devia ser passada para todos, todos os curso, porque realmente te ajuda a situar, a entender como foi esse processo**, porque a gente tem aula no cursinho, a gente tem uma idéia muito vaga de que “Lamarck fez isso, separado totalmente Darwin propôs o dele”. Sabe? Não teve essa mudança, a gente não tem idéia, não vê essa mudança nas idéias, esse pensamento evolutivo deles, o que tava acontecendo para eles pensarem dessa maneira. Acho que ajuda muito, apesar de ter sido bem rápida aula. E isso aí é um curso.

FI3: **Eu acho que as novas teorias servem para mostrar que a evolução não parou em Darwin**, tem gente aí pensando ainda, e propondo outras hipóteses, que a gente precisa analisar também e ver, porque você pensa em evolução você pensa Darwin. E realmente, depois que você estudou tudo, você vai ver que Darwin não estava totalmente certo. Que tem outras pessoas que tão pensando que podem...não digo que estão certas também, mas que deram uma outra, um outro enfoque, que é importantíssimo para a gente saber também.

Conclui-se que a aluna FI3 tem uma compreensão relativamente boa do conceito de evolução, mas parece que esbarra na dificuldade do discurso pela utilização de termos que podem dar um sentido distorcido do seu entendimento.

### 3.2.4 - ALUNA FI4

A aluna FI4 diz que seu interesse pela Biologia começou quando estava no Ensino Fundamental.

FI4: Biologia é porque sempre foi a matéria que mais me interessou. Em tudo. Botânica sempre foi a área que eu gostei menos, mas mesmo assim eu gostava. Então desde o primeiro colegial, desde o primeiro colegial não, **desde a Quinta série que eu comecei a ter aula de laboratório, era a matéria que eu sempre mais gostei de ir ao laboratório, de assistir aula de ciências, de fazer feira de ciências.** Então eu sempre me interessei por isso. Em revista, jornal, era sempre o primeiro assunto que eu pegava para ler. Então foi desde o começo o assunto que mais me interessou.

FI4 comenta que ao entrar no curso de licenciatura em ciências Biológicas não pensava em lecionar, mas quando entrou em contato com as matérias pedagógicas começou a mudar o seu ponto de vista. Pode-se questionar porque um aluno entra em um curso de licenciatura sem o desejo de lecionar, mas isso depende de fatores externos como localização e outros. Além disso, o aluno pode pensar em seguir caminhos como a carreira acadêmica, mas mesmo nessa escolha existe a necessidade de lecionar. Assim, é preciso que os alunos tenham contato com as disciplinas pedagógicas desde o início da faculdade, para ser motivado para a área de educação, ou para decidir uma nova área para cursar. Percebe-se no comentário da aluna a importância das disciplinas pedagógicas estarem distribuídas na grade horária desde o início do curso. Pois, mesmo que os alunos entrem na faculdade de licenciatura sem estarem motivados a lecionar, eles podem ser motivados em contato com estas disciplinas.

FI4: Quando eu entrei no curso de licenciatura, a primeira coisa que eu pensei foi **“eu nunca vou dar aula na minha vida, não quero, não gosto”**. Mas, agora **eu comecei a fazer matéria de psicologia da educação, de didática, agora esse semestre**, e eu estou vendo que eu estou gostando da coisa. E eu entrei na faculdade pensando que eu ia gostar de genética, “tenho certeza que é a matéria que eu mais vou gostar”. Mas não, me interessei por várias outras coisas, e aí foi o que me deixou confusa “e agora, o que eu vou fazer?”.

P: O que te fez mudar isso?

FI4: Eu não sei. **Acho que foi ter contato com os problemas da escola, com aquilo que está acontecendo hoje na educação**, saber que você pode de alguma forma tentar mudar isso. E todas as minhas tias, tanto maternas quanto paternas, são professoras. E depois que eu comecei a ter essas matérias, eu conversei com elas sobre isso, e eu comecei a me interessar. Eu fui um dia com uma tia minha para escola, adorei ficar lá. Então agora eu nem sei mais, eu acho que eu comecei a gostar da idéia.

A aluna FI4 ainda não teve experiência docente, quando questionada sobre o que espera encontrar na escola disse que terá dificuldade, mas que espera superá-las.

Em relação ao conceito de ciência, ressalta o caráter dinâmico da ciência. No discurso de FI4 é percebida uma visão **externalista** da ciência, destacando os aspectos sociais de cada época.

FI4: Eu acho que muita gente tem concepção errada de ciência. Acha que o que é ciência está certo, está pronto, está acabado e ninguém vai mudar. Eu acho que a mídia está influenciando muito isso hoje, porque eles anunciam um produto, um sabão em pó cientificamente comprovado, que esse é o melhor. Quer dizer, é o melhor e ponto final. **Na verdade, a ciência a gente sabe que não é assim, que a ciência ela tem discussões, ela tem coisas que ainda não foram provadas, ela tem hipóteses, e ela segue os conceitos da época, ela segue uma coisa social, a atualidade, não é uma coisa morta, uma coisa parada.**

A aluna comenta que trabalharia o conceito de ciência relacionando à história da Biologia, no caso, a aluna fala sobre o conceito de fotossíntese. Porém, mesmo tendo um conceito dinâmico da ciência, pode-se perceber uma visão de “progresso” na ciência e uma associação desse progresso às novas tecnologias. Portanto, FI4 também acentua aspectos internos da ciência.

FI4: Tentar mostrar para eles que aquilo que você está mostrando, por exemplo, **você vai dar um conceito de fotossíntese, você mostrar como que foi antigamente**, o que eles achavam que era a fotossíntese, e aí com o tempo, com a **evolução dos materiais científicos, isso foi mudando, isso foi evoluindo**, pra não mostrar que um dia alguém acordou e falou “a fotossíntese é isso e pronto acabou”, foi um conceito que veio sendo mudado com o tempo.

Sobre o conceito de evolução, FI4 destaca que estudou em escola católica e seu conceito foi modificado durante a faculdade.

FI4: Eu sempre estudei em escola católica. **Então evolução na escola era só de animais. Homem, ninguém tocou em evolução humana.** Não sei se foi porque a escola era católica, não podia ter esse conceito, não sei, sei que evolução era só de animais e era bem aquilo: **aquela coisa que parece uma escadinha, não tinha ramificação, não tinha espécie convivendo ao mesmo tempo, de repente de uma passava pra outra.** Foi essa a evolução que eu tive no Colegial. E só na faculdade

mesmo agora com o curso de evolução e lendo reportagens, que hoje em dia tem muita coisa sobre isso, que meu conceito foi mudando. Porque até no colegial evolução era só em animal e aquela coisa de uma espécie passou pra outra de repente, era assim.

Aproximando o discurso da aluna FI4 com categorias e idéias sustentadas durante a construção histórica da diversidade dos seres vivos, pode-se destacar o trecho em que relata seu pensamento anterior a faculdade. Neste a aluna diz que evolução era “aquela coisa que parece uma escadinha, não tinha ramificação, não tinha espécie convivendo ao mesmo tempo, de repente de uma passava pra outra”. A idéia da existência de uma escada de seres vivos em uma ordem de perfeição pode ser comparada à desenvolvida na idade média, no qual os animais e outros seres vivos haviam sido criados em uma escala dos seres mais simples para os mais complexos. A idéia medieval apoiada no pensamento fixista entendia a variabilidade como um desvio do tipo ideal. Ainda, utilizando uma outra comparação, pode-se pensar na cadeia de seres vivos de Lamarck, que também compreendia os organismos com uma tendência dos mais simples para os mais complexos. Ressalta-se que Lamarck compreendia que as ramificações existiam dentro de um determinado grupo, mas na análise dos grandes grupos observava uma cadeia linear de progressão.

Na fala de FI4 podem ser destacadas duas dificuldades encontradas no ensino de evolução biológica: falar sobre a evolução humana e trabalhar o conceito de especiação. A dificuldade em ensinar sobre a evolução do homem está relacionada com aspectos sócio-culturais como religião e uma visão de mundo antropológica que entende a espécie humana como “especial” em relação às outras espécies. A dificuldade em trabalhar o processo de especiação está principalmente na falta de alguns conceitos científicos constituintes **da teoria sintética da evolução**, como: variabilidade gênica da população, seleção natural, convivência de novas espécies com a espécie ancestral e até no conceito do que é uma espécie.

É evidente também na fala de FI4 a importância dos meios de comunicação para a transmissão de conceitos científicos. A mídia pode contribuir com a construção adequada de conceitos, mas em geral, principalmente em relação ao conceito de evolução, apresenta conceitos e imagens distorcidos. Por exemplo, a típica escala da evolução humana, muito usada nos meios de comunicação que dá a impressão de uma evolução sem ramificações em que uma espécie da origem a outra.

Quanto à concepção atual da aluna FI4, percebe-se categorias presentes na **Teoria Sintética da Evolução**.

FI4: [...] é lógico que eu acredito nas teorias da evolução. E eu acredito nas teorias que a gente vem aprendendo agora em evolução com o professor, que a evolução, que **o meio ambiente seleciona**, que tem umas **mutações**, a **variabilidade genética**, e todos esses conceitos. E eu vou tentar passar isso para os meus alunos, se eu for ensinar evolução.

A aluna FI4 quando fala em como ensinar a evolução biológica ressalta a dificuldade com aspectos religiosos e culturais. A questão religiosa, mesmo não estando presente nas perguntas das entrevistas, foi muito sublinhada, demonstrando a importância que esse aspecto tem dentro do ensino de evolução.

FI4: Acho que é difícil falar de evolução em sala de aula, **principalmente pelos conceitos religiosos, pelas coisas que os alunos já trazem de casa**. É uma coisa difícil, acho que um dos conteúdos mais difíceis em ciências é evolução pra ser abordado.

FI4: Eu acho. Porque muita gente, às vezes nem pela religião, mas pelo que traz de casa, dos avôs, dos pais, tirando até o conceito religioso, mas **acha que o homem é esse desde o começo e não teve outro, e os animais também não, que não teve evolução**. Então é um conceito difícil de mudar na cabeça das pessoas.

A aluna FI4 no trecho abaixo fala sobre a história da construção do conceito de evolução biológica.

FI4: Eu acho que é válido porque não dá para gente condenar, por exemplo, que Platão achava que Deus criou tudo. Porque na época dele, era realmente assim, e as coisas foram mudando, foram mudando com a evolução da genética foram

descobrimo outras coisas sobre a evolução. E é o que eu falei, **a ciência é uma coisa que vai mudando conforme os fatores sociais, conforme os fatores históricos. E é importante você ter um pensamento, mesmo que seja errado, porque é um pensamento que levou as pessoas a pensar na evolução.** Por mais que o pensamento dele fosse “ah, Deus criou tudo como tudo existe”, foi quando as pessoas pararam e começaram a pensar.

A aluna FI4 destaca a utilização da História da Ciência para evitar julgar com preconceitos pensadores do passado. Conclui-se que FI4 tem uma visão dinâmica do conhecimento científico e entende que este sofre influência de questões socioculturais de cada época.

### **3.2.5. O ALUNO FI5**

O aluno FI5 diz ter sido motivado a prestar Biologia pela a observação da aula de um professor no “cursinho”. FI5 teve contato com a sala de aula apenas em um estágio no qual trabalhou o conceito de “fotossíntese” com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola da Rede Estadual de Ensino. Para FI5 a experiência foi gratificante e modificou sua concepção de escola pública. A partir da experiência, o aluno FI5 passou a se interessar pela docência, o que demonstra a importância do contato com as disciplinas pedagógicas desde o início da faculdade.

FI5: Nossa! Eu achei fascinante, porque **eu não esperava que fosse tão gratificante o contato com os alunos.** Achei fascinante. Eu achei que seria de forma diferente, que a gente seria mal recepcionado. Todo mundo fala que a escola pública é uma porcaria, que a molecada apavora, joga papel, grita. A molecada é muito consciente, prestou atenção, ficou superinteressado em vir na faculdade conhecer. Você vê que a galera tem vontade de prestar mesmo faculdade, só que para eles parece meio distante.

FI5: **Primeiro que eu não tinha muita intenção de lecionar. Estou começando a pegar gosto por agora.** Eu gostaria de não ficar muito no cuspê e lousa. Eu gostaria de trazer alguma coisa diferente para eles. **Tipo o quê a gente tá observando em didática, sabe? A gente fazer um quadro comparativo, levantar todas as possibilidades de se trabalhar um tema em aula.** Levar a galera para fora da aula. Visitar. Trazer gente interessante para palestrar para eles dentro da aula.

Quanto ao conceito de ciência, FI5 comenta que este foi modificado durante a faculdade pela observação de como se dá o trabalho científico. Na fala de FI5 fica evidente que a própria inserção do aluno em um ambiente de pesquisa científica pode contribuir para uma concepção social, criativa e coletiva da ciência. Assim, FI5 demonstra a presença de uma concepção externalista da ciência no seu discurso.

FI5: Eu mudei a minha visão de ciência aqui na faculdade. Eu achava que a ciência era uma forma de produção de conhecimento. E tinha ela quase que uma realidade. **Como se fosse provado cientificamente, fosse uma coisa certa. Hoje eu vejo que é bem diferente. Que a ciência ela tem diversos parâmetros. Como a ciência é diretamente ligada à política, à economia, a produção de ciência é diretamente ligada principalmente com isso.** Eu vejo que a ciência não é uma coisa estável. É uma coisa mutável. E também que nada é realidade absoluta dentro da ciência, que as vezes a gente vê propaganda como o “OMO” que é provado cientificamente. A gente acha que “Meu Deus, isso funciona!” Mas não é bem por aí. Tem muita coisa que é provada cientificamente que pode daqui... por exemplo, o que causa cura hoje pode ser o câncer de amanhã. Então a gente tem que estar de olho na ciência mesmo. Ver o contraste político, ver o contraste econômico. Não acreditar piamente em alguns produtos milagrosos que são provados cientificamente entre aspas. Eu veria a ciência como uma produção de conhecimento, mas extremamente mutável, hoje.

P: E o quê que te levou na faculdade a mudar esse conceito?

FI5: O que levou? **Acho que foi ver a forma de produção da ciência. Acho que a forma como os professores pesquisam, como eles questionam, hipóteses, aonde eles acham falhas ou lacunas dentro de um tema que está sendo desenvolvido.** A procura de falhas. Há constatações e erros que eles procuram atingir e tentam reformar. Às vezes, até propor um novo paradigma na forma de pensar.

FI5 fala que trabalharia o conceito de ciência fazendo a ligação com a parte política, social e econômica desse tema.

FI5: Eu tentaria trazer para sala algumas reportagens do tipo é ... ou alguns dados de doenças que são mais freqüentes na população, e que parece que não tem tanto tratamento, entende? **Tem doenças que atingem classes sociais mais altas e uma intensa pesquisa voltada para elas.** Então eu traria números desse tipo para tentar abordar a questão econômica da ciência. Parece que dependendo da classe social que a doença atinge, parece que há mais investimento na procura de tratamento para essa doença. **Enquanto que têm doenças simples que estão incidindo direto, matando milhões de pessoas, doenças endêmicas ainda, que parece que há um descaso assim.** Que o pessoal não liga tanto para poder ir atrás da... talvez uma cura, ou de um tratamento pelo menos, para essa doença.



Em relação ao tema evolução, acha difícil trabalhar por ser um tema polêmico.

FI5 cita como exemplo de dificuldade um debate sobre o tema que aconteceu em seu curso de Ciências Biológicas.

FI5: Nossa! Foi complexo, porque começou o assunto com religião e tem uma menina na minha sala que é meio católica e ela ficou brava! Que tem um que é ateu e um que é católico, né? Então começou um quase sair na mão com o outro. **Porque o aluno praticamente destruía assim a religião e ela queria defender, então ficou uma coisa bem desagradável.**

No ensino da evolução biológica, FI5 diz que abordaria o assunto tendo um foco científico e através da história da construção do conceito de evolução biológica. Disse também que daria uma ênfase maior as discussões atuais sobre o conceito de evolução biológica.

FI5: Acho que o conceito de evolução biológica é interessante a gente começar com a origem da evolução. É...o caminho da evolução. Que eu acho interessante. **Acho que torna mais atrativo você saber como foi a produção do conhecimento para o aluno. Porque as teorias que existem hoje não surgiram de repente, elas foram desenvolvidas ao longo de um longo período.** Mas, eu acho que a gente aprender tipo: **isolamento geográfico, eu acho que é uma coisa que a gente vem aprendendo já há muito tempo.** Então eu acho que, por exemplo, a gente teve textos superinteressantes que foram dados para serem feitos seminários, eu achei que ali, dali podia ter surgido discussões ou mesmo selecionado aulas maravilhosas. O meu texto foi superinteressante, uma mudança de paradigma entre Darwin e Lamarck, descobrindo uma nova origem de espécies. Eu acho isso uma coisa interessante, uma evolução atual. A pessoa está trabalhando em cima disso, em cima de **genes de reparo, de DNA.** Isso eu acho uma coisa interessante. **Eu acho que eu visaria dar um conceito de evolução voltado para a vertente mais atual.** Do que atualmente está mais pensando. Não ficaria muito apegado em concepções antigas, como de...eu passaria rapidamente por Lamarck, por Darwin (não que eles não sejam importantes, longe disso, seria um dos pioneiros), mas eu acho que isso poderia ser feito uma investigação por eles. Eu acho que eu procuraria dar um tocante mais atual da evolução. Assim... atual, **molecular, do gene,** eu iria por aí.

Discutindo as aulas de evolução, destaca novamente seu interesse nas questões atuais sobre evolução:

FI5: Gene egoísta, nossa! Foi uma das partes mais interessantes, **do altruísmo, do gene egoísta,** foi a parte mais interessante do curso para mim.

Percebe-se no discurso de FI5 um enfoque nas questões genéticas, daí o interesse por questões polêmicas atuais, como a teoria do gene egoísta proposta por Dawkins, com a qual a visão do aluno pode ser aproximada. Pode-se inferir que o aluno compartilha uma visão molecular da evolução, mas sem deixar de lado processos como especiação que foi citado em seu discurso e que está presente na **Teoria Sintética da Evolução**.

### ALUNOS DO NOTURNO

#### 3.2.6. ALUNA FI6

A aluna FI6 diz ter se espelhado nos professores de Biologia do Ensino Médio, o que influenciou sua decisão de cursar Biologia. Ela diz que gostava das aulas de Biologia no Ensino Médio, pois está tinha relação com o cotidiano.

FI6: Deixa-me pensar ... Acho que foi mais pelos professores que eu tive no colegial. Mas, até o colegial eu não sabia bem o que eu ia fazer. Queria uma época uma coisa, outra época outra coisa, quis publicidade, umas coisas nada a ver com Biologia. Aí eu acho que foi mais pelos professores que me incentivaram, que me incentivaram não, **que eu me espelhei**, gostava muito das aulas deles, me estimulava a querer saber mais sobre isso.

P: E o que tinha nessas aulas que te levou a...?

FI6: Acho que o **jeito mesmo de relacionar com a vida, relacionar, está sempre relacionando uma coisa da matéria com a vida da gente, uma coisa bem prática**, levavam experimentos interessantes também, estavam sempre...não era aquela aula maçante, estavam sempre brincando com alguma coisa relacionada a matéria, acho que esse tipo de coisa.

A aluna ainda não teve experiência docente e quando questionada sobre o que espera encontrar na sala de aula, acha que no começo será um pouco difícil, mas que depois acabará se acostumando.

A aluna FI6 acha o conceito de ciência um pouco vago e tem dificuldade para explicar o que é ciência, mas acredita que o conhecimento científico inicia através de uma dúvida e a partir disso o cientista tenta buscar respostas por meio de experimentos e de pesquisas anteriores. Nos trechos a seguir a aluna comenta o conceito de ciência e logo em seguida relata como deve ser o trabalho dos cientistas.

**FI6: Eu sempre achei meio vago.** Ciência. Explicar o que é ciência? Complicado explicar. **Acho que é todo o conhecimento que é adquirido pelos pesquisadores,** mesmo que já é conhecido desde... acho que o que a gente conhece hoje é porque alguém já pesquisou, já descobriu, ou ainda não descobriu alguma coisa. Acho que isso tudo é ciência, esse conhecimento, essa busca.

P: Como é o trabalho de um cientista? Como que se produz essa ciência?

**FI6:** Acho que **tem que ser a partir de alguma dúvida, alguma pergunta que ele tenha,** por exemplo, porque que essa planta é verde? Aí ele vai ir atrás, pesquisar de alguma maneira, ver se alguém já descobriu, porque que é. Tentar fazer um experimento, para ver a cor, sei lá. Até ele descobrir porque ela é verde.

A aluna FI6 acha que o conceito de evolução biológica também é vago, polêmico e tem influência de aspectos religiosos.

**FI6: Evolução eu também acho bem vago!** Bem vago o conceito de evolução! Eu acho que **é muito polêmico** esse conceito também para poder ser ensinado. Tipo, **tem criacionismo e evolucionismo, daí entra muito em conflito,** às vezes a família, tem uma religião muito assim, não acredita, não aceita. Então, sei lá, acho que esse assunto tem que ser abordado, mas de leve. Mas eu não sei como. Acho meio complicado.

O fragmento da entrevista no qual a aluna FI6 discute o conceito científico de evolução biológica é transcrito abaixo. Percebe-se que já na primeira fala a aluna diz que a evolução se deu desde os organismos “menos evoluídos”, mas logo em seguida corrige-se usando o termo “mais primitivo”. Alguns parágrafos depois, pode se verificar que a aluna utiliza outro termo que sabe que não é adequado “são mais fracos”, mas que para minimizar o seu efeito coloca esse termo entre aspas. Pode-se inferir que mesmo a aluna conhecendo alguns conceitos científicos utiliza termos do “senso comum” para explicar os conceitos. Isso

pode causar confusão, o que é verificado pela a autocorreção que a aluna faz sempre depois de utilizar um termo não adequado aos conceitos científicos.

É comum a utilização de termos que acabam por distorcer o conceito científico de evolução biológica. O termo “mais evoluído” pode transmitir a idéia de que uma espécie pode ser melhor do que a outra. Porém, considerando que os organismos não adaptados não sobrevivem, todos organismos vivos estão adaptados de certa forma a seus ambientes específicos. Além disso, o critério para o estabelecimento do que é “melhor” é subjetivo e está relacionado com a cultura e valores humanos.

FI6: Explicaria que eu acho que... foi tudo a partir de uma seleção, que desde o começo, que **desde os seres menos evoluídos, mais primitivos**, digamos, foram sendo selecionados os mais aptos a viverem foram se perpetuando, passando aquelas características, e daí evoluindo, criando novas espécies.

P: E o que tornou um ser mais apto que outro?

FI6: Acho que **as características genéticas dele**.

P: E essa seleção atua de que forma?

FI6: Atua selecionando, aqueles que são mais... digamos que **são mais fracos**, entre aspas, não conseguem sobreviver, não conseguem passar seus genes para frente, perpetuar e evoluir.

No trecho a seguir, são destacados os motivos que levam FI6 a entender o conceito de evolução biológica como vago. Percebe-se que uma das dificuldades da aluna é seu entendimento de ciência como algo experimental e baseado em fatos positivos, portanto, para a aluna, o trabalho de paleontologia é mais “imaginativo” do que científico. Entretanto, considerando a ciência como social, dinâmica e dependente da criatividade, mesmo em outras áreas do conhecimento científico não é possível chegar à “certezas”, portanto, a visão de ciência apresentada pela aluna é limitada e idealizada. A não compreensão do processo evolutivo pela aluna tem relação com essa visão da ciência como algo experimental, para FI6 a evolução é tida como algo que não pode ser “provado”, pois é “vago”.

FI6: Eu acho que sim, porque **é difícil entrar na cabeça que tudo começou do nada**, sei lá de onde começou, tem muita...sei lá, **acho que ainda tem algumas coisas que ainda não são explicadas**. Então, eu acho meio difícil por causa disso, falta pedaço para explicar.

P: E que pedaços são esses que você vê que faltam para estar explicando?

FI6: É tudo meio assim, que nem uma espécie diferente lá que através dos fósseis descobre. **É tudo feito através da imaginação, digamos, do cara que pegou lá os ossinhos, juntou, e falou: “ah, era assim” Mas, vai saber ...** Sei lá. Não entendo muito. Nem eu entendo muito isso de imaginar como que seria aquela espécie, que aquele lá era filho desse, só através de uns pedaços de ossos. Não sei, não entra muito na minha cabeça. Acho meio difícil de acreditar. Ainda mais passar uma coisa que você não acha muito, acha meio estranho, ainda ensinar é mais difícil.

P: Você tem alguma dificuldade então de compreender esse conceito de evolução? Você está falando que você tem dificuldade de visualizar como é que...

FI6: Eu acho estranho porque não dá para...que nem os desenhos que tem de dinossauros, que eles falam que tem a família tal, descendente de tal, não sei o quê, aí evoluiu, sumiu a outra família, não sei o quê. **Como que pode ter certeza dessas coisas? Acho que nunca pode ter certeza, porque tudo foi meio deduzido. Tudo foi por dedução.** Não dá para saber, falar: “Ah, eu tenho certeza que essa espécie viveu até tal e depois desapareceu”. Sei lá, eu não sei explicar, acho que não é nada muito certo. Acho que é muito dedutivo.

Durante a entrevista surgiu a questão de relacionar o conhecimento biológico com a vida cotidiana. A aluna FI6 relata como relacionaria o ensino de evolução com aspectos do cotidiano. Novamente, pode-se observar que a aluna utiliza uma explicação que pode trazer distorção: “Porque ela evoluiu para aquilo porque o pássaro ele poliniza ela. Então para o pássaro, para ela atrair o pássaro ela teve que ser de tal maneira”. Ou seja, utiliza expressões **finalistas** para explicar a evolução biológica. Porém, logo em seguida corrige-se explicando que as características foram “selecionadas”. Nota-se que mesmo que a aluna tenha apreendido o conhecimento científico de evolução biológica, a dificuldade em usar uma linguagem adequada pode prejudicar o ensino desse conceito. Portanto, destaca-se aqui a necessidade não só da construção do conceito científico pelos professores, mas também da apropriação de termos específicos (linguagem característica de determinada área de estudo) para que não ocorra distorção no momento da comunicação.

As expressões finalistas utilizadas no discurso da aluna FI6 pode ser aproximada as categorias históricas do pensamento **teleológico** de Aristóteles, no qual um órgão ou estrutura se desenvolve para uma determinada finalidade. Mesmo que a aluna compreenda alguns conceitos de evolução biológica atual, uma idéia finalista é transmitida pela sua fala. Pode-se inferir também que a dificuldade na utilização da linguagem possa ser fruto de um

conflito de idéias que não ultrapassou os obstáculos epistemológicos para uma compreensão fundamentada da Teoria Sintética da Evolução. Assim, a aluna sabe que algumas idéias são tidas como “erradas”, mas faltando uma compreensão aprofundada do conceito, essas idéias tornam a emergir no discurso.

FI6: [...] Acho que dando exemplo só. A primeira coisa que me vem na cabeça é dar exemplos práticos, tipo as plantas, por que determinada planta tem a flor diferente da outra? **Porque ela evoluiu para aquilo, porque o pássaro ele poliniza ela. Então para o pássaro, para ela atrair o pássaro ela teve que ser de tal maneira.** Isso foi selecionado, e as outras que não tinham aquela característica não conseguiram ser polinizada pelo pássaro. Tipo, mais uma coisa prática.

Em relação às discussões atuais, a aluna refere-se a algumas como “absurdas”, mas concorda que possuem “nexo”. A aluna recorda-se da “teoria do gene egoísta” como uma discussão atual.

FI6: Não sei! Achei até interessante aquela do gene **egoísta, que você gosta das pessoas, dos seus pais, porque eles têm mais semelhanças com os seus genes.** Então você quer que seus genes passem para frente por isso que você gosta deles, não porque...Eu achei uma coisa assim “ah, que absurdo!”. Mas temnexo.

Nesse trecho, fica clara a utilização da teoria do gene egoísta para a explicação de comportamentos humanos, como por exemplo o altruísmo. Esse reducionismo do comportamento humano à genética pode ser associado a sociobiologia. Esta considera que o comportamento é, em grande parte, definido pela genética do indivíduo.

Conclui-se que FI6 possui uma grande dificuldade na utilização dos termos adequados à Teoria Sintética da Evolução. Essa dificuldade pode ocorrer: pela apropriação de termos como adaptação e evolução da linguagem cotidiana; pela dificuldade na compreensão dos conceitos científicos; e pelo conflito entre idéias.

### 3.2.7. ALUNO FI7

O aluno FI7 diz que desde o Ensino Fundamental se interessa por assuntos relacionados à Biologia, principalmente Biologia Marinha, tendo ingressado na Faculdade de Ciências Biológicas pensando em fazer mestrado na área de Oceanografia. FI7 relata que no momento do ingresso não pensava em sair da faculdade como professor, mas no decorrer do curso estando em contato com as dificuldades que encontraria em relação à área de Biologia Marinha e trabalhando em laboratórios de pesquisa mudou de idéia. No fragmento abaixo, observa-se como se deu essa mudança.

FI7: Mas, depois que a gente começa a fazer o curso, vai vendo também que não é bem assim, que infelizmente a área de Biologia Marinha hoje **não tem tanta facilidade de mercado**, para você trabalhar com isso, tem que gostar de trabalhar no mar, tem que gostar de morar na praia, tem que se isolar um pouco da vida que você tá habituado a ter. Então, eu fui meio me desligando a isso, posso até vir a fazer o mestrado nessa área, mas o meu objetivo hoje mesmo é sair da faculdade e dar aula. Virar, me tornar professor, exercer a licenciatura.

P: Você disse que não gostava muito, não tinha essa pretensão.

FI7: Não, **não é que eu não gostava. Meu objetivo principal era esse: trabalhar com Biologia Marinha.** Eu já tive experiência de trabalhar com grupo de jovens por parte da igreja, porque eu freqüentava lá na minha cidade. Ainda freqüente. Então me tirou a inibição de falar em público e poder está passando uma coisa que eu já sei. Então, se eu viesse a ser professor não ia ser dificuldade para mim. Porque tem gente que não se vê na frente, discutindo, trabalhando. Mas eu não, eu não me via professor pela profissão mesmo, eu achava que eu ia trabalhar como pesquisador. **Mas eu faço estágio na USP, já fiz estágio aqui na própria Biologia. Eu já vejo hoje o contrário, que eu não sou para ficar num laboratório, ficar trancado, já sou para lidar com gente. Então eu acho que como professor eu vou me dar melhor.**

Quando FI7 comenta sobre sua futura docência, destaca a questão da violência como uma dificuldade que encontrará. Além disso, faz uma distinção entre escola pública e particular, considerando que a escola pública oferece maior dificuldade para o trabalho. Na fala de FI7 está implícito que é mais fácil trabalhar em escola particular, pois os alunos que não se adequar ao esquema da escola são excluídos, sendo assim, o professor tem a “autoridade” através de uma estratégia que causa exclusão. Na escola pública que tem uma política de inclusão e na qual o professor trabalha com os alunos que possuem uma

diversidade econômica e sociocultural maior, os problemas sociais, inclusive a questão da violência fica em evidência.

FI7: O meu medo hoje é que eu vejo que o professor perdeu a **autoridade** que ele tinha em sala de aula do que no meu tempo. **Isso em nível de escola estadual, porque escola particular é outra coisa, lá você está pagando para ter aula, se você não atinge as metas, se você não se comporta do jeito que a escola espera, você é expulso**, tranqüilo. Agora, na escola estadual é diferente você tem que lidar com outro tipo de pessoal, cada um com seu problema, aluno mais carente ou não. Então o professor, hoje em dia ele tem muito mais medo por ter escolas ...eu conheço diretores de escola lá na minha cidade, **falou que várias vezes tiveram que chamar a polícia, porque teve caso de tráfico de droga dentro da escola, teve caso de briga com arma, de sair tiro, tiroteio. Então meu medo é esse hoje.** O professor perdeu tanto autoridade que ele tem, que ele já é vítima da escola. Às vezes ele tem que passar aquele conteúdo, mas ele não pode tentar discutir aquilo com o aluno, tentar ver porque o aluno tem certo problema ou não, porque o rendimento é baixo, as vezes o aluno vai para escola não para aprender, mas ele vai porque ele é traficante, ele vai ...É uma coisa complicada hoje. Então, não adianta eu querer fazer, botar na minha cabeça que eu vou trabalhar com o aluno tal, tal, tal. Eu não sei o que eu vou encontrar.[...]

Ainda comentando sobre sua futura docência, FI7 enfatiza a ligação dos conteúdos disciplinares abordados na escola com aspectos do cotidiano da vida do aluno. Contudo, FI7 continua distinguindo na sua fala alunos menos favorecidos economicamente dos mais favorecidos. Essa distinção, em última instância, pode causar um acirramento das diferenças sociais se o docente constrói certos conteúdos apenas com “certos” tipos de alunos. É fundamental a relação entre conteúdos, interação pessoal e cotidiano, mas tanto alunos de escolas particulares quanto de escolas públicas devem ter acesso aos conhecimentos básicos do Ensino Médio. Como conhecimentos básicos, entendem-se os conhecimentos específicos que fundamentam as diversas disciplinas do currículo. A apropriação de um corpo básico de conhecimentos permite a formação de alunos críticos e a inserção destes na sociedade.

Os conhecimentos específicos devem ser trabalhados de forma contextualizada, fazendo relação com o cotidiano do aluno. Assim, o tema da Orientação sexual deve ser trabalhado com todos alunos (mesmo que estes já tenham sido discutidos dentro da família), pois a escola é onde os alunos têm a oportunidade de expressar suas idéias e exercer o respeito



mútuo. Da mesma forma que o tema Orientação Sexual deve ser discutido com todos alunos, o conceito de fotossíntese também deve estar acessível, pois proporciona a alfabetização científica, permitindo que o aluno compreenda o mundo em que vive (por exemplo, entendendo uma notícia de jornal). O conceito de fotossíntese está na base da compreensão de conhecimentos como cadeia alimentar, produção de oxigênio, entre outros, portanto é um conteúdo central para o entendimento da Biologia.

FI7: [...] não adianta ir numa escola, por exemplo, onde o pessoal é muito carente e vive em condição subumana, em favela, não sei o quê, e querer falar de fotossíntese e não tem uma planta perto da região onde eles moram, é córrego, é esgoto a céu aberto. Tentar buscar assim: calma, eu vou ter que passar esse conteúdo, mas não dar a ênfase que os professores hoje dão, naquele estilo de “ah, decora isso”. **É você buscar alguma coisa que eles possam utilizar na vida deles.** Então, o que você vê que é a parte mais carente para esse pessoal hoje, é saber a importância de não usar uma droga, o efeito que a droga pode trazer para o organismo, anticoncepcional, é comportamento sexual, é orientação sexual. Então, eu acho que isso é mais importante para esse tipo de pessoal. **Agora, se você vai dar uma aula para um pessoal mais instruído que já tem essa educação de casa, da família, que a mãe pode sentar para filha e conversar isso, isso e isso, sobre a pílula, camisinha, uma coisa. Já não precisa tanto o professor.** Então, eu acho que cabe a mim antes saber com que classe que eu estou lidando, com que tipo de pessoal eu vou falar, para poder, para aquilo que eu for falar seja útil na, se torne útil na vida deles, **porque às vezes eu falo “a fotossíntese é água, luz, oxigênio, gás, tal”. O que ele vai, ele vai sair de lá ele vai usar onde aquilo lá? Agora, eu falando de comportamento sexual, prevenção, antidrogas, prevenção contra a AIDS. É uma coisa que está presente no dia a dia, que vai ser mais importante para ele e está na área que eu estou ensinando.** É o que eu penso pelo menos.

Quanto à experiência com docência, FI7 já trabalhou como substituto dando aulas de ciências, durante um semestre, para crianças de primeira e segunda série do Ensino Fundamental. FI7 relata que sua experiência foi surpreendente, pois as crianças demonstravam curiosidade e interesse.

FI7: Então eu fiquei meio assim no começo, que nem eu estava, falei “nossa, essa criquinha vai tirar sarro de mim aqui em cima, vai...ainda mais criança, né?” Mas, eu me surpreendi porque como é primeira e segunda série, é bem básico. Então a gente trabalhou bem com ecologia, com preservação ambiental, nada muito mais específico. **E eu me surpreendi porque eles sabiam muita coisa, o que eu falava eles tinham curiosidade de aprender, eles me respondiam, não era uma classe dispersa.** Então, acho que tirou um preconceito meu que eu tinha que criança era mais difícil de lidar. Achei que foi o oposto do que eu esperava encontrar.

A ciência para FI7 está relacionada com a explicação dos fenômenos naturais. O aluno não destaca em nenhum momento a construção humana e subjetiva da ciência. Portanto, FI7 tem uma visão **internalista** da ciência. Além disso, em algumas falas, percebe-se que FI7 entende “Ciência” como a disciplina “Ciências” do Ensino Fundamental. O aluno também exclui de sua concepção de ciência as áreas de Humanas e a Matemática.

FI7: Então, é que depende...o meu conceito de ciências é **tudo aquilo que envolve a nossa vida**, em termo de meio ambiente, ecologia, vida animal, física, química. **Eu acho que você só exclui de ciências a parte de Matemática, cálculos, a parte humana, que é Geografia e História, porque quando...**até quinta série ciências para mim era ciências e programa de saúde, uma coisa assim, não me lembro, envolvia ciência, nessa parte envolvia princípios de Biologia, princípios de Física e Química. Essa foi a idéia que me deixou na cabeça. Então, mas é uma coisa muito difícil de você pensar o que é ciência. Você perguntar o que é ciência é a mesma coisa de você perguntar o que é vida. Uma coisa muito abrangente para você tentar explicar, aperta um pouco, né?

FI7: **Acho que a ciência ela, você pode, qualquer lugar que você olha, que você passa, você vê ciência acontecendo.** Tanto que você pode explicar o efeito do arco-íris, o porquê do entardecer, maré, lua, rotação da Terra, eclipse, todo lugar que você vê, você pode dar um exemplo para o pessoal da sua classe, ou é canto de pássaro, ou é reprodução dos animais, ou é cadeia alimentar. Eu acho que é diferente de História, ou Matemática. [...]

FI7 compreende evolução como uma teoria científica. Entretanto, entende como “teoria” algo que não pode ser provado, hipotético, o que se aproxima da visão de senso comum de teoria. Essa idéia está associada a sua concepção de “ciência” (para FI7 a ciência está baseada na observação direta dos fenômenos naturais). Entretanto, destaca-se nessa dissertação que a ciência sujeita ao viés da subjetividade do cientista. Inúmeros experimentos podem construir um conhecimento sistemático sobre a realidade, o que não significa que atingem uma verdade. Portanto, no trecho que FI7 comenta sobre a evolução como uma teoria, podem ser destacados dois aspectos: primeiro, que FI7 acredita que a ciência pode atingir certas “verdades” e segundo, que a teoria da evolução é algo hipotético (de crença) que pode ser comparado ao conhecimento religioso e as teorias bíblicas. Destaca-se que o conhecimento científico não tem a função de se chegar a “verdade”, mas proporcionar uma

interpretação racional do mundo e que a teoria da evolução é mais que uma hipótese é um conhecimento sistematizado, coerente e que pode explicar racionalmente os fenômenos encontrados.

FI7: Então, isso também é delicado. Como a gente estava conversando, tem gente que não aceita, tem gente que por questões religiosas não aceita. Mas, eu acho que a gente tem que, a partir do momento que entra em sala de aula, deixar as diferenças religiosas para fora. A gente está falando sobre ciência, então qual é a teoria que a ciência acredita? O darwinismo. Então é passar, mas não passar como verdade absoluta: é assim que aconteceu. **É uma teoria. Do mesmo jeito que, vamos supor, se eu for falar da Bíblia, eu vou usar, mesmo eu sendo católico ou o próprio evangélico, falar daquilo como teoria, a teoria bíblica é essa, a teoria de Darwin é essa.** Agora, não é essa a verdade, nem é essa a verdade, **não foi provado ainda qual que é certa qual é errada.** Se um dia alguém bater a caneta e comprovar “não, aconteceu isso, e tá comprovado”, aí muda a história, mas até hoje não foi [...]

Questionado sobre o conceito científico de evolução biológica, FI7 entende que o conceito de evolução está relacionado a Darwin. Explicando o que seria a teoria de Darwin o aluno cita o processo de seleção natural e as mutações. Percebe-se que o aluno está comentando a **Teoria Sintética da Evolução** que é uma teoria aceita na atualidade e não o que Darwin aceitava em sua teoria, sendo o conceito de mutação desenvolvido apenas no início do século XX.

P: E como você explicaria o conceito científico de evolução? Qual é o conceito de evolução que você tem?

FI7: Eu aplicaria a **teoria de Darwin** mesmo.

P: E o que ela fala?

FI7: A parte da **seleção natural** como importância, como as evoluções foram surgindo, **as mutações foram surgindo.** Isso não foi do dia para noite, foram passos que foram desencadeados ao longo de milhões de anos...

No trecho abaixo FI7 continua explicando como ele entende o conceito de evolução biológica de Darwin. FI7 utiliza uma linguagem que pode provocar distorções no entendimento do conceito: “o **indivíduo** foi sobrevivendo, que foi **tornando-se** mais capaz de se adequar àquele ambiente **para** passar os seus genes [...]”. Se o indivíduo não está adaptado morre, se está sobrevive por um tempo permitindo a transmissão de genes a seus descendentes. Além disso, a palavra “para” transmite uma idéia **finalista** de evolução, ou seja,

a idéia de que a evolução tem um objetivo. Além disso, o enfoque de sua explicação é no indivíduo e num esforço deste para se adaptar. Essa visão pode ser aproximada ao entendimento que Lamarck tinha de sua “progressão dos animais”, em que o meio servia de estímulo, promovendo a necessidade do indivíduo em se adaptar.

FI7: [...] **o indivíduo foi sobrevivendo, que foi tornando-se mais capaz de se adequar àquele ambiente para passar os seus genes para outros**, que foi desencadeando. Então, eu acredito nessa teoria também. Eu acho que é a mais fiel hoje a o que a gente aprende aqui, menos espetacular e mais aceita, assim mais provável de ter acontecido.

Continuando a discursar sobre a evolução biológica tal qual Darwin a elaborou, o aluno contradiz sua explicação anterior:

FI7: Então, é também uma coisa que a gente não tem como especificar, porque não é uma coisa rápida de acontecer. Como Darwin **era contra o conceito de que a girafa que tinha um pescoço, que foi esticando o pescoço para poder se alimentar das folhas mais altas, para poder sobreviver**, enquanto que aquela que tinha pescoço curto morreu. O princípio dele [de Darwin] já seria da seleção natural que aquela que era mais adaptada ao meio, por mutações nos seus genes foram ... e a partir de vários cruzamentos foram ocasionando animais mais resistentes e mais **fortes**. E esses animais, **e daí até que chegou um momento que todos os animais eram descendentes desse primeiro**. Mesma coisa, hoje é um problema que a gente pode ter com isso é...uma coisa aplicável seria o efeito de inseticida, cada vez você está tendo que aumentar a dose de veneno para poder matar o inseto, ou algum parasita, porque um que teve uma mutação, que foi um pouco resistente àquele veneno, que conseguiu se multiplicar, passar seus genes, foi desencadeando populações mais resistentes, cada vez mais resistentes, até que chegou, vai chegar um total, que aquele veneno já não faz mais efeito.

No fragmento acima o aluno faz uma distinção radical entre o pensamento de Darwin e Lamarck. Como foi visto na revisão histórica, Darwin teve dificuldade para explicar a variação existente dentro da população. Para responder essa questão, ele elaborou sua hipótese da pangênese que afirmava a existência de gêmulas portadoras das características dos tecidos. Essas gêmulas poderiam ser influenciadas pelo ambiente, portanto, características desenvolvidas pelos pais poderiam ser transmitidas aos filhos. Então, mesmo considerando a questão da seleção natural a partir de uma diversidade, Darwin acredita que o ambiente pode

provocar uma variação direcionada para determinada seleção. Verifica-se que tanto Darwin como Lamarck acreditava na “herança dos caracteres adquiridos”.

Percebe-se também no fragmento acima que quando FI7 comenta sobre a resistência à inseticidas na frase “e daí até que chegou um momento que todos os animais eram descendentes desse primeiro, né?”, desconsidera a grande complexidade e a variabilidade existente dentro de uma população. Dentro de uma população podem existir mais de um tipo de variação genética que permita a resistência à inseticida, portanto nem todos indivíduos de uma população resistente serão descendentes de um único indivíduo ancestral.

Percebe-se pelas explicações contraditórias do aluno (finalista e depois selecionista) uma dificuldade na compreensão dos mecanismos de variabilidade populacional, mudança da frequência gênica, entre outros conceitos que fazem parte da **Teoria Sintética da Evolução**. Existe um obstáculo para a compreensão desses conceitos, tanto que o exemplo que o aluno utiliza para falar do processo de seleção natural é o exemplo típico da seleção realizada pela aplicação de inseticidas. Nota-se que alunos e professores utilizam com frequência este exemplo e o de seleção de bactérias por meio de antibióticos, que são exemplos clássicos encontrados nos livros textos e didáticos, tendo dificuldade em aplicar o raciocínio deste processo em outros exemplos.

Em relação a parte histórica, FI7 destaca a dificuldade que Darwin encontrou em sua época para divulgar a sua teoria. No entanto, na época de Darwin esse conceito já estava sendo muito discutido. Além disso, o tema evolução é um tema que ainda causa polêmica.

FI7: Eu acho que a parte histórica influencia muito, porque **eu considero Darwin como um corajoso, por exemplo, para época dele, ele lançar uma teoria que contraria o conceito dele** até como próprio filme que a gente assistiu, como chamava o filme? O vento será sua herança. Que existem comunidades muito fanáticas, então quando você lança uma teoria que fere o ego deles, que pode estar contrariando o que eles acreditam, você é condenado, o pessoal cai matando em cima. Então, e ele mesmo sabia disso, por isso que ele demorou muito para publicar a própria teoria dele. Então, eu acho que hoje em dia é tudo mais fácil. Hoje é tudo

mais aberto, você tem liberdade para falar, não tem essa dificuldade toda, mas na época tinha uma censura implícita no próprio inconsciente da pessoa, ele tinha medo daquilo que ele ia falar, sem ter uma censura que fosse proibir, ele podia lançar, ele sabia que o pessoal depois ia cair matando em cima.

### 3.2.8. ALUNO FI8

O aluno FI8 destaca no início da entrevista que uma das facilidades de se fazer licenciatura em Biologia é a oportunidade tanto para lecionar como para trabalhar com pesquisa. FI8 destaca que sempre teve vontade de lecionar e que se expressa com facilidade. Outro motivo apontado por FI8 por ter concorrido para o curso de Ciências Biológicas foi a nota de corte no vestibular.

FI8: Uma das facilidades que a Licenciatura oferece é a oportunidade de você estar trabalhando tanto como pesquisador, como professor, coisa que o Bacharelado ao contrário, ele não possibilita a parte de licenciatura e eu sempre gostei de dar aula, eu sempre tive vontade de dar aula, sempre foi uma característica minha, acho. No colégio mesmo, eu ensinava o pessoal em grupo, tinha essa facilidade de transmitir conhecimento, não que eu estude muito, mas acho que é uma facilidade. E surgiu a oportunidade de ter o curso aqui em ciências biológicas e a concorrência estava baixa na época, apesar de na hora pular de 8 por vagas para 20 por vaga, porque todo mundo viu que estava pouco concorrido. A gente acabou se enganando, mas conseguiu entrar. Mas foi por causa disso mesmo.

A experiência como docente de FI8 foi principalmente como monitor em uma escola particular. FI8 disse não ter tido dificuldade em sua experiência. Questionado sobre se trabalhou o conceito de ciência nessa oportunidade, FI8 ressaltou o caráter metódico da escola particular, no qual o professor tem que seguir a seqüência da apostila, o que restringe a sua autonomia.

FI8: Não. Não trabalhei porque no colégio particular você tem aquele problema que é a apostila. **Você tem que vencer a apostila**, você tem que dar o livro, você tem que dar aquele capítulo, você tem que fazer exercícios, querendo ou não, você tem que fazer aquilo render, **mas discutir de uma forma, muito conceitual assim nada**, acho que nem a abordagem construtivista, abordar de maneira alguma, é o professor na frente, explica, faz exercícios, bem nesse estilo mesmo.

FI8 faz uma generalização da forma de trabalho das escolas particulares de acordo com sua experiência. Entretanto, destaca-se, na presente dissertação, não ser possível fazer

essa generalização, pois nem todas as escolas particulares necessariamente adotam uma seqüência metódica de ensino e a apostila como recurso de trabalho. O problema de ter uma seqüência pré-definida a ser seguida, é que essa restringe as formas de trabalho na sala de aula e a complexidade de relações existentes nesta. Ainda, o trabalho seqüencial é seguido para promover a memorização e não uma construção do conhecimento pelo o aluno.

O conceito de ciência, para FI8, está relacionado com o “estudo das coisas inteligíveis” (FI8) e a produção do conhecimento científico é feita através da observação, formulação de hipóteses e verificação da validade dos resultados encontrados. Para ensinar o conceito de ciência, FI8 ressalta a importância de estimular a “observação dos fenômenos naturais” (FI8) nos alunos. São destacados, portanto, por FI8 aspectos **internalistas** da ciência e de sua coerência interna.

FI8: Ciência para mim é **o estudo das coisas que são inteligíveis para nós**, tem que ser descoberto, tem que ser estudado, tem que ser conhecido, o quê envolve aquilo, o quê está atrás daquilo, a implicância dele, para ele, para o próximo, para sociedade, ou para comunidade de um determinado animal. Enfim, é uma lista grande de tópicos que você tem para estudar mesmo, para estudar as relações aí que está atrás. É que ciência hoje está muito abrangente, você tem muitas áreas, entendeu? Física com a Biologia, com a Química que acabam se encontrando num certo ponto mas, querendo ou não, são áreas de estudos específicas.

P: E como é esse “fazer ciência”? Como o cientista faz ciência? Como que ele chega a trabalhar com esses fenômenos?

FI8: Ah, **observação! Formulação de hipóteses** e a busca de algum resultado que possa ser válido ou não. Acho que é a partir disso que ele faz ciência.

P: E como você pensa em ensinar ciência quando você estiver lecionando, trabalhando?

FI8: Acho que nas fases iniciais, acho que seria legal, é mostrar o observar. Porque muitas coisas que acontecem na nossa vida passam por despercebidas por nossos olhos. Então, você, não forçando, mas você indicando para a criança observar determinado fenômeno natural e simples, ela já passa a se habituar com aquilo [...]

Quanto ao conceito de evolução biológica, FI8 admite que é um tema complexo, no qual diferentes cientistas divergem. FI8 define de forma coerente ao que é a aceito **na Teoria Sintética da Evolução**, destacando a variabilidade genética dentro de uma população como aspecto fundamental no processo de evolução biológica.

FI8: É uma questão complexa que envolve muita teoria, muitos pensamentos, porque cada cientista vê de uma maneira, você não, você tem que fazer um agrupado de tudo isso e ter o seu pensamento, mas para mim, evolução é: **você tem uma variabilidade, aí você, ninguém é igual a ninguém, entendeu? E determinados fatores podem influenciar para a sobrevivência ou não daquela espécie. Isso que é o clássico, né, o neodarwinismo**, não sei se usa esse termo ainda. Mas seria a teoria de Darwin mais a questão do genoma, a descoberta da engenharia genética, que estariam se propondo a estar explicando a variabilidade de espécie e a extinção de outras.

Em seguida, discorrendo sobre a forma de ensinar o conceito de evolução biológica, FI8 levanta algumas dificuldades que espera encontrar.

FI8: **A primeira dificuldade é que não é uma coisa visível.** É uma coisa que você tem que ver em revista, ver fotos de como era, como é hoje, ter um conceito de genética, acho complicado, que você tem que ter, se você não entende de genética algumas coisas, por exemplo, variabilidade, como que a variabilidade ela é feita, porque que certos indivíduos podem sobreviver ou não, se é portador de uma característica, referente a um determinado fenômeno e não a outro. É complicado, você ver por esse lado, nas séries iniciais, de Quinta a Oitava, eu acho bem complicado. Mas, como que eu trabalharia? É complicado! Nunca parei para pensar. Mas acho que seria mais com foto, com figuras, com vídeos, com discussões, eu acho que veria **mais dificuldade com a questão de conceitualização de genética e de, até mesmo de eras geológicas**, entendeu? Eu acho que o problema está nos conceitos que antecedem ao próprio ensino da evolução. Essa é minha dificuldade maior.

P: E no Ensino Médio, também?

FI8: É. No Ensino Médio como você tem uma clientela um pouco mais velha, que já pensa mais, que já está acostumada a estudar mais, já está acostumada, já passou daquela fase de conhecer o mundo, de observar as coisas, uma outra etapa. Acho que seria mais fácil, você poderia estar abordando conceitos mais científicos propriamente dito. Porque de Quinta a Oitava você não pode aplicar um conceito puramente científico, mais por observação, entendeu? Pela formação de hipóteses mais simples, tanto é que eu não lembro de ter aprendido na sétima série, por exemplo, genética além da segunda lei de Mendel, entendeu? E pra você entender evolução você precisa ter muito mais do que a segunda lei de Mendel. Até **mutações** eu acho que é interessante você estar abordando. São assuntos como mutações, como **variabilidade genética**, como **crossing over**, **esses conceitos que tem que estar fortalecidos para você poder chegar e falar sobre evolução.**

No fragmento transcrito acima, percebe-se que o aluno sublinha os aspectos genéticos que produzem a variabilidade genética e percebe a importância de vários outros conhecimentos científicos fundamentais para uma compreensão do conceito de evolução biológica como um todo, inclusive a questão do tempo geológico.

Em relação à aula ministrada na graduação do curso de Ciências Biológicas, em que foi trabalhada a construção histórica do conceito de evolução biológica, FI8 acha que o



tempo foi curto e destaca a importância de trabalhar com dinâmicas diferentes. Outra crítica feita por FI8 relacionada ao trabalho da História da Biologia, é que a História da Biologia é realizada como introdução de um tema, sendo que o aluno ainda não estudou a importância deste tema.

FI8: Então, eu acho que a gente teve um pouco de problema, por tá fortalecendo certos conceitos de genética aplicados à evolução. **É porque a gente sempre começa a ensinar pelo processo histórico, começa a aprender pelo processo histórico, mas como a gente vai saber a importância do que aquele cara fez se a gente não tem muito, não sabe muito o assunto, não sei, é uma dificuldade que eu sempre tenho. Ah, fulano descobriu não sei o quê, tá e daí?** O que isso é importante? Mas a questão da evolução não tem jeito porque você começa pelo que eles não sabiam, e todo mundo já tem um pouquinho de conhecimento sobre evolução, sempre traz um pouco do Ensino Médio. Mas, eu não estou lembrado muito do....

FI8: Eu acho que é isso mesmo, a dificuldade que poderia ter ocorrido que eu falei é essa falta de um conceito firme sobre determinado assunto. Mas, isso não impossibilitou em nada a gente tá aprendendo o que você falou. Você foi muito clara, de Darwin, da situação histórica de Lamarck, a comunidade científica envolta do Lamarck, Darwin já estava, que ele preparou mais um tempo para poder está expondo suas idéias, né? Foi isso, né? Tá certo. Eu acho que, é isso mesmo.

Na fala abaixo também é percebida a necessidade de se ressaltar a História da Biologia na formação do Biólogo e do professor de Biologia. Concorde-se que é necessário trabalhar a história da Biologia interligada ao conteúdo durante todo o curso, não só no início deste ou na primeira aula. Além disso, seria adequado introduzir uma disciplina sobre a História e Filosofia da Biologia, onde os alunos pudessem discutir o que é o conhecimento biológico e como ele foi construído.

FI8 comenta da dificuldade de trabalhar a área de humana, pois o curso tem um “caráter científico”. Na fala de FI8 pode ser percebido que ele entende que mesmo sendo seu curso de licenciatura, existe um enfoque maior nos conteúdos definidos como “puramente científicos”. A fala do aluno apresenta distorção quando considera que a área de humanas não apresenta caráter científico. Além disso, fica evidente na fala do aluno que mesmo o curso sendo de licenciatura, o enfoque na educação e nas matérias pedagógicas não tem um espaço privilegiado no currículo.

FI8: Inclusive, eu vou dar um seminário que fala sobre essas **abordagens filosóficas do que é a vida**. Eu peguei esse texto. É bem isso, eu li lá, o que estava escrito, eu falei: **“gente, eu nunca vi isso aqui na faculdade não, uma vergonha”, entendeu? Que explica como... o que é vida, entendeu? Nenhuma disciplina chegou e abordou isso: O que é vida? O que o fulano pensou? O que Aristóteles? O que o outro da engenharia genética descobriu? O que ele disse? Porque é assim? Às vezes falta um pouco da gente pensar um pouco no porque das coisas que a gente faz.** A gente faz as coisas, mas não sabe porque. Saber o porquê daquela área específica dentro da minha área de atuação da pesquisa, dentro da minha área de ensino, mas porque o filosófico, porque o humano, porque o antropológico, filosófico da ciência, não aborda nada. **Mas é difícil trabalhar no curso de Biologia essa questão mais humana pelo próprio fato de ser um curso científico. Tem uma abordagem científica esse curso, não tem uma abordagem que volta para cem por cento educação,** que se volta para a filosofia da ciência, para sociobiologia, puramente científico.

P: E o que você acha disso? De o curso ser...

FI8: Eu acho que tem que dar oportunidade para tudo. Só que se eu não gosto de uma certa área, vou fazer o que? É opção de cada um. É complicado, você não dá para agradar a todos. Você sempre vai ter esse problema. Mas tem que ter um conhecimento, porque hoje você tem o conhecimento disso, tanto da parte de educação, quanto da parte de pesquisa, parte de filosofia um pouco, entendeu? Tem que abranger um pouco de tudo. Você é biólogo, você não é...

Em relação à parte histórica o aluno ainda comenta sobre as novas teorias.

FI8: Ah, sim. Era coisa que eu não conhecia, não conhecia mesmo do altruísmo, do gene egoísta. Achei muito interessante, mas poderia ser trabalhado um pouco melhor.

### 3.2.9. ALUNA FI9

No início da entrevista a aluna FI9 comenta que não era sua intenção cursar licenciatura, alguns fatores contribuíram para essa escolha como morar em Bauru e estar trabalhando quando prestou vestibular. Apesar disso, diz que fez a escolha certa e que gosta da área de educação. FI9 está lecionando em um colégio particular como substituta. Ela trabalha a disciplina “Ciências” com alunos do Ensino Fundamental e “Biologia” com alunos do Ensino Médio.

FI9 comentando sobre sua experiência docente, diz que está satisfeita e relata que na escola em que leciona são adotados livros para o Ensino Fundamental e apostila para o Ensino Médio.

Questionada sobre se trabalhou o conceito de ciência em suas aulas, FI9 diz que não pois quando iniciou seu trabalho na escola o ano letivo já tina começado e esse conceito já havia sido trabalhado com todas as classes. Percebe-se que o conceito de ciência a que a aluna se refere é pontual e não está mediando todo o conhecimento biológico. Além disso, infere-se pelo seu discurso que ela está falando da disciplina curricular “Ciências” e não sobre o conceito de ciência.

FI9: Não. Porque eu cheguei já tinham começado as aulas. **Já tinha tido início o ano letivo, então eles já tinham tido.** Eu percebi até que em todas as séries eles abordaram esse assunto, mas eles já tinham tido logo de introdução, pelo que eu pude perceber do que já tinha sido dado, que eu peguei para acompanhar. É ... em todas as séries, inclusive, foi abordada essa questão do que é ciências, porque é importante o ensino, que idéia que eles têm disso, como que eles vêem, como eles imaginam, o quê que eles vão estar fazendo em todas as séries. Mas quando eu cheguei, isso já tinha sido dado, já tinha sido trabalhado com eles.

Quando a aluna FI9 é questionada sobre sua concepção de ciência, responde:

P: E como você vê a ciência? Você.

FI9: **Você me pegou agora. Porque eu descobri que eu gosto mais da parte humana da ciência.** Então é um pouco complicado. **Até por isso que eu gosto da área de educação. Eu não gosto muito da área de pesquisa, dessa parte de produção de conhecimento, de pesquisa.** Como eu vejo? Como eu vejo em relação a que assim?

Na fala da aluna pode ser apontada uma contradição. FI9 diz que gosta da parte humana da ciência, portanto, considera a pesquisa na área de humana como científica. Contudo, em seguida diz que gosta da área de educação pois não gosta muito de pesquisa. Nesse trecho, a aluna refere-se a educação como uma área não científica, que não faz pesquisa nem produz conhecimento.

No trecho abaixo a aluna continua explicando como entende o conceito de ciência.

FI9: O quê que é ciência para mim? É uma pergunta difícil de responder isso, né? Eu não sei, acho que é essa busca que a gente tem por estar **conhecendo, entendendo o meio que a gente vive, as leis que regem tudo isso** e está aprofundando o nosso conhecimento para tentar entender e se relacionar com isso tudo.

P: Você falou que gosta mais da área de humana da ciência. Como é que você acha que é esse fazer ciência na área de humana?

FI9: É difícil. A gente não é muito compreendida não. É uma relação meio estranha que eu tenho, porque eu gosto muito de Biologia, mas eu percebi que eu preciso ter a humana dentro da Biologia, porque eu tenho essa tendência para humanas muito forte. Mas é complicado lidar com isso, **porque geralmente as pessoas que vem para essa área das ciências, elas vêm as coisas muito ... de uma maneira mais exata**, de uma maneira tudo mais metódica. Então é difícil trabalhar esse lado, tanto que eu estou no quarto ano e só me dei conta disso agora. Eu estava em conflito esses três anos, achando até que não era esse o curso que eu queria, talvez por não enxergar isso. Não conseguia aplicar a ciência de uma forma diferente.

A aluna comenta que trabalharia o conceito de ciência na sala de aula tentando “sensibilizar as crianças”. FI9 entende que a sensibilização serve para mudar a compreensão de que a ciência é uma coisa chata. O domínio dos fundamentos científicos é indispensável para que se possam realizar tarefas triviais como ler um jornal ou assistir televisão (BIZZO, 2000). Para o autor, o ensino de ciências pode parecer difícil em alguns momentos, mas estar alcançando seus objetivos, enquanto pode parecer fácil em outros e ficar apenas na superficialidade. Nesse sentido, é importante mostrar que a ciência não é uma coisa “chata”, porém é necessário abordar o conceito de ciência com profundidade para promover a alfabetização científica do aluno que o capacitará a agir na sociedade.

FI9: Como? Trabalhar como? Bom, eu tenho muita vontade de **trabalhar mais com crianças** mesmo. Para estar **sensibilizando** eles, tomar contato com a ciência e **ver como isso é importante, como isso é interessante, como isso é bonito**, o que eles podem fazer com isso. O que eles podem estar buscando, descobrindo, transformando, trabalhando com a ciência. Então eu tenho muita vontade de trabalhar com crianças pequenas dentro disso. Não sei se eu vou continuar lecionando, mas eu tenho muita vontade de continuar trabalhando nessa área de contato com pessoa, com educação, para estar mostrando para eles isso. Para estar apresentando a ciência talvez para eles de uma maneira que eles... sensibilizar eles mesmo a tomar contato com isso. **Porque eu acho que as crianças têm um pouco de medo, quando a gente fala de ciência eles já entortam a cara, “Ah, é uma coisa chata”**, e mostrar que não é bem assim.

FI9: Eu acho que eles... **a ciência tá em tudo**, no dia a dia deles, eles mesmo...eu vejo com uma turma menor que eu trabalho, que eles mesmos estão se dando conta disso no decorrer do curso, que eu já estou há alguns meses com eles. Então, que não é chato por causa disso, porque é uma coisa natural na vida deles. Que parece que é complicado, eles vêm de uma maneira, eles colocam uma barreira para isso, e talvez os professores também tenham essa postura de tornar isso como uma coisa, impondo com muita seriedade. Mas que na verdade, eles têm contato com a ciência desde pequenos, principalmente as crianças que têm muita curiosidade, eles querem muito explorar as coisas, saber das coisas. Então, aí eu acho legal, porque é um material muito rico para você trabalhar a criança. Eles estão muito abertos para receber essas informações. E tá mostrando para eles isso: que a ciência pode ser

muito legal porque tá em tudo. Mesmo eles gostando de áreas diferentes, eles vão ter contato com a ciência em quase todas as áreas que eles forem seguir.

A aluna FI9 também não trabalhou o conceito de evolução biológica, pois já havia sido trabalhado no início do bimestre quando ela começou o seu trabalho na escola. Infere-se por essa colocação que a aluna trabalha tanto o conceito de ciência como o de evolução de forma compartimentalizada. Destaca-se que o conceito de evolução é um eixo unificador da Biologia e que deveria estar presente em todos os conteúdos dessa disciplina.

Em relação ao conceito de evolução biológica, a aluna FI9 admite ter uma opinião controversa.

FI9: Bom, pra mim ... aí que eu disse, eu não sei se eu vou poder te ajudar muito, **eu tenho uma opinião controversa. Eu, particularmente, vejo como uma teoria, como qualquer outra.** E essa é a minha resistência só, nas escolas a maneira como isso é ensinado às crianças. **Que não é ensinado como uma teoria que é. E então, a gente não tem como provar. E isso é passado como uma verdade absoluta para as crianças.** Eu até tenho procurado observar muito isso com crianças próximas da família, ou até mesmo eu percebo com meus colegas de faculdade, que a gente conversando, a gente aprende isso na escola como **“isso é fato”**. Então, eu sinceramente tenho muitas restrições a essa teoria, tem muita coisa que eu questiono realmente...

Percebe-se que para FI9 **teoria** é aquilo que não pode ser provado, contudo o sentido de teoria no contexto científico é um corpo sistematizado de conhecimento que guia a observação dos cientistas e pode ser corroborado pelos fatos. Quando se fala em Teoria Evolutiva, entende-se que os fatos observados a corroboram. Isso não quer dizer que seja a “verdade absoluta”, pois a ciência é uma construção humana, uma forma de pensar para entender o mundo coerentemente. Sendo a ciência criação humana, ela é dinâmica, mutável e não produz “certezas absolutas”.

No fragmento abaixo, a aluna levanta algumas restrições à aceitação da Teoria Evolutiva. Um dos aspectos levantado é a complexidade dos seres vivos e a dificuldade para explicar essa complexidade por meio do acaso. A dificuldade para entender o acaso é a necessidade de entender o tempo geológico em milhões de anos, como será visto abaixo a

aluna não acredita que a Terra tenha milhões de anos. Pode-se perceber no discurso da aluna a concepção **criacionista** (a crença em um mundo criado por um ser ou entidade) e **idealista** (a crença de estruturas e organismos que se moldam por uma idéia de perfeição) do mundo. Comparando com as categorias históricas apresentadas na revisão desta dissertação, pode-se aproximar a idéia da aluna com a concepção essencialista de Platão.

FI9: Eu acho que são explicações um pouco vagas que faltam alguma coisa, que não sei, não me convence muito as explicações da teoria da evolução. Mas, então eu acho que tudo bem é **uma teoria tem seu fundamento muito bem formulado**. Deve ser ensinada? Deve. Mas eu acho que colocada de uma forma mais clara para as crianças: isso aqui pode ter acontecido e a gente não tá dizendo que é isso. Eu acho que esse é o problema no ensino da evolução hoje em dia. O conteúdo que é passado, ele sabe muita coisa a respeito da teoria, eles têm um conhecimento muito grande mesmo. Eu percebo, os alunos que são mais novos, as crianças, eles têm um conhecimento bem grande a respeito desse assunto. Mas eles não questionam, eles acham que é, assim como...sei lá....outras coisas que são fatos. Para eles, para eles a teoria da evolução também é um fato incontestável.

FI9: Eu acho, eu cada vez mais que eu estudo Biologia, eu vejo que **os organismos vivos são perfeitos e complexos demais para terem surgido de um acaso**, que para as coisas chegarem aonde chegaram, que para nós estarmos aqui, durante esses bilhões de anos milagres teriam se tornado regra, porque os eventos que teriam que ter acontecido para que a gente chegasse aqui conforme essa teoria, a probabilidade é mínima, mínima em todos esses eventos. Então teria que ser realmente uma coisa muito difícil de ter acontecido, seria regra para ter caminhado dessa forma e chegado aqui. Então eu vejo que é complexidade demais na Biologia para ser explicado de uma maneira que eu acho um pouco simples. É... **a gente tem exemplos no nosso corpo de mecanismos que têm muitas partes interdependentes que não funcionariam se uma não tivesse funcionando bem**, tem vários exemplos. Então, eu não sei... e cada vez mais que eu estudo Biologia, mais me convenço disso. Ninguém concorda comigo, mas tudo bem.

No comentário abaixo, verifica-se que a analogia que a aluna FI9 utiliza entre a Teoria da Evolução e a crença em Papai Noel demonstra o status que ele dá ao conhecimento evolutivo.

FI9: Na escola? É difícil, é aquela coisa, eu sei que eu tenho que ensinar isso, né? Faz parte de uma coisa que eu tenho que passar para os meus alunos e ser imparcial. Eu não posso colocar isso para eles, que eu, principalmente para uma criança, que eles vão muito pelo que a gente acha, **eles vêem o professor como um modelo, é diferente se um professor aqui da faculdade falar para mim que acredita em papai Noel**, isso não vai mudar nada a minha opinião, mas para uma criança vai. Então eu acho que o cuidado deve ser tomado para isso ser passado da forma mais imparcial possível. Para isso não afetar a maneira como eu estou transmitindo.

Quando a aluna define o conceito de evolução biológica cientificamente, demonstra uma preocupação para não “parecer lamarckista”. O termo adequado seria **finalista**, pois não foi só Lamarck que utilizou a concepção finalista em sua Teoria. Mesmo utilizando o termo “lamarckista”, FI9 demonstra ter conhecimento sobre a Teoria Evolutiva aceita na atualidade. Assim, pode-se inferir que mesmo tendo o conhecimento científico, este não modifica de forma radical a concepção da aluna.

FI9: Deixa-me tomar cuidado para **não parecer lamarckista agora**. Mas, não deixa de ser a seleção daquele que está mais apto, não que ele se adapte a isso, mas porque ele já tem essa é... não essa característica, mas essa aptidão e...vai sendo selecionado pelo ambiente no decorrer do tempo, pelas mutações que vão ocorrendo no material que ele carrega, aqueles que tem essa aptidão maior vão sendo selecionado para estar continuando... perpetuando a espécie, por aí vai ...

No fragmento de entrevista transcrito abaixo, FI9 demonstra claramente sua concepção criacionista do mundo.

P: É...Você disse que a complexidade que a gente tem de seres vivos seria muito difícil acontecer ao acaso. E o que você acha que tá organizando isso?

FI9: **Deus**.

P: Deus? Então é questão de ...também uma questão de ...

FI9: De crença? Sim, sem dúvida nenhuma. É que é complicado, a gente ouve muito, a gente tem que saber separar essa parte da crença da parte nossa de cientista, de pesquisador. Mas, eu acho que pelo menos nesse ponto é difícil. É uma coisa que eu realmente acredito, e... eu não vejo como não acreditar. Eu. Então eu vejo dessa forma.

FI9: E eu vejo que muitas pessoas dentro dessa área, dentro das ciências vêem que são duas coisas que não combinam. Você acreditar em Deus ou você ter essa crença, não acreditar em evolução, e trabalhar nessa área, trabalhar com a ciência, estudar isso. Mas eu vejo muito pelo contrário, acho que uma coisa complementa a outra.

Quando comenta sobre como acontece o surgimento de novas espécies, FI9 confirma que as espécies são criadas por um Deus, mas admite a possibilidade de modificação dos organismos pela seleção do meio ambiente.

P: É... você acha que Deus então está organizando isso, mas por meio de ... De que forma que ele? Como é que...? Porque têm fósseis, tem espécies surgindo. De que forma que ele está fazendo essa ligação? Você acredita num Deus que cria pronto e acabado do jeito que está? Ou que existe...

FI9: É que aí que entra num assunto mais delicado, que eu acho que entra mais no lado das crenças mesmo. Claro que eu vejo uma explicação científica para isso também. Mas... eu acho que entraria até numa discussão ... como é que eu vou dizer? Do lado social da nossa... do mundo onde a gente vive, da situação que as coisas estão. Eu vejo isso também. Eu acho que se a gente tem ...como é que eu vou dizer assim? A evolução exige, a teoria como ela é elaborada, um comportamento que eu acho que a gente não tem, que seria sempre ... **Onde entraria a ética na evolução? Porque na verdade é uma competição, é o mais apto só que vai tá... tudo bem, que a gente seria um animal mais evoluído**, diferenciado dos outros, com uma capacidade, com uma faculdade que nenhum outro tem de raciocínio, inteligência, tudo isso. Mas eu vejo que já entra sentimentos, ações nos seres humanos, que se eles estão vindo de um processo evolutivo, eu não sei como isso teria aflorado no ser humano. Então aí que eu vejo que entra também Deus.

P: Em termos assim das outras espécies... surgem novas espécies ...

FI9: Por que surgem? Sim. Por que algumas foram extintas?

P: E também por que se modificam? Você acha que Deus tá organizando isso? Como?

FI9: Não! Não. Eu acho que ele não **determina “ah essa espécie vai se extinguir e essa vai ficar desse jeito, vai mudar e ficar assim”**. **Acho que isso é consequência até das mudanças que ocorre no ambiente.**

P: Então você vê uma evolução em um certo nível acontecendo?

FI9: Num pequeno nível sim. É.

P: É... assim .. porque a dificuldade que eu tenho de entender como você pensa ...

FI9: É complicado! Eu demorei um pouquinho para explicar.

P: Então é essa. Porque tem espécies surgindo mesmo na origem. Esse processo evolutivo você acredita que isso aconteceu? Que ocorreram essas modificações nesses seres?

FI9: Numa questão de milhões de anos?

P: É.

FI9: **Eu não acredito que tenham tantos milhões de anos assim. Eu acredito que a Terra deve ter alguns mil anos só.** Que algumas espécies foram criadas e que aconteceram é... como que eu vou falar? ...até eventos na natureza que foram modificando o ambiente e que isso mesmo foi ...algumas espécies acabaram por se extinguir, outras claro, a gente vê no ambiente vão sofrer modificações, uma adaptação natural decorrente do ambiente que cada uma tá vivendo. Mas não acredito que tenha se dado esse processo em milhões de anos. Isso eu não acredito.

Questionada sobre o fato dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino

Médio (PCNem) trazer em seu texto a evolução como um eixo unificador, FI9 diz que não compreende o porquê da evolução ser um eixo unificador.

FI9: Como que fica nessa história? Não sei ...eu não...também...como eu posso dizer isso? **Por que de ser a evolução embasando tudo isso?** Talvez, seja justamente essa aula que você deu que me daria uma base melhor para estar até te falando a respeito disso. **Mas eu não vejo o porquê disso, de tá servindo como base para fazer esse eixo entre esses vários assuntos dentro do PCN.**



### 3.2.10. ALUNA FI10

FI10 diz que seu interesse em Biologia surgiu de sua curiosidade de querer saber como as coisas funcionam, como, por exemplo, entender as reações do corpo e as relações que acontecem no ambiente. FI10 trabalha em um projeto de iniciação científica que relaciona informática e genética molecular. A aluna já teve experiência como monitora em uma escola particular, mas no futuro não pretende lecionar no Ensino Médio, apenas na Universidade.

FI10 comenta sobre sua experiência como monitora e faz uma distinção entre a escola particular e a pública.

FI10: Ah, é diferente do que, por exemplo, quando a pessoa se forma ela vai para, geralmente vai dar aula em alguma escola pública, no começo, a não ser que consiga o mestrado logo de cara. Mas senão, **vai dar aula em uma escola pública, aí é bem diferente da realidade que eu encontrei lá na escola particular**, por ser uma escola particular é diferente do que o pessoal conta, que eles enfrentam nas escolas públicas.

Em relação ao conceito de ciência, FI10 entende que a ciência pode chegar a “verdades”. Além disso, percebe-se que a aluna entende que o conhecimento científico é baseado em fatos, repetição e que qualquer pessoa que siga uma determinada metodologia chegará aos mesmos resultados (uma visão indutivista e positivista da ciência). Porém, essa visão é reducionista, pois os experimentos podem ser entendidos de formas diferentes dependendo dos paradigmas e das teorias que estão na base da observação do cientista. Percebe-se uma “romantização” da ciência como portadora da verdade, como forma de desvencilhar do “erro” presente no senso comum.

FI10: A ciência pra mim é tentar desmistificar vários conceitos populares que dão idéias **erradas** para população sobre certas coisas, sei lá. Acho que é bem aquele livro do Carl Sagan, “O mundo assombrado pelos demônios”, que a população faz, acredita em coisas assim, daí a ciência tenta provar as coisas **como elas podem ter acontecido de verdade**, não através de coisas místicas, ou outras formas.

P: E o que diferencia esse conhecimento científico, que você falou, que serve para desmistificar, de outros?

FI10: O que diferencia? Ah, **porque ele tem quer ser testado, provado**, se você quiser fazer, você, por exemplo, **realiza um experimento, daí eu tenho que ter**

**toda uma metodologia para que qualquer pessoa possa desenvolver isso, sem ficar nem uma sombra de dúvida**, as coisas são mais claras mesmo.

P: E como você ensinaria esse conceito de ciência, por exemplo, para uma classe?

FI10: Acho que eu falaria dando o exemplo de uma cirurgia médica mesmo, que nem, se a pessoa estudasse assim a ciência e medicina no caso, estudaria medicina, aprenderia **as técnicas de uma operação**, qualquer uma dessas pessoas que seguissem isso, fizesse, fez medicina, aprendesse essas técnicas, não sei o quê, **seria capaz de operar uma pessoa depois de um tempo**. Agora essas operações médiuns, essas coisas, não é todo mundo que consegue não. Você nunca consegue repetir esse procedimento, uma coisa obscura assim.

Sobre o conceito de evolução, a aluna discorre sobre a Teoria Sintética da Evolução, mas diz que é a teoria de Darwin, falta, portanto um conhecimento sobre a História da Biologia. O fato de a aluna fazer estágio em genética molecular interfere em seu conhecimento sobre as atuais teorias sobre evolução, o que é verificado no seu comentário sobre o “gene egoísta” e dessa leitura ter sido indicada por seu orientador. FI10 tem um conhecimento de genética bem fundamentado, o que é essencial para a compreensão da variabilidade genética dentro de uma população.

FI10: Ah, eu acredito em evolução, essa evolução de Darwin aí, eu acredito.

P: E como você acha que acontece a evolução, como é esse processo evolutivo?

FI10: Ah, o processo de evolução? É **ocorre uma mutação**, que pode, que geralmente é ao acaso, ou através, porque o tempo todo nosso corpo tá sendo radiado por partículas que vem do espaço, o tempo todo, e algumas dessas partículas podem causar mutação, que assim geralmente chama de mutação espontânea, mais não são, né? Outras coisas também como radiação podem causar mutações, mas aí já são coisas mais determinadas. Daí no caso **essas mutações esporádicas acontecem, e por algum motivo elas são, por algum motivo elas são selecionadas, algum motivo que geralmente é benéfico para aquele corpo no caso, elas são selecionadas essas mutações, e por essa mutação apresentar alguma vantagem para aquele indivíduo, com isso ele vai poder se reproduzir, passar esses genes para as gerações futuras**. Isso falando em evolução, pensando, vamos supor assim, em evolução de espécies, espécies como centro da evolução. Agora, se for pensar em genes como centro da evolução, daí já é, tem toda aquela coisa do comportamento altruísta, egoísta.

P: É. Sempre que a mutação for benéfica ela é passada?

FI10: Não, nem sempre. Mas geralmente, por exemplo, eu disse mutações benéficas, porque se for uma mutação maléfica, provavelmente ela vai acarretar algum mal a esse indivíduo, a não ser que seja uma mutação maléfica que o gene venha a se ativar na velhice, ou depois que a pessoa tenha se reproduzido, como o caso da diabetes, vamos supor. Agora, se for uma mutação benéfica, é muito provável, agora como as mutações geralmente ocorrem mal para o indivíduo na infância, ou antes, da sua fase de reprodução, então por isso....

P: Mas então, se uma mutação ocorrer no corpo ela vai ser passada?

FI10: Não, porque se ela pegar somente as células somáticas do indivíduo, não. Mas agora se for, porque assim, as mulheres já vêm com as células na meiose formada já. Então se for uma mutação, no caso uma radiação, uma coisa nas células somáticas, não. Geralmente, quando ocorre uma radiação assim, o indivíduo se torna na maioria das vezes estéril, ou então ocorrem mutações nas células germinativas, que às vezes

nem podem ocorrer no caso a formação de um zigoto, mas não chega a vingar, porque qualquer, é difícil, o homem ele tem a menor taxa de natalidade, além de ter a menor taxa ainda tem que estar tudo conspirando a favor, a menor taxa entre os mamíferos eu falo.

P: Então você falou das teorias novas, de genes, o que você pensa dessas teorias?

FI10: Então, se você ler o gene egoísta, você acha meio louco assim, daí, sei lá.

P: Você leu o livro?

FI10: É. Li.

P: O que você achou?

FI10: Então, na verdade eu estou acabando, não acabei ainda, e ele sempre fica falando do último capítulo, último capítulo, eu queria ver o que é. Mas tem tudo a ver o que ele fala, porque, que nem, se você for pensar todo mundo veio de uma única, de um único mesmo, porque se não, no caso, todo mundo é formado por A, T, C e G, entendeu? Isso daí é o que me faz acreditar que teve um ancestral comum. Todos serem formados por A, T, C e G. Isso dá base pra eu acreditar, além dos vinte aminoácidos e também o citocromo C, que até o nosso e o da levedura de cerveja tem muito pouca diferença entre os aminoácidos do nosso citocromo C e do citocromo C da levedura, da *Candida* e todas essas espécies. O nosso e o do chimpanzé são idênticos. Essas coisas fazem acreditar que essa teoria do gene egoísta não é tão doída.

P: E a questão do comportamento que você citou também, do gene egoísta, do altruísmo, você...

FI10: Então, já é um caso de defesa mesmo do gene, quando se fala em... é porque, por exemplo, se uma abelha lá no caso que ele cita, **se a abelha ela morre para defender a colméia, ela vai passar os genes idênticos ao dela. E daí ele fala que a gente também, porque a gente tem uma tendência em defender nossos filhos e primos e irmãos**, tudo para que os nossos genes venham...

P: Como você ficou sabendo assim dessa leitura do gene egoísta? Entrou em contato com...

FI10: Então, **meu orientador** falou desse livro, **o professor falou na aula**, eu fui ler.

O trabalho que a aluna FI10 desenvolve em seu estágio está estreitamente relacionado com os conhecimentos dos processos evolutivos. Nota-se que apesar da aluna ter comentado que a ciência pode chegar a “verdades” num momento anterior da entrevista, no trecho abaixo ela diz que dependendo da metodologia que você utiliza (comparação entre DNA ou de características morfológicas) obtêm-se árvores filogenéticas diferentes. Portanto em sua própria vivência no contexto da pesquisa científica, FI10 entra em contato com aspectos contraditórios do fazer científico.

FI10: Então, eu estou lendo “Evolução e genética molecular”. Daí que mais que eu leio de evolução? Faço estágio com o professor, com evolução, estou estudando também programa de evolução chamado é, **ele constrói árvores filogenéticas**, sabe? **A partir de seqüências de DNA, da semelhança entre seqüências de DNA**, e semelhança, que nem no caso, você pega uma proteína e joga a seqüência de aminoácido dessa proteína, por exemplo, de várias espécies e **através da semelhança entre essas seqüências ele constrói árvores, daí você pode comparar essas árvores com, vamos dizer assim, com árvores que são construídas pelo pessoal que estuda vertebrado, vamos dar um exemplo, que daí eles já estudam**

**outras características morfológicas.** Então a evolução é uma coisa que fica muito aberta, você pode ir por vários caminhos,  **você cortou o DNA, jogar uma seqüência de DNA, vai te dar uma árvore completamente diferente do que se você for estudar características comportamentais,** se você for estudar características morfológicas.

P: Como conciliar isso?

FI10: Como conciliar isso?

P: É. A genética, porque você falou que dá árvores diferentes.

FI10: Dá.

P: Como é que a gente poderia conciliar isso?

FI10: Aí dá pra montar um congresso! Não sei, cada um defende seu peixe.

Quanto ao ensino de evolução, FI10 admite que ensinaria tanto a teoria científica como a religiosa. Ressalta-se que o ensino de Ciências e Biologia, apesar de respeitar as crenças dos alunos, deve ter um enfoque no conhecimento científico.

FI10: [...] **eu ia passar as duas teorias,** passaria a teoria da evolução segundo Darwin e outros cientistas e passaria a teoria religiosa. Falaria que existem essas duas, tanto a teoria religiosa, tanto a de Darwin, embora eu acredite na de Darwin, as duas têm elo perdido, você concorda? Então a pessoa tem que discernir qual ela acredita. Eu como professora teria que ter uma opinião **dentro da sala imparcial.** Apenas de passar quais são as duas que existem, o que faz as pessoas acreditarem em uma ou em outra. Minha postura seria essa. Agora, cabe aos alunos...

Em relação às dificuldades que os alunos encontram ao estudar a Teoria Evolutiva, FI10 destaca a própria situação social e econômica do País e da escola pública.

FI10: Ah, eu acho, que nem, eu nem cheguei, eu fiz escola pública, toda pública, **eu nem cheguei a ter evolução,** entendeu? Então de repente, como é que você vai, a gente está falando aqui, passar um conceito de evolução. Mas, a maioria das escolas nem chegam em evolução, nem chega...porque é difícil você tratar de evolução com uma pessoa que está com fome, como é que você vai falar de evolução? Então para gente, eu acho que assim, para se discutir ensino e educação, o Brasil tem que elevar padrões de base mesmo, como alimentação, é estrutura para o aluno poder está ali na escola, porque não adianta nada, às vezes o aluno está ali na escola, vai sair dali e não vai poder fazer nada. Então para poder se discutir como que o aluno vai aprender tal conceito, o Brasil tem que evoluir em outras coisas. Daí eu acho que vai do professor passar do jeito dele. A melhor forma de ele interagir com uma classe, porque às vezes eu acho que o pessoal da educação viaja demais, demais, demais, porque eles passam um mundo cor de rosa. Você chega na sala não é nada daquilo, nada, nada. Eu sei porque eu conheço muita gente que dá aula já, frequentei a escola pública minha vida inteira e não é isso, né?

Em relação ao ensino da construção histórica do conceito de evolução biológica, FI10 acha viável trabalhar esse conhecimento apenas na graduação.

FI10: Assim, se for trabalhar na graduação, eu acho interessante, porque a pessoa não tem como se formar em Biologia e não saber essas coisas, porque se não, está fazendo um colegialzão. Que nem no caso, eu acho que é um problema da graduação, porque como hoje a maioria das pessoas vai fazer pós, os professores, eles deixam de dar a matéria a fundo na graduação e falam “ah não, essa aula eu dou na pós eu não vou dar na graduação”. Mas vamos supor, um professor de fisiologia, pensando assim, sei lá, qualquer matéria, eu não vou fazer especialização na área dele e eu vou me formar em Biologia. **Por mais que eu queira me especializar em genética, para eu me formar uma bióloga eu tenho que saber tudo, ecologia, vamos supor.** Então eu acho que isso daí é um problema sim. Então se fosse para dar esses conceitos na graduação, eu acho superinteressante, porque a pessoa tem que saber mesmo a fundo. Mas se fosse para dar, no caso, **no colegial, eu já acho que não**, não seria muito interessante.

Um aspecto importante para a compreensão do processo evolutivo e que foi colocado por FI10 é o processo de especiação. A aluna é coerente ao falar que a especiação não é só de um ancestral comum para duas espécies descendentes.

FI10: [...] Por exemplo, quando eles falam em especiação, **eles sempre falam de especiação de um pra dois.** Uma espécie ancestral dando origem a dois descendentes com características diferentes. Isso daí fica um pouco falho, porque **não é só de um pra dois, não, pode ser pra três! Pode ser pra quatro!** Ou...E nunca falam assim de um evoluindo, por exemplo, **nunca falam que de um ancestral foi para uma única espécie nova derivada desse ancestral, sempre foi pra duas.**

FI10: É. Que vai sempre bifurcando, mas quando vai falar, por exemplo, do homem, fala o *Homo erectus* deu origem ao *Homo habilis*, quer dizer o ***Homo habilis* deu origem ao *erectus*, entendeu? Vai sempre de um quando vai explicar a teoria da evolução humana, mas quando vai dar especiação, essas coisas antes, dá sempre de dois**, fica meio controverso.

Discutindo sobre o trabalho da aluna que é construir árvores filogenéticas através de seqüências comparativas de DNA, surgiu a questão da possibilidade da utilização dessas árvores no ensino de Evolução no Ensino Médio. FI10 acha que não é viável, pois os alunos do Ensino Médio têm dificuldade na compreensão de conceitos básicos de genética que estariam fundamentando o conceito de evolução.

FI10: Só que no Ensino Médio, como você vai montar, pegar essa tecnologia de seqüência de DNA, se no Ensino Médio de escola pública a pessoa não sabe nem a diferença de gene e cromatina, cromátide e cromatina, a pessoa não sabe nada, você concorda?

FI10: Eu, em particular, acho que a principal dificuldade no colegial é o aluno entender **o que é o DNA, dentro do DNA o que é o gene, o que é cromátide, o que é cromatina, o que é cromossomo**. Eles não sabem isso, não é verdade? É difícil, você pegar, não sei, pegar um aluno do colegial que saiba isso, se pegar um de uma sala, você vai estar pegando muito, às vezes você pega um de uma escola, você concorda? Porque...

P: Na verdade, teria que ter os conceitos mais...

FI10: A não ser que, por exemplo, você vai dar esse curso, antes você já dá essa introdução, mas mesmo o professor dando isso, é muito difícil o aluno compreender esses conceitos no colegial. Eu desconheço alguém que saiba bem esses conceitos no colegial. Daí como é que fica evolução? Porque evolução é baseada em mutação que ocorre no DNA, e aí já perdeu...

P: E aí, como você ensinaria evolução no Ensino Médio?

FI10: Como eu ensinaria? Eu não ia nem... Ah sim, **eu ia partir do nada**, do zero, **explicando primeiramente mitose, meiose, dentro disso daí eu explicaria o que é o DNA, o que é gene, o que é cromossomo**, que DNA e cromossomo é a mesma coisa, só que quando você está falando em DNA, você está falando em estrutura molecular, e quando você está falando em cromossomo, você está falando da mesma coisa só que já visualizado em células. Eu explicaria isso, explicaria o que é gene, o que é introns, exons, daria toda uma noção disso para o aluno, depois começaria com o ensino de evolução, porque se não, não adianta nada, pelo menos eu acho.

A aluna FI10 compreende os conceitos que fundamentam a **Teoria Sintética da Evolução**, e se aproxima de idéias polêmicas como a do **gene egoísta**, tendo uma compreensão genética e molecular do processo evolutivo.

### **3.3. ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES DE BIOLOGIA**

#### **3.3.1. PROFESSORA FC1**

A professora FC1 é formada em Ciências com habilitação em Biologia, não é efetiva e devido a falta de aulas de Biologia, acaba ministrando aulas de Matemática e de Física. Diz ter dez anos de magistério, mas apenas uma pequena experiência em Biologia, de três a quatro anos. As aulas ministradas de Biologia foram principalmente no primeiro ano do Ensino Médio. Na época da entrevista (primeiro semestre de 2003) não estava lecionando Biologia, apenas Matemática. A professora não adota livro didático para trabalhar com os alunos.

Questionada sobre o conceito de ciência, a professora definiu a ciência como norteadora de “tudo” e ressaltou a importância da observação e dedicação no “fazer científico”.

FC1: Então, **a ciência é a norteadora de tudo na vida.**

FC1: Eu acho que **o fazer ciência é a dedicação, observação**, acho que seria isso.

Quando a professora trabalha o conceito de ciência, o que ocorre principalmente nas séries iniciais, destaca que o trabalho do cientista é realizado através de “passos”, que corresponderiam às etapas da metodologia científica classicamente apresentada nos livros didáticos e de ensino superior (observação, elaboração de hipóteses, realização de experimentos e resultados). Na fala da professora, o método científico é colocado como um caminho que o cientista tem que percorrer, isso é evidenciado na fala “os passos que ele tem que seguir”, no qual o verbo ter indica uma obrigação. Percebe-se também no discurso da professora a importância dada ao ato de “observar”, o que demonstra uma conceitualização empírica da ciência. Mesmo dando realce a observação, a professora reconhece o dinamismo da ciência, percebendo a mutabilidade do conhecimento científico, isso pode ser observado na fala onde a professora reconhece que as conclusões elaboradas pelos cientistas não são definitivas e que podem ser contestadas.

FC1: Quando eu trabalho em quinta série e mesmo no primeiro colegial, eu começo sempre com o que seria a ciência para nós, a importância da ciência para nós e qual seria o trabalho do cientista, **os passos que ele tem que seguir**, como seria o trabalho de um cientista. Então, a observação, a dedicação e **até ele chegar numa conclusão final e essa conclusão, eles saberem que essa conclusão pode ser contestada, e eu acredito que é mutável**, ela pode... então **ela vai ser verdadeira até um dia que alguém chegar e provar que não é bem assim**. Isso eu costumo trabalhar, inclusive na quinta série.

Em relação ao ensino do conceito de evolução, FC1 diz que evolução não estava em seu plano de trabalho, mas que trabalhou rapidamente evolução no primeiro ano do Ensino Médio. Relata que expôs idéias de Lamarck e Darwin, fazendo uma recapitulação do que os alunos haviam visto no Ensino fundamental. Para FC1 o tema evolução gera discussão,

principalmente quando relacionado ao criacionismo. No trecho destacado, percebe-se uma cobrança dos alunos para que a professora se posicione em relação à religião. Talvez, muito da resistência ao ensino de evolução seja porque os professores não se sintam preparados para discutir um assunto tão polêmico como evolução, pois este envolve questões de crenças e valores, que não só fazem parte do cotidiano do aluno, mas também do cotidiano do professor. Para discutir com sucesso um tema como este, tem-se necessidade a distinção de diferentes formas de conhecer a realidade pelo professor, permitindo que seus alunos exponham suas idéias e valores, respeitando diferentes posicionamentos dentro da sala de aula, mas tendo claro que a sua função como professor de Biologia é o ensino do conhecimento científico. A escola, portanto, é o espaço de apropriação do conhecimento sistematizado ao longo da história, portanto a aula de Biologia deve ser um espaço para que os alunos apropriem-se do conceito de evolução biológica aceito atualmente e da construção desse conceito ao longo da história. Ao professor cabe respeitar crenças e valores, mas também possibilitar a compreensão do conhecimento científico.

FC1: Olha! O que eles mais assim... é ... quando você pega naquela parte de criacionismo, por exemplo, quando você pega nessa parte, eles querem debater essa parte. Eles falam: “Mas professora!”. Eles querem até saber de você: “**Mas a senhora acha que não foi Deus que criou então?**”, “Mas como que a senhora?”. Eles pegam muito, principalmente nessa parte, é o que a gente mais observa.

Quando questionada sobre o conceito que ela tem de evolução biológica, ela demonstra uma confusão de alguns conceitos. Ao mesmo tempo em que acredita que a parte genética e o meio influenciam no processo evolutivo não sabe explicar o porquê dessa influência. Percebe-se que a própria fala da professora FC1 vai estruturando o conceito que a professora tem de evolução. No início do trecho, é ressaltado na fala da professora principalmente um componente **finalista** no processo evolutivo, conforme ela discorre sobre o conceito de evolução chega à conclusão que o ambiente não pode influenciar a parte genética.



FC1: Eu acredito que existem, eu acredito na parte genética, mas é para os seres vivos, eu acredito nessa parte que se fala mesmo da evolução. Ele vai evoluir, **e ele tem que se adaptar ao meio e então aí ele consegue através dessas adaptações, seria o princípio da evolução dele.** Eu acredito nessa parte.

FC1: Vamos ver como eu vou melhorar isso aí... é não tem muito que complementar, acho que seria isso, **um ser vivo, ele por falta de alimento ou alguma coisa assim, ele teria que se mudar pra um outro lugar, ele tem que se adaptar para sobreviver,** eu acho que essas adaptações, eu acho que tem a parte genética **dele**, mas eu não sei ... essa parte para mim, não é que eu não consigo encaixar. Entendeu? Eu acho que, eu não acho que essas adaptações novas, por exemplo, um tipo de bico pra **ele** poder se alimentar no novo habitat, eu acho que **ele** não passaria para as novas gerações. Eu acho que essa parte que não é muito clara para mim, eu acho que eles têm que buscar uma adaptação pra sobreviver, **mas a parte genética se mantém, eu acho que não tem como modificar para passar para os outros.**

Uma dificuldade encontrada na compreensão do conceito de evolução biológica pela professora FC1 é entender como os seres se adaptam a diferentes ambientes e qual a relação dessa adaptação com o material genético. Parte dessa confusão é causada pela falta de compreensão de que o processo evolutivo ocorre em populações que apresentam variações genéticas entre os indivíduos. Quando a professora fala de adaptação, relaciona a adaptação ao indivíduo e não a uma variação na frequência gênica da população, isso é percebido pelo uso freqüente do pronome singular **ele**: “um ser vivo, **ele** por falta...”, “**ele** teria que mudar...”, “tem a parte genética **dele**...”, “um tipo de bico para **ele** poder...” e “eu acho que **ele** não passaria...”.

Quando a professora foi questionada sobre o texto de apoio que foi oferecido para a leitura, o qual dizia respeito a formulação do conceito de evolução ao longo da história e que tinha 27 páginas, destaca sua dificuldade em leitura. Percebe-se que além da falta de fontes confiáveis em que o professor possa apropriar-se do conhecimento existe a dificuldade que a falta de hábito de ler traz. Essa dificuldade poderia ser devido a vários fatores: a inexistência de um tempo dentro do horário de serviço em que o professor possa dedicar-se ao estudo, quando o professor participa de cursos de extensão na Diretoria de Ensino tem que deixar a sua sala de aula aos cuidados de um substituto, o que não aconteceria se o horário para o estudo estivesse dentro do horário de serviço; falta de material de qualidade que apoie

o professor, os livros de apoio na tentativa de simplificar o conhecimento, acabam por distorcer conceitos; e a própria formação que ele teve na faculdade, onde o ensino acontece de forma aligeirada, o que pode ser observado na fala da professora. Ela destaca que o material é riquíssimo, mas que o conteúdo apresentado no texto é totalmente novo, não o tendo visto na faculdade.

FC1: Tá aqui comigo. Eu dei uma olhadinha ontem a noite, uma passada porque eu já tinha feito a leitura, eu dei uma repassada, mas realmente, eu tenho uma dificuldade um pouco grande nesse tipo de leitura. Eu acho que é até uma coisa que eu precisaria trabalhar mais. **Mas, a respeito do texto é um material riquíssimo, coisas que eu não, umas coisas que eu não conhecia**, ou que talvez tinha lido, mas não me lembrasse. Então, para mim era umas coisas novas. Quando você fala aqui do capitalismo, essas idéias a gente não tem, essas coisas a gente não tem, essa idéia, esse conhecimento, eu acho que para mim não chegou. Não fiz nenhuma leitura desse tipo. Então essa parte aqui final é um conhecimento novo para mim.

No trecho seguinte pode observar a surpresa da professora ao ter contato com a parte histórica do conhecimento biológico e suas relações com diferentes ideologias.

FC1: Eu tenho dificuldade em me prender em leituras, eu acho até que escolhi um pouco a área errada. Tenho dificuldade em me prender um pouco em leitura, mas, o material é muito rico sim e como eu falei pra você, essa parte assim mais final, **essa parte do racismo, eu acho que nunca foi colocado para nós quando nós estudávamos, eu não me lembro de ter feito uma leitura, então essa parte para mim é nova e aí faz você pensar que realmente, eu acho que tem sim a ver, eu acho que tem, que influencia na ciência sim**, como você falou que tem influência, eu acho que tem sim. Só que isso aqui eu nunca tinha me despertado para isso. Talvez tenha até alguém falado e eu não ... passou em branco.

Em algumas falas, percebe-se que o texto permitiu um entendimento de que a ciência é carregada de ideologias e intrincada aos aspectos sociais.

FC1: **Essa parte do racismo, essa parte está tudo intrincado na ciência**. Isso que me refiro. Então são coisas que a gente pode dar uma clareada para o aluno também. Então isso pra mim, particularmente, veio ajudar.

Quando a professora comenta a Orientação Técnica realizada na Diretoria de Ensino, diz não ter crítica e ressalta a contribuição para o seu conhecimento. Ela ressalta a importância de promover cursos e orientações nas áreas de ecologia e genética

Ressalta-se que a Orientação Técnica realizada na Diretoria de Ensino não tinha pretensão de modificar conceitos ou promover uma compreensão aprofundada do conceito de evolução biológica, pois existiu uma limitação de tempo que foi disponibilizado (8 horas) e de número de professores (36 participantes). Nesse sentido, a Orientação Técnica e o texto de apoio sobre a formulação do conceito de evolução biológica objetivaram uma primeira aproximação com a História da Biologia e do dinamismo da ciência. Dentro desse objetivo, pode-se afirmar que o texto e a Orientação técnica trouxeram uma primeira aproximação da professora FC1 ao dinamismo da ciência e dos aspectos sociais da produção do conhecimento científico.

### **3.3.2. PROFESSORA FC2**

A professora FC2 graduou-se em Ciências com habilitação em um curso noturno de uma faculdade particular em Ribeirão Preto. FC2 terminou a faculdade em 1996 e começou a lecionar em 1997. No ano de 2000, efetivou-se como professora de Biologia. Na época da entrevista (primeiro semestre de 2002) não estava lecionando, pois ocupava o cargo de coordenadora.

Durante a entrevista, respondendo sobre o significado de ciência, afirma que o texto de apoio oferecido e a Orientação Técnica influenciaram sua forma de conceitualizar ciência.

FC2: Para eu responder, eu tenho que admitir que o que eu li do seu trabalho e aquele curso que a gente fez me influenciou muito, muito, muito. Inclusive, eu grifei aqui uma parte que fala que a ciência, ela é de acordo com o tempo, as pessoas, o que as pessoas acreditam na época. Eu achei isso muito interessante. Aqui: “o paradigma científico, o corpo de métodos, crenças e valores estabelecidos em determinada época selecionam o que deve ser aceito em termos de novas teorias”. Então, achei isso o máximo, que é uma coisa que você já sabia, eu sei que faz tempo, é uma coisa que você ensinou, passou para gente no curso, e eu não tive isso na faculdade. **Na faculdade eu não tive que o Charles Darwin foi influenciado pelas teorias da época, e pelo que você escreveu aqui, pelo Thomas Malthus, que isso aqui eu lembro que eu li.** Então, isso eu não sabia. Então ciência para mim, é... eu

sei que é muito abrangente, eu não sei se consigo falar, porque para mim, muitas coisas são consideradas ciência. A ciência da mente, a ciência... geografia, uma ciência para mim. Agora, eu não sei se eu estou certa ou não. Para mim, ciência é... sei lá, **é uma coisa que pesquisa, alguma coisa que consegue comprovar, algum fato, com experimentos, ou com alguma ... que tenha prova**, é isso? Depois você me fala...

Percebe-se no trecho acima que a professora teve através do texto uma percepção de que a ciência é social. A fala da professora ressalta que o conhecimento científico, as teorias e os conceitos de Biologia não foram trabalhados em sua faculdade de forma contextualiza. A fala de FC2 reafirma que a História da Biologia não é trabalhada durante a formação inicial dos professores. Apesar de FC2 aparentar ter uma compreensão dos aspectos sociais do conhecimento científico é marcada por uma visão **fortemente empirista, indutivista e positivista**, onde o papel da ciência é “provar” os fatos através de experimentos.

FC2 ficou surpresa com a não neutralidade da ciência. A professora tendo participado de um ciclo de seminário que falava sobre Lamarck, destaca alguns aspectos que não são abordados no livro didático.

FC2: Isso! Com esse texto eu consegui, é claro, aquele curso que a gente fez marcou demais, de verdade, porque a gente descobrir que as pessoas, **que os pesquisadores eles não são aqueles santos, que a gente acha que eles são neutros**. Eu achava que eles eram, sinceramente, eu tinha essa visão bem ... como diz, bem inocente, ignorante também, e aquilo me marcou. Do que eu li, **o que me marcou foi isso da ciência, da ciência não ser neutra**, isso me marcou demais, eu achei muito lindo você ter marcado, você fez um documento histórico desde de Platão, Aristóteles, aqui... sobre a igreja católica também, isso aqui eu já sabia, com uma coisa, no ciclo de seminários o Lamarck, uma doutora falou sobre o Lamarck, eu acho que eu comentei com você. Então, essa do Lamarck, eu achei ele muito interessante, **porque foi ele que separou os crustáceos. Ele separou duas classes de animais ... insetos, aracnídeos, e ele fez isso e no livro ele tá como um cara que errou, no livro didático, e ele não errou tanto assim, apesar de ele acreditar na geração espontânea**.

Comentando sobre a forma que trabalhou o conceito de evolução com seus alunos, diz ter comparado a morfologia de diferentes órgãos e os fósseis, mas não ter trabalhado teorias de Darwin e Lamarck.

FC2: Mas eu trabalhei assim: no primeiro ano que eu ingressei como efetiva lá em São Paulo, **eu trabalhei evolução comparando as asas dos animais, nossos corações**, então eu fiz esse tipo de trabalho. Os fósseis, eu sempre falo que nós temos as fendas branquiais, sempre falo que eu achei uma coisa maravilhosa, a notocorda e tubo nervoso dorsal. Isso é uma coisa que eu não esqueço, e que eu acho maravilhoso a gente saber que quando a gente é feto, mas eu não sei até quando, até que mês de gestação, que nós temos essas fendas branquiais na faringe. Então, isso para mim é fascinante, eu falo “olha só o que nós temos!”. Então, isso eu sempre falo. **Do Darwin e do Lamarck, sinceramente, eu não falei, não trabalhei ainda**, porque eu também não sabia da importância. Mas, com aquele curso, eu sabendo da importância, isso aqui vai ser um material riquíssimo, que eu não vejo a hora de voltar a dar aula.

A professora FC2 relata não trabalhar com livros didáticos, pois acredita que eles são muito limitados. FC2 diz utilizar livros paradidáticos que se relacionam a História da Biologia e da ciência.

Questionada sobre seu conceito de evolução biológica, FC2 descreve a teoria da origem da vida na Terra e destaca o fato da evolução ser gradativa, aproximando-se da categoria **gradualista**.

FC2: Eu penso que lá no começo, **aqueles gases metano, água, vapor de água e nitrogênio, não sei... aqueles quatro componentes, tudo, se juntaram, formaram as primeiras moléculas, os aminoácidos, aí foram os primeiros seres vivos**, tá, tá, eles produziram bastante oxigênio. E **a evolução para mim ela é gradativa** [...]

Em seguida, FC2 explica como se dá o processo evolutivo. Como demonstrado no trecho da entrevista descrito a seguir.

FC2: Que acontecem as mutações e que podem evoluir. Inclusive, **a evolução existe no dia-a-dia**. Você toma antibiótico, o que acontece? **As mutações não ocorrem por causa do antibiótico, as mutações ocorrem ao acaso e certas bactérias... por exemplo, sobra uma quantidade pequena de bactérias que são resistentes a esse antibiótico, aí elas se multiplicam ... para mim isso é uma espécie, um tipo de evolução**. Para mim elas evoluem... igual os inseticidas, os pesticidas das lavouras. Então deixa eu começar... aí eu estou me enrolando.

P: Não, tudo bem...eu entendi o que você está dizendo, você está falando que a evolução está acontecendo...

FC2: Ela ainda acontece, com certeza!

P: ...em situações que você pode estar verificando na atualidade, é isso que você está dizendo?

FC2: Isso. Eu acredito nisso. Eu também... eu percebo que nós os seres humanos, porque na Bíblia fala que vivia até não sei quantos anos, mas eu sei que pela história, as pessoas não viviam muito, não ficavam muito idosas, eram poucas as pessoas que ficavam idosas. Então, **eu acredito que o ser humano também está evoluindo, porque ele está... a estatura está maior, nós estamos mais altos, e isto está sendo gradativo**, e também estamos vivendo mais, mas agora eu não sei se isso ... eu acredito nisso, mas eu não sei se isso é verdade ou não, eu leio em revistas que

nós estamos ficando cada vez mais altos, vivendo cada vez mais e acredito nessa evolução. Acredito que todos nós viemos é claro de um ancestral comum, se não, não tem como... mas não sei se é um animalzinho... não acredito nisso ...que tenha sido um animalzinho... do anfioxinho, ou de algum ...eu acredito que seja de uma bactéria, ou de algum ser unicelular, nisso eu acredito, que nós viemos deles. Acredito que a mitocôndria tenha sido uma bactéria que se incorporou a nós, que de acordo com... e outras estruturas celulares também existem teorias que foram seres independentes, que se incorporaram a nós. Tanto é que no nosso intestino nós temos as bactérias, a flora intestinal que é importantíssima para nós. Então, eu acredito que outros seres, eu acredito que tenha sido assim: primeiro na água, depois foi vindo para a terra, **por isso que a classificação é assim, é peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, de acordo com a capacidade de viver fora da água**, mas não sei se isso também é antiquado, se não é eu não sei ...

No trecho acima, pode-se verificar uma confusão entre o processo evolutivo e o potencial genético que pode ser expresso em determinados ambientes. No início do trecho a professora explica a resistência de bactérias a antibióticos, nessa explicação leva em consideração que a evolução é um processo atual, e que ocorre dentro de uma população com diferenças genéticas através da seleção de bactérias resistentes que se multiplicam rapidamente. Essa explicação é coerente e se aproxima do conceito de evolução biológica aceito atualmente. Porém, quando tenta explicar o processo evolutivo do Homem, utiliza como exemplo um aumento de altura e de expectativa de vida, não levando em consideração que essas mudanças dizem respeito a mudanças de hábitos alimentares, de condições sanitárias e de saúde na sociedade humana, que poderiam permitir que o potencial genético se expressasse ao máximo devido ao ambiente favorável.

Outro aspecto destacado no texto acima é a apresentação dos seres vivos por uma linha evolutiva (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Essa apresentação transmitiu a idéia de que grandes grupos se transformam uns nos outros, apresentando a evolução de forma linear e não da forma altamente ramificada em que acontece o processo evolutivo. A evolução dos seres vivos poderia ser representada através de uma árvore altamente ramificada, nas quais diferentes grupos e espécies se diversificam e se extinguem. A essa visão pode-se aproximar a idéia de “cadeia de progressão dos animais”, no qual os grandes grupos se desenvolvem de forma mais ou menos linear dos seres mais simples para os mais complexos.

A professora relata que a principal dificuldade encontrada para o ensino de evolução é a crença religiosa dos alunos. Percebe-se no texto acima que para não entrar em conflito com a crença dos alunos a professora tentou ajustar o conhecimento científico a uma interpretação figurativa da Bíblia.

FC2: **As crenças religiosas deles que atrapalhavam**, eu acho que a crença atrapalhou bastante. Inclusive, o ano passado quando eu trabalhei geração espontânea, eu trabalhei um pouquinho de evolução, mas bem pouquinho. Agora que eu lembrei, então **eu pedia para eles lerem a gênese, a Bíblia, eu pedi para eles trazerem a Bíblia, e eu também busquei uma Bíblia da escola. Aí estava falando que primeiro foram as plantas, depois os animais e por último o homem. Aí eu falei: “Estão vendo como está certo, primeiro as bactérias, que lá na época eles não enxergavam seres microscópicos, aí depois as plantas, e depois os animais e por último o homem. Mas, isso não significa que não possa surgir uma espécie nova depois do homem. Aí como é que fica?”**

FC2: Muitos alunos religiosos conseguiram interpretar a bíblia. Porque eu quis colocar a religião no meio sim, não quis fugir da religião, não fujo da religião, eu quis que eles colocassem o ponto de vista deles, porque se a gente não ouvir o aluno, ele não vai ouvir a gente. Eu acredito nisso. Então, eles falaram da bíblia, uns acreditavam nos sete dias, e outros católicos fervorosos também... acreditavam que a bíblia devia ser interpretada ... que foi desse jeito mesmo. Então, eu falava **“a bíblia está certa de acordo com a ciência”**, mas falava que pode mudar, que a ciência nunca para, ela está sempre evoluindo também, e o que a gente acredita hoje pode não ser verdade amanhã.

Em relação ao texto de apoio lido, a professora disse não ter tido dificuldade e ressalta que aprendeu alguns conceitos, como por exemplo, uniformitarismo e catastrofismo.

FC2: Eu não tive dificuldade, algumas coisas que eu não sabia...**catastrofismo**...eu tinha ouvido falar ... **uniformitarismo**... eu aprendi algumas coisas. Você colocou isso aqui bem profundo, você aprofundou tudo mesmo sobre o assunto. E, algumas coisas eu só tinha visto na faculdade, algumas coisas eu só recordava, alguns conceitos, igual você explicou aqui o que é, você colocou o conceito, e eu nunca trabalhei esses conceitos, mas eu não tive dificuldade não.

Comentando sobre a Orientação Técnica a professora reconhece que o assunto foi novo não só para ela, mas também para os outros professores.

FC2: Eu achei que o curso, engraçado, você me deu isso e eu fico falando do curso que você ofereceu, eu achei maravilhoso, eu achei, sabe por quê? Toda vez que tem curso lá na D.E., o pessoal volta falando: “eu já sabia de tudo aquilo, eu já sabia de tudo, já sabia de tudo” e dessa vez eu **não vi ninguém falando que já sabia de tudo**.

Durante a entrevista a professora tece alguns comentários sobre Lamarck e Darwin, como mostrado no trecho abaixo. Percebe-se que mesmo a professora tendo algum conhecimento sobre Lamarck obtido pela leitura do texto e por ter assistido a um Ciclo de Seminário sobre o assunto, ela realça um aspecto “não científico” na obra de Lamarck quando diz que ele não referênciava suas falas. Porém, Darwin também não pegava suas informações apenas de referenciais científicos, ele utiliza informações que chegavam até ele de diferentes formas.

FC2: Eu sei que o Lamarck ele acreditava na geração espontânea, eu não me lembro se o Darwin acreditava ou não. Eu sei que o Lamarck falava da teoria do uso e desuso e parece que o Darwin também falou alguma coisa sobre isso, não falou? Sobre o uso e desuso? Eu acho que o Darwin ... eu sei uma diferença marcante dos dois, é assim: **o Lamarck quando ele falava sobre algum assunto ele não colocava referência bibliográfica no trabalho dele**, ele achava “ah, eu acho isso e pronto”, ele não se fundamentava em ninguém, foi isso que aquela doutora falou para gente no seminário, no ciclo de seminário sobre o Lamarck. Ela falou que o maior defeito do Lamarck é ele não fazer referência bibliográfica, ele não procurava outros pesquisadores, o que os outros pensavam a respeito do assunto.

A professora comenta da teoria da pangênese de Darwin e sobre o fato de Darwin ter tido contato com a obra de Mendel. Esses conhecimentos a professora adquiriu lendo o texto de apoio. O que demonstra que apesar da limitação de tempo para uma análise profunda desse tema com a professora, o texto de apoio e a reunião técnica permitiram um primeiro contato dos professores com um conhecimento novo para eles.

FC2: Eu não lembro se foi o Darwin ou se foi o Lamarck, mas acho que foi o Darwin... **falaram que ele não havia lido o Mendel**. Que ele falava? Fatores... alguma coisa com gene lá, ele falava que existia alguma coisa dentro, gêmula!  
 FC2: Gêmulas, **ele falava que as gêmulas ficavam nos órgãos genitais e que se misturavam, ou que não se misturavam, porque eu li só uma vez também. E então, no local de trabalho dele, algum pesquisador descobriu que ele tinha lido Mendel, os trabalhos de Mendel**. Então, o Mendel também foi... para evolução, ele foi importantíssimo, por causa dos genes, através dele foram descobertas as mutações, também porque se existem genes, sei lá, acho que é isso. Têm os outros que eu não li depois sobre evolução, que sinceramente eu não terminei de ler ...

Comentando fragmentos do texto de apoio que fala sobre Platão, a professora admite que o conhecimento de Platão se aproxima do religioso. O que é coerente já que as



idéias essencialistas de Platão e o pensamento teleológico de Aristóteles influenciaram o pensamento religioso na Idade Média. A professora FC2, embora reconheça a religiosidade desse conhecimento, afirma concordar com esta idéia. Percebe-se que a professora acredita em uma **escala de perfeição dos seres vivos**, idéia que predominou na idade média, mas associa a essa idéia uma visão de progresso e transformação. A idéia de evolução como progresso foi muito difundida no contexto liberal da Inglaterra no século XIX, principalmente por Herbert Spencer, que percebia a evolução como um processo de diferenciação, especialização e progresso.

FC2: Deixa-me ver se eu lembro... o que o Platão falava que eu concordei, talvez não seja isso, que o universo é obra de um deus. Deixa-me ver ... “a origem do cosmo é obra de um deus que toma a matéria em estado caótico e molda a semelhança de um modelo ideal”, isso aqui é meio religião mas, **eu acredito nisso: que deus molda à semelhança de um modelo ideal**, isso aí eu acredito, que deus coloca ordem nas coisas...

A idéia de modelo ideal que a professora traz com a sua religião vai influenciar o seu conceito de evolução biológica. Além disso, FC2 associa o conceito de evolução com o progresso dos seres vivos, o que pode ser observado nas partes destacadas no texto a seguir.

FC2: Eu acredito minha querida que todos nós viraremos anjo algum dia. Eu acredito nisso cegamente, **eu acredito que o ser humano vai evoluir**. Vai evoluir sempre, cada vez mais e mais... eu não sei até que ponto a clonagem vai influenciar nisso. Eu não sou contra a clonagem, eu não sou totalmente contra, sabe aquela pessoa “ah, eu sou totalmente contra”? Eu não sou totalmente contra a clonagem ... sinceramente, eu não sei, eu também sou ignorante nesse assunto. Mas **eu acredito que todos nós vamos sempre melhorar**, o ser humano assim, **eu acredito que a evolução vai continuar e é claro que todos nós vamos sempre melhorar, tenho certeza disso**.

No trecho a seguir a professora FC2 entra em contradição várias vezes, ela própria reconhece essa contradição e que seu conhecimento sobre o assunto não está claro. No início a professora tem uma tendência a concordar com a **Lei do Uso e Desuso** de Lamarck, que parece coerente para ela. Entretanto na continuação do discurso da professora ocorre uma mudança, ela ressalta conceitos científicos e novamente cita a resistência de bactérias, que é o exemplo típico de seleção natural. Pode-se ver que a professora tem acesso às informações

científicas, mas tende sempre a voltar para concepções do senso comum. Essa resistência é causada por uma falha na compreensão do conhecimento científico de variação genética aleatória que existe dentro da população. Outra dificuldade em termos de compreensão de conceitos científicos ocorre no entendimento da professora sobre evolução da **espécie**. Ela entende a espécie evoluindo como um todo e dando origem a uma espécie diferente, o que está presente na fala da professora “pode ser também aquele negócio da população, deriva da população, né, que a população se afasta e vão acontecendo mutações, mutações... você falou sobre isso, você citou isso, vai acontecendo mutações até eles virarem uma espécie diferente. Mas, nós não somos espécies diferentes, né, só temos características diferentes, nós somos só uma espécie, a espécie ...isso as vezes me pega um pouco” (FC2). Nessa fala podemos notar a dificuldade da professora perceber a variação dentro de uma mesma espécie e a possibilidade de uma espécie ancestral dar origem a mais de uma espécie.

Nota-se também que quando a professora analisa a variação de bactérias ela utiliza os conceitos científicos, mas quando tenta transferir as informações científicas para a análise do ser humano não utiliza com clareza esses mesmos conceitos. Isso acontece, pois na análise do ser humano, está incluso o próprio sujeito e aceitar que ele é fruto do acaso, no caso a professora deixa claro que sua forma de pensar é influenciada por concepções religiosas, o que pode significar mais uma dificuldade para a utilização dos conceitos científicos. Isso pode ser visto no trecho abaixo (destacado) no qual a professora sugere rapidamente que talvez Deus tenha conduzido os negros para os lugares de intensa radiação solar. Seria ideal que o professor entendesse os conceitos científicos e explicasse esses conceitos sem a interferência de suas crenças, mas como a evolução é um tema controverso e que abrange questões sobre a origem da vida e do homem, as subjetividades e os valores dos professores acabam vindo a tona em seu discurso. Assim, durante as entrevistas foi frequente

a questão religiosa, mesmo a entrevistadora não tendo feito nenhuma pergunta direta sobre a religião.

FC2: Ah, sobre a teoria de uso e desuso, olha só! E como que explica que você tem olho azul, pele branquinha, tudo. Iguais às pessoas que vivem nos países frios, eles têm a pele bem clarinha, loirinho e os africanos têm pele bem morena, negra, são negros, então que é isso? É pra proteger do sol... é um mecanismo de defesa, mas eu não sei se eles foram, isso eu não sei até hoje, se eles foram assim...como é que eles vão morar por acaso bem ali onde bate bastante sol, aquela secura lá? E eles...**ou Deus pegou ....** ou eles migraram para lá ... aqui bate mais sol nossa pele é escura mesmo, vamos ficar aqui. Então, não tem como você falar que o Lamarck também estava totalmente errado, não de uma geração para outra, né? Então, isso fica na minha cabeça, sinceramente, fica na minha cabeça, mas ao mesmo tempo... os esquimós, eles não são meio moreninhos? Os esquimós... aqueles que moram no pólo norte ou eles ... eles não são clarinhos ... eles não são meio morenos? Ou eles são clarinhos?

FC2: Eu também não sei mas, então, esse negócio da África e da Ásia, esse povo que mora na Europa, esse povo europeu, tudo branquinho, clarinho e um povo que não toma muito sol. E o povo que toma muito sol, sei lá porque é assim. Por que numa região ...? Tá certo, depois da escravidão que começaram a misturar. Então, isso é uma coisa, **pode ser também aquele negócio da população, deriva da população, que a população se afasta e vai acontecendo mutações, mutações ... você falou sobre isso, você citou isso, vai acontecendo mutações até eles virarem uma espécie diferente. Mas, nós não somos espécies diferentes, só temos características diferentes, nós somos só uma espécie, a espécie... isso as vezes me pega um pouco.** O que você acha? Depois você me fala... deixa eu ver se tem mais alguma coisa aqui. Então... essa dos negros morarem num lugar que bate bastante sol, o cabelo, eles serem mais fortes, também parece que eles são mais resistentes, eles não demonstram que estão envelhecendo, parece que é uma resistência ao sol, porque o sol que envelhece a gente, porque o sol é um dos fatores que envelhecem a gente, e eu conheço muitos negros que você não dá a idade que eles têm... não sei... é um fato isso, eles têm essa proteção para não envelhecer. Eu acho que é por causa desses genes que são resistentes ao sol, mas pode ter sido, ocorrido mutações, os que sofreram mutações, por exemplo, eram todos de uma cor, aí eu acredito assim...**aí aconteceu uma mutação, nasceu com a pele um pouco mais escura, aí esses de pele escura foram vivendo mais, aí foram acontecendo mutações, mutações,** até ...os bem negros, estes eram mais resistentes e sobreviviam mais no ambiente africano, aí pode ser que esses genes tenham passado assim ... eu acredito nisso também, que possa ter acontecido isso.

P: Você acredita também que o ambiente possa estar influenciando?

FC2: Não, não, não. Eu não tenho idéia formada, por enquanto, o que eu poderia te responder hoje é não. Apesar de eu ter falado agora no começo, **parece que eu entrei em contradição,** porque agora eu pensei assim, **eu acho que não por causa dos antibióticos. Eu penso sempre nos antibióticos, porque não é o antibiótico que faz a bactéria virar mutante, não é ele que provoca, mas também tem as radiações, então o ambiente modifica... aí. Você está me embirutando!**

Percebe-se na entrevista com FC2 que ela tem conhecimento de conceitos científicos como deriva genética e variação de população, mas tem dificuldade em utilizar esses conceitos. Em muitos fragmentos da entrevista, observa-se que a professora explica a evolução de uma forma e com a estruturação da própria fala vai modificando sua forma de

pensar e explicar determinado conceito ao longo do discurso. Quando a professora fala, o ato de expor seus pensamentos vai estruturando seu pensamento e expondo as suas inconsistências. A professora FC2 reconhece que seu discurso se modifica e que o ato de falar e refletir sobre o assunto é responsável por essa modificação. Conclui-se que apesar de ter contato com os conceitos científicos que constituem a **Teoria Sintética da Evolução**, a professora apresenta obstáculos para a compreensão aprofundada desta. Ressalta-se que o estudo de como as diversas teorias foram sendo elaboradas pode realçar os tipos de obstáculos epistemológicos superados pelos cientistas e permitir uma melhor compreensão do conceito de evolução biológica.

### **3.3.3. PROFESSORA FC3**

A professora FC3 é formada em Ciências Biológicas por uma Universidade pública e terminou seu curso em 2000. FC3 leciona desde 2001, não é efetiva e trabalha no Ensino Fundamental e Médio. A professora faz especialização na área de pedagogia escolar.

Logo no início da entrevista, FC3 destaca a novidade do aprendizado contido no texto de apoio e faz uma comparação com o conteúdo dos livros didáticos. Nota-se que a professora percebe que o conteúdo do livro didático está restrito ao pensamento de Darwin e Lamarck e que os aspectos sociais não são abordados.

FC3: Eu li e dei uma relida na primeira parte. Aliás, tem algumas coisas aqui que eu **estava relacionando com o livro didático**, por exemplo, **no livro didático aparece mais sobre Lamarck e Darwin. É isso só**. De um modo bem... não aparece nada que, o que vai... **Que eu estava lendo aqui, a sociedade que vai envolver as teorias, os acontecimentos históricos que envolvem as teorias. Então isso não aparece nada**. Só aparece aquela coisa jogada. Por isso eu até achei bom ter estudado isso. Porque na faculdade eu não vi isso detalhado, então achei bom [...]

FC3 ressalta que apesar de ter estudado em uma escola pública não teve o conteúdo de História da Biologia aprofundado. Isso se deve a distribuição do currículo de

forma fragmentada e a falta de uma disciplina que trabalhe aspectos de História e Filosofia da Biologia. A falta de conteúdos da História da Biologia é percebida em outras entrevistas como a do aluno FI8 e do professor FC4. No fragmento abaixo a professora faz referência ao possível contato de Darwin com o trabalho de Mendel que foi discutido no texto de apoio.

FC3: Outra coisa que eu achei interessante foi de **aproximar aí a teoria de Mendel com a de Darwin**. Não aproximar, falar do acontecimento quando Mendel estava estudando as ervilhas, os cruzamentos tal e relacionar isso com Darwin. **Que é também o que a gente não vê nos livros didáticos**. Nós professores não temos, **eu por exemplo não tive na minha graduação isso tão assim aprofundado**. Então, eu não consigo passar para os meus alunos essa idéia mais abrangente. Aí a partir desse texto eu já, a partir desse texto ensinando para eles evolução eu já vou ter outros parâmetros para incluir. Eu achei muito bom. Eu achei que está muito rico o material, eu achei do meu ponto de vista. Eu não sei, porque eu não estudei a fundo como você. Talvez para você isso nem seja tanta coisa, para mim foi um conhecimento que eu tive. Para mim foi...

FC3 comenta a importância do texto para a modificação de suas futuras aulas.

Percebe-se também na fala da professora como o ensino de Biologia acontece de forma fragmentada, o professor tem um planejamento que deve guiar sistematicamente o conteúdo a ser trabalhado em cada série. Além disso, como foi discutido o conceito de evolução biológica deve estar norteando todo o conhecimento biológico e não ser abordado apenas pontualmente.

FC3: Até para ajudar mesmo os alunos, a minha forma de aula fica só naquela coisa como livro. Porque a gente segue um ou dois livros, **mas a evolução não tem muita diferença, tanto faz um livro didático ou outro, só aparece aquilo, né?**

FC3: Eu trabalhei com 8ª séries. Agora mesmo, atualmente, eu trabalho com 5ª, 7ª, 1º, 2º e 3º. Que são mais ... Uma coisa que eu ia te perguntar: na 1ª série do Ensino Médio, que era o 1º colegial antigamente que eles aprendem evolução, no nosso planejamento é sempre assim, né? **Aprende evolução na 1ª série do Ensino Médio**. Agora, como eu estudei isso aqui agora e fiquei conhecendo essa relação do Mendel, eu achei interessante incluir esse conhecimento quando falar do Mendel, quando ele fez os cruzamentos, está então retomando aquilo que eles viram no 1º colegial, tá explicando. Achei legal.

P: Fazer associação é interessante.

FC3: Porque se não, eles ficam só com aqueles blocos fechados.

Em relação às dificuldades encontradas no Ensino de Evolução Biológica, a professora demonstra que a crença dos alunos é um impedimento para ela. Nota-se no trecho a seguir que muitos alunos “decoram” ou podem até compreender o conceito de evolução biológica, mas mantêm suas crenças e valores. Cabe questionar como ocorre essa interação do conhecimento científico com as crenças e valores sociais. Segundo Mortimer (1995), é possível a coexistência de várias idéias sobre um mesmo tema na rede cognitiva do indivíduo, formando um **perfil conceitual**. Essas idéias utilizadas em situações específicas. Assim, no contexto da sala de aula utiliza-se o conhecimento científico. Entre amigos ou na família utiliza-se a linguagem e concepção de uma determinada cultura. Nesse caso os alunos que compreendem o conceito científico, mas que afirma ter outras crenças, estão conscientes da existência de várias formas de pensar a diversidade dos seres vivos. Para Mortimer (1995), “a noção de perfil conceitual nos fornece elementos para entender a permanência de idéias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas” (p.71).

FC3: Tive! Ah, sim ... ..aqui no segundo ano. Quando eu cheguei para dar aula esse ano. Já era em abril, já era mês de abril, então a professora que estava aqui antes deu evolução no segundo ano. Aí, quando a gente foi conversar, continuando a matéria que não pode ficar ... **tem todo um planejamento para seguir da escola.** Tudo o mais. **A dificuldade que a gente sente é que a maioria fala assim: “Ah professora, mas eu não acredito nisso.”** Aí eu falei: “Gente! Deixando de lado a religião de cada um, vamos estudar as teorias para gente saber, porque é o estudo da ciência. Porque ciência é física, é química, é a biologia. Então a ciência envolve todos esses aspectos. Então em... tirando essa parte”. Então a minha dificuldade foi os alunos mesmo, está falando isso. **Até na prova eu pedi assim: Qual a sua opinião em relação à teoria de Lamarck? “Ah... em relação a isso...” Explicava a teoria, falava como era a teoria, mas depois falava no final “Mas em minha opinião, não acredito nessa, porque não sei que tal...”** Então é assim, dificuldade entre aspas, não sei se seria realmente uma dificuldade.

P: Mas o que você achou? Que eles entenderam os conceitos mesmos?

FC3: Não, não entenderam assim...se eu tivesse lido isso aqui antes de chegar aqui. Eu teria visto o que eles tiveram nessa matéria e aí teria dado uma abordagem melhor sobre as teorias. Mas eu não soube dar aquela abordagem, abrir espaço para isso. Não soube. Então foi assim: tiveram aquilo, é aquilo mesmo que está no livro, e então vamos para frente... então ficou meio, né? Eu não tinha isso aqui, também não sabia. Então...

P: Você falou que eles escreviam assim na prova: o conceito de Lamarck e de Darwin...

FC3: Quais eram as teorias.

P: E embaixo eles justificavam que eles não...

FC3: Não acreditavam... “Mas eu não acredito nisso porque não sei o quê”.

P: O que você acha disso? E o conceito? Mesmo eles não... falando que eles não acreditavam, eles respondiam da forma que... Eles conseguiam entender o conceito, mesmo eles não acreditando?

FC3: **Fica esse ponto de interrogação.** Na verdade, não é que aceitaram a questão. Eles... não vamos dizer que decoraram, porque não estava totalmente igual, mas estava ali: “ah, então essa é a lei de Lamarck, uso e desuso, essa, essa e essa”. E colocaram essa e essa na prova. Agora fica um ponto de interrogação se eles entenderam realmente a teoria de cada um mesmo não acreditando ou se só colocaram ali, “ah, mas eu não acredito mesmo”. Então acho que tem uma grande dificuldade para ensinar evolução. Até falta recursos. Falta até a preparação do professor. Falta. Deixa a desejar.

Questionada sobre como entende o conceito de ciência, FC3 sente dificuldade em explicá-lo. Porém, percebe-se que sua definição de ciência se aproxima da explicação da “vida” como um todo.

FC3: Ah, será que eu consigo definir ciência? Ai meu Deus! Não sei se eu consigo definir ciência... é difícil a gente falar, eu tenho até um pensamento o quê que é na minha cabeça. Consigo enxergar, mas não sei ...não sei dizer, não consigo achar uma palavra para te falar.

P: Você acha que a ciência está ligada a que tipo de coisa? Que tipo...

FC3: **Acho que está ligada aos animais, as plantas, a genética, aos avanços tecnológicos que tem, a tecnologia, a informática. Tudo é ciência para mim.** Eu acho que é isso. Os experimentos, a clonagem, tudo é ciência. Estaria ligado a isso.

A seguir, discutindo sobre o conceito de evolução, a professora FC3 apresenta dificuldade na definição de conceitos científicos que sustentam o conceito de evolução biológica. A primeira distorção que a professora apresenta no fragmento abaixo é comparar o conceito de evolução biológica com a evolução cultural do homem. Isso acarreta a compreensão da evolução biológica como algo progressivo. Aproximando com a utilização histórica da palavra evolução, percebe-se que esse termo passou do sentido de descendência com modificação para o de “progresso” através da propaganda de Herbert Spencer, que usava o termo evolução no sentido de progresso. Além disso, Spencer usava o conceito de evolução para diferentes categorias de coisas (seres vivos, universo, sociedade, planeta, cognição, etc.) e inseria em todas elas a concepção de progresso como aumento de complexidade e

especialidade. Isso explica, em parte, a confusão que se faz do termo, entendo evolução como progresso.

FC3: O conceito de evolução que eu tenho é como se fosse, por exemplo, as minhas idéias elas vão evoluindo. Hoje é... quando eu entrei na faculdade em 96 era um pensamento, eu fui lendo, fui me aprimorando, a partir dos anos saí de lá com outra idéia, foi uma evolução, que foi ocorrendo gradativamente com o passar do tempo e ela contínua ocorrendo. Eu não sei quando vai parar, quando vai atingir um patamar que aqui agora o meu pensamento já acabou, não tem mais nada para estudar. Não, eu acho que a evolução ocorre todo dia, está toda a hora acontecendo. A gente não está percebendo, só vai perceber daqui uns 3 anos, 4 anos, 10 anos. **Eu acho que evolução... tanto isso assim para os seres vivos, para as plantas**, para tudo.

No fragmento abaixo, nota-se que apesar da professora possuir alguns conceitos científicos como o de mutação genética e de seleção natural, ela tem dificuldade entender a seleção agindo em uma variabilidade populacional e não consegue correlacionar de forma coerente os vários conceitos científicos que estão na base da **Teoria Sintética da Evolução**. Essa dificuldade provoca uma inquietude da professora que começa a refletir, se questionar e questionar a pesquisadora. Apesar de não ter sido planejado responder questionamentos dos sujeitos entrevistados, no final da entrevista FC3 faz uma série de perguntas que acabam sendo discutidas. Isso se deu apenas nessa entrevista e este espaço foi aproveitado para responder aos anseios da professora e foi transcrito, pois a série de questionamentos colocados, permitiu que o conceito de evolução de FC3 obtivesse uma coerência interna maior.

P: Você falou que a evolução acontece mais ou menos da mesma forma para os seres vivos. Como que você acha que acontece a evolução para os seres vivos?

FC3: Nos seres vivos? Como acontece? É, eu acho que é isso. É, eles vivem aqui num determinado ambiente, hoje, atualmente, eles vivem em um determinado ambiente. O homem vai lá e desmata a floresta. **Aquele animalzinho que vivia ali, tinha as condições favoráveis para morar ali, vai ter que procurar uma outra condição.** Talvez vai para uma plantação agrícola, para um... pertinho de um riozinho que tinha ali, vai procurar outras, ou até pode morrer porque não vai ter condições mais. Eles vão se adaptando àquelas condições que estão sendo oferecidas para eles. Então eu entendo evolução, não sei se é o conceito.

P: E o quê que faria eles se adaptarem a esse novo ambiente? Você disse que alguns morreriam. Porque alguns morrem e outros conseguem se adaptar?

FC3: Se adaptar... é, por quê? Por que uns morreriam? Talvez, entre aspas, **porque uns são mais fracos**, uns não conseguem... tem a luta de território, falta de alimento. Acho que é isso. Ou a reprodução que envolve isso. O quê que envolveria? Agora você me deixou com um ponto de interrogação.



FC3: É a seleção natural, não é? De Darwin, que ele fala...

P: E como é que ela funciona?

EMO: Ela seleciona aqueles animais que são mais fortes, mais... não sei ... não sei te dizer.

FC3: [...] alguma modificação genética poderia estar acontecendo nesses animais e eles através da reprodução passariam para os seus descendentes. E aí ... agora eu não sei entender também. Esse negócio você me pegou.

P: Qual que é a dúvida?

FC3: Não, a dúvida: **“Por que eles morreriam?” Ficou um ponto de interrogação mesmo na minha cabeça. Por que será que eles seriam mais fortes?** Alguns seriam mais fortes? E os outros não... uns seriam capazes de ir além daquilo que eles conseguiam fazer, ir além do limite que eles, por exemplo, a gente acha que um certo animal, vamos supor, nós achamos que temos um certo limite, ultrapassamos aquele limite. Então até ali achávamos que tinha aquele limite, ultrapassamos então, e outros não... será que seria isso? Não sei...

P: Você disse que sobre a... em relação ao pensamento, você disse que o pensamento também se modifica e evolui. E você comparou e falou que com os seres vivos acontece mais ou menos isso. Você acredita que os seres vivos estão sempre melhorando? Ou não...

FC3: Ah, eu não sei... como é uma coisa que acontece tão assim ...em relação ao pensamento ... acontece tão devagar, dá a impressão que não está acontecendo. Agora, eu não sei... não consigo responder. Por exemplo, num certo animal, se ele, se vai ocorrendo esse melhoramento. **Eu acho que sim**, eu acho, não tenho certeza. Não tenho base também para está te dizendo porque eu acho. Não sei. Porque, por exemplo o homem, vai ocorrendo mutações e ele vai se diferenciando a fisionomia e tal, mas vão ocorrendo várias mutações e aí vai passando na reprodução dos seus descendentes. Eu acho que isso também ocorre nos animais, nas plantas...

P: Tem alguma coisa que você queria falar mais? Do texto, de evolução, de alguma coisa, de ensino, que você gostaria de estar falando, sugerindo. Deixar mais em aberto assim pra você colocar dúvidas mesmo.

FC3: A minha dúvida é essa. **Ai, por favor, me esclarece alguma coisa sobre isso**, porque eu fiquei com um ponto de interrogação.

P: Eu te esclareço, eu te explico sim.

FC3: Você me explica?

P: Então tá bom. Vou te explicar agora mais ou menos como que acontece. Você tinha dito lá dos animais terem algumas modificações, dentro da... você tem uma população que apresenta variáveis genéticas. Você tem uma população vivendo no mesmo lugar, num ambiente e têm diferenças genéticas nos indivíduos. Se o ambiente mudar, os indivíduos daquela população que conseguem se adaptar, que já estão adaptados, que têm características genéticas que conseguem sobreviver no novo ambiente são selecionados. Aqueles que têm características genéticas que não, que não favorecem a sobrevivência no novo ambiente, eles podem morrer. Então, dentro de uma população com variáveis genéticas, se o ambiente mudar, as variáveis genéticas que são capazes de sobreviver no novo ambiente são selecionadas. As que não são capazes... é que dentro de uma população existem estas variações.

FC3: Ah, entendi.

P: Dentro da própria população.

FC3: **É que na verdade os genótipos deles são diferentes.** E aí o fenótipo que é envolvido com o meio ambiente, que é a resposta do meio ambiente, em relação ao meio ambiente, que vai modificar.

P: Da mesma forma que dentro da população humana têm indivíduos diferentes e com características... que aconteceram mutações., com genes diferentes. Em todas as populações de plantas e animais vai ter essa variação.

FC3: Essa variação... ah!

P: E aí que vai ser selecionado. Então o ambiente ele vai estar selecionando o que já existia.

FC3: Entendi.

P: Qual que era o outro ponto que...?

FC3: Quer dizer então que não vão ocorrendo as transformações? Outra coisa que eu fiquei em dúvida é isso.

P: Como assim?

FC3: Se eles vão melhorando com o passar do tempo? Não vão ficar estagnados lá...

P: O que é melhor?

FC3: **O que é melhor? É... na verdade, melhoramento seria, porque o ambiente muda todo dia**, então ele vai se adaptando todo dia. Seria isso?

P: É... o ambiente. É... o melhoramento, não existe um melhoramento, porque assim: o ambiente se modifica, as espécies que estão adaptadas a sobreviver naquele ambiente sobrevivem. Mas se o ambiente se modificar, aquelas espécies podem morrer.

FC3: Entendi.

A professora FC3 durante a discussão lembra de um texto trabalhado na Orientação técnica na Diretoria de Ensino de Bauru, no qual foram trabalhados os aspectos discutidos nesse trecho. O curto período de tempo da Orientação Técnica não permitiu que fossem trabalhadas com aprofundamento essas discussões, mesmo assim, permitiu o contato dos professores com a discussão da história da construção do conceito de Evolução Biológica. A ansiedade da professora em discutir os conceitos biológicos, demonstra a necessidade de um espaço de discussão permanente para a Formação Continuada dos professores.

FC3: Você deu um texto aquele dia para nós [refere-se a Orientação técnica realizada na Diretoria de Ensino], que eu não esqueci dele, **que falava que era um homem que saiu na superinteressante, que era um homem que era meio arcado assim, que as pernas eram ... o joelho assim para trás. Aí tinha...até você comentou mesmo que não existe esse ápice de mais evoluído. Quer dizer que se a gente for continuar vivendo vai chegar a isso? Ninguém sabe...porque não sabe o rumo da evolução.** É isso?

P: Isso. Aí as mutações são ao acaso e o ambiente também se modifica com o acaso, não dá para prever....

FC3: **Quer dizer que a evolução não ocorre como eu estava falando do pensamento, do conhecimento?** A gente vai evoluindo... acaba... seria isso? Lembra que eu comentei assim: o meu conhecimento foi evoluindo a partir... entrei na faculdade, aí comecei o primeiro, segundo ano, então o meu conhecimento foi evoluindo e evolui até hoje. Então nos seres vivos... não seria uma evolução assim. Ou seria?

FC3: Quer dizer que... é o que você falou .... **a evolução não segue uma linha que a gente sabe onde vai dar.** Ela vai ocorrendo, pelas mutações, as seleções, né?

### 3.3.4. PROFESSOR FC4

O professor FC4 fez licenciatura em Ciências Biológicas em uma Universidade particular. FC4 formou-se em 1993 e começou a lecionar em 1994. O professor leciona tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio e utiliza em suas aulas como material didático uma apostila que ele próprio montou.

Questionado sobre se trabalha o conceito de ciência nas séries em que leciona, FC4 diz que trabalha a definição de método científico. Nota-se na fala do professor como a disciplina Biologia encontra-se compartimentalizada.

FC4: Ah, já! Método científico. Ciência.

P: O conceito de ciência? Definição? Você falou que trabalha o método científico? Como é que você trabalha com eles? Em que séries você trabalha esses conceitos?

FC4: Então, **método científico eu dou logo na introdução. Porque a Biologia no Primeiro ano é dividida em Introdução ao estudo da Biologia e depois tem a parte da ecologia que fica o ano inteiro.** E bem no finalzinho, eu entro com a parte de Drogas. Então lá no comecinho, na Introdução ao Ensino de Biologia, que eu coloco...

P: No Ensino de Biologia. No Ensino fundamental você coloca esse conceito?

FC4: Colocamos. Definições de várias ciências, de várias ramificações da ciência, da Biologia.

P: E como é que eles reagem a essa metodologia? Você trabalha de que forma? Como você define isso para eles?

FC4: Totalmente teórica.

Discutindo sobre como ensinar o conceito de ciência, FC4 ressalta a necessidade de utilizar a História da Biologia para demonstrar como a ciência é produzida.

P: E como é que você definia a metodologia científica pra esses alunos?

FC4: Como é que eu definiria? Eu tento mostrar para eles, mesmo quando eu entro em conteúdos diferentes, **eu tento mostrar para eles qual é, como se chegou naquilo, por exemplo, quando eu entro em genética, eu falo de Mendel, eu conto a História de Mendel,** que ele morreu desacreditado, que o trabalho dele ficou engavetado muitos anos, depois foram achar o trabalho dele. Então, eu procuro contar as histórias, os métodos usados para chegar naquela ciência. Na citologia, eu falo da história do DNA para eles, eu uso muito a história. Que eu acho que você misturar, você falar em Metodologia, você está falando da história também, você está contando a história de como foi desenvolvido aquilo. Agora, o método científico geral, geral mesmo, eles vêem na Quinta, vêem na Sexta, vêem na Sétima, vêem na Oitava, e eu dou no começo do Primeiro ano, que é aquele básico.

FC4 reconhece que a ciência é algo dinâmico em constante mudança. Porém associa a ciência, principalmente, aos avanços tecnológicos da sociedade. Além disso, nota-se que apesar do professor ter acesso a essa tecnologia, não disponibiliza a seus alunos por receio de ser responsabilizado por algum dano. Portanto, apesar do governo disponibilizar as tecnologias, não disponibiliza assistência para elas.

FC4: Pessoal meu? Pergunta difícil. Como é que eu vejo a ciência? **Eu vejo a ciência como uma coisa que não pára**, ela está sempre em busca de alguma coisa, então é uma busca constante de conhecimento, de tecnologia, de tudo que você possa... Esse ano eu tive contato com computador pela primeira vez na minha vida, entendeu? O estado forneceu um subsídio e nós compramos computador. Só que é uma coisa que está muitos anos luz a frente da minha cabeça. Então eu estou apanhando daquela tecnologia lá. Então você conhece tecnologia na teoria, na hora que você vê na prática...aqui tem sala de informática, eu nunca usei, porque se você leva aluno lá e quebra, então, tem alguns professores que fizeram boicote e eu aderi o boicote, eu também não levo, não uso a sala, mas nem de vídeo, nem de informática, porque **aqui tudo que acontece é responsabilidade do professor, é culpa do professor**, entendeu? Se acontecer, por exemplo, de você usar o vídeo, e uma fita ficar entalada lá dentro a culpa é sua, não é do vídeo, e a gente sabe que essas coisas quebram. Então eu não sei, ciência pra mim é essa busca de...como é que eu vou te dizer? É uma busca que não pára, que está sempre...**eu vejo coisa que eu ensino para os meus alunos, depois eu vou ver já foi atualizado aquilo**, muita coisa que eu ensino como primeira lei de Mendel, já é segunda. Você entende essa coisa de conceito de genética, tem muita coisa que já está ultrapassada, que já mudou, tanto que como eu trabalho com apostila, todo ano eu estou atualizando essa apostila, eu estou pesquisando, eu estou mantendo em ordem.

Em relação à produção do conhecimento científico, relaciona a ciência aos aspectos políticos e econômicos. FC4 tem a percepção de que a ciência é influenciada pelas condições sociais. Portanto, FC4 tem uma compreensão de em processo científico dinâmico e influenciado por questões sociais, mas não evidencia o aspecto humano e criativo da produção da ciência.

FC4: Aí eu posso te responder até pela política. **Qual o investimento que se faz em pesquisa no Brasil?** E qual o investimento que se faz nos países desenvolvidos, dito desenvolvidos? Qual é o investimento de pesquisa que é feito? Você vê o investimento que é feito em... eu trabalhei com pesquisa já, trabalhei com pesquisa de ecologia de cerrado, eu ganhava um salário mínimo. Quanto que ganha um pesquisador norte-americano que trabalha em uma área parecida? Quer dizer, eu tive que parar de trabalhar com pesquisa e começar a dar aula, porque eu ganhava muito mais dando aula em qualquer lugar, qualquer coisa, do que trabalhando com pesquisa. Então eu acho que não se investe em pesquisa no Brasil. Então eu acho

que o atraso científico do Brasil é falta de investimento em pesquisa, é muito difícil você começar a trabalhar com pesquisa.

No fragmento a seguir o professor descreve como trabalha o conceito de evolução biológica com seus alunos. Percebe-se que a História da Biologia fica restrita a Darwin, a Lamarck e a Teoria Sintética da Evolução. Porém, nota-se uma preocupação do professor FC4 em trabalhar a História da Biologia, como por exemplo, a viagem de Darwin a bordo do Beagle. Além disso, o professor tenta fazer em correlação adequada entre os conteúdos de genética e a Teoria Sintética da Evolução.

FC4: No primeiro ano eu dou só uma introdução, falo um pouco de Darwin, explico o que são fósseis, de onde vem a evolução, de onde vem o conceito. Aí eu vou entrar em evolução mesmo no segundo. **Aí no segundo eu conto a história de Darwin, da viagem do Beagle** e vou naquela história, entendeu? Pego todo o método de pesquisa de Darwin, as observações de Darwin, falo tudo isso aí, tem a apostila, explico as teorias do darwinismo, primeiro eu entro lá em Lamarck, Lamarckismo, Darwinismo, depois o Neodarwinismo. **Aí eu já puxo da genética, que eu acabei de dar genética**, aí eu explico, o neodarwinismo são os conceitos de Darwin só que com aplicações genéticas. Então eu vou entrando, eu vou amarrando, eu amarro a genética com a citologia.

No trecho transcrito abaixo, verifica-se que o estudo evolutivo dos seres vivos fica restrito aos animais. As plantas e os outros seres vivos não são trabalhados amparados pela teoria evolutiva. Além disso, para exemplificar a evolução, o professor FC4 utiliza imagens de “dinossauros”, o que se explica pela grande veiculação dada pela mídia para extinção desses animais.

P: E você trabalha alguns conceitos de evolução no terceiro, ou não?

FC4: Eu trabalho um pouco na hora que **entra em répteis. Quando eu falo em origem dos animais**. Então quando eu falo em origem de crustáceos, por exemplo. Mas, da onde que veio os crustáceos? Aí a gente entra naquele conceito dos crustáceos, que ele veio lá dos períodos anteriores, tal. Eu tenho uma tabela na apostila que eles vêm os períodos, as eras geológicas, tudo. Então, eu trabalho muito essa parte também. Agora eu entro mais mesmo nessa parte de evolução, fica mais evidente no segundo ano, no terceiro é... quando eu tenho até, na apostila tem **umas figuras de uns dinossauros**, entendeu? Aí eu monto aquela filogenia dos répteis, das aves, de onde eles se originaram, tudo. **Aí vem aquela pergunta clássica do macaco e do homem**, sabe aquela coisa? Aí entra aquela discussão da origem do homem também, aí vai indo.

Quando o professor comenta a distorção da frase o “homem veio do macaco”, destaca o caráter dinâmico da ciência que produz um conhecimento provisório.

FC4: Eu explico para eles, eu falo assim pra eles **“ontem já acharam outro crânio e já estão mudando a teoria**, porque a Luci já caiu, a teoria da Luci já caiu, então já tem novas teorias aí a respeito da origem do homem, outras, eles acham um dente e já mudam tudo”. Então **eu falo para eles que a teoria mais aceita é que o Homem e o Macaco tiveram uma ancestral comum e que esse ancestral comum originou o Homem e os ramos dos Primatas superiores** ali, chimpanzé, orangotango, aquela...

Sobre as dificuldades encontradas no ensino de evolução, destaca a crença religiosa dos alunos e comenta uma experiência que vivenciou em uma escola criacionista em que trabalhava, na qual a direção não queria que fosse ensinada a evolução biológica. Contudo, nota-se que apesar de ressaltar a crença dos alunos, o conceito de evolução biológica de FC4 também é influenciado por sua religião. Assim, FC4 entende evolução como algo progressivo.

FC4: Os evangélicos eles torcem o nariz, alguns não ouvem, não aceitam. Eles...Eu falo, eu tento até, não tento convencer, mas eu falo que é impossível você não acreditar numa coisa que está acontecendo, e evolução ela está acontecendo, está acontecendo aqui e agora, nesse momento. Tudo está evoluindo. **Inclusive eu sou espírita, e eu falo que até a gente está aqui evoluindo espiritualmente, está tudo evoluindo, então os animais estão evoluindo, eles estão se modificando.** “Ah, mas não foi assim que Deus criou”. Eu falo: “olha, se tudo tivesse como Deus criou, já pensou você atravessando a rua e um Dinossauro indo atrás de você, porque eles teriam evoluído também, e não, eles se extinguiram”. Então eu falo que muita coisa se extingue, muitos animais não existem mais, sofreram evolução. Aí eu já amarro com aquele conceito de Darwin dos bicos de passarinhos, dos tordos, sabe aquela história da...

FC4: É. A evolução sempre esbarrou nisso aí. Eu dei aula numa escola particular, eu acho que eu comentei isso com você lá no curso, eu não sei se você está lembrada, **eu fui chamado na sala da direção e ela explicou para mim que eles eram cristãos, que eles não aceitavam que eu pregasse o evolucionismo.** Eu falei: “olha eu não vim pregar nada, evolução é baseada em teorias, eu vou ensinar essas teorias”. “Não, mas não pode, porque nós não podemos nem falar em evolução aqui, nós somos criacionistas”. Aí eu falei: “Então tudo bem, então a senhora assina um documento se responsabilizando pelo fracasso do vestibular deles depois. Porque a escola é particular e eles vão querer entrar numa faculdade, na hora que eles chegarem lá e pegarem uma questão sobre evolução, vão perguntar, o que é isso? Então explica que eu não ensinei porque a senhora não quis”. “Mas o que você vai falar de...?” Aí ela pulou pra trás. “Mas o que você vai ensinar de evolução?”. Eu peguei e falei: “o livro que vocês escolheram que eu não gosto e trabalho com eles”.

E realmente eu não gostava daquele livro mesmo, eu ia trabalhar com outro até, mas como eles trabalhavam com o livro, eu ia optar por um melhor, eles já gostavam daquele porque a evolução era desse tamanhinho no livro. Não falava quase nada, eram duas pagininhas.

Na definição de evolução biológica do professor FC4, verifica-se que ele compreende que a evolução acontece dentro de uma variabilidade populacional. Entretanto, nota-se que ele faz distinção entre organismos “mais evoluídos” e “menos evoluídos”. No exemplo, associa a qualidade “mais evoluído” para o organismo que se apresenta mais calmo.

P: É. Como você definiria o conceito de evolução biológica? Como é esse processo evolutivo?

FC4: Como é que eu vou te explicar? Eu vejo isso aí como... eu não sei te dizer um conceito, mas eu estou trabalhando em um biotério e eu trabalho, eu faço muita manutenção em uma linhagem, em uma das caixas de camundongo e tem uma linhagem que é chamada de BalbC e comparando ela com o camundongo comum, que eu fui na USP fazer uma visita, eu vi o camundongo comum, eles são diferentes, e são da mesma espécie. Então, **eu acho que a partir, quando você olha dois animais da mesma espécie, mas com algumas diferenças, bom aqui ocorreu o quê? Um processo de evolução.** O BalbC ele é um camundongo evoluído, ele é diferente. Você lidar, **você pegar ele na mão você percebe que ele é mais calmo, ele é mais tranquilo, ele é mais dócil.** Enquanto que o camundongo comum ele é mais arisco, ele é mais nervoso, se você... do jeito que você pegar ele, ele te morde. Então, essa é uma evolução provocada, agora, eu acho que o processo natural também provoca a evolução. Ela seleciona, ela limita certos organismos. Então ela vai limitando, ela vai, quando o homem foi introduzido em alguns continentes, ele eliminou certas espécies. Você já ouviu falar do Tigre da Tasmânia lá, que foi eliminado, que eles estão tentando repor a espécie na natureza com clonagem, com DNA. Então, eu acho que é o processo evolutivo, ele é natural para mim, eu entendo ele como um processo natural, que ele vai ocorrendo, o organismo vai se adaptando ao ambiente, vai evoluindo, se ele não atingir um padrão ele vai ser eliminado, se ele atingir um padrão a espécie permanece, continua. Eu não sei como te falar um conceito de evolução.

Comentando sobre o texto de apoio disponibilizado, FC4 desta que foi um conhecimento novo para ele e que deverá utilizar as informações na preparação de sua apostila.

FC4: Olha, eu vou falar a verdade pra você, entre nós, **eu vou pegar coisa do seu texto pra colocar na minha apostila.**

P: Pode pegar, tudo bem.

FC4: Eu vou pegar, porque tem umas informações ali que são bem claras, bem...**eu nunca tinha ouvido falar de certas coisas ali.** [...]

FC4 relata também que sua dificuldade para entender o conceito de evolução vem do próprio Ensino que teve na faculdade, no qual o próprio professor da disciplina não gostava do tema.

FC4: Porque para a gente, não sei, pelo menos para mim na faculdade ficou muito vago a parte de evolução. **O professor dava texto, ele nunca explicava muito bem as coisas. Eu fui entender evolução estudando em livro didático para dar aula.** Aí que eu comecei a me interessar, entendeu? Eu gosto muito dessa parte de evolução, de genética, dessa parte, eu gosto de amarrar essas duas coisas, que elas estão ligadas, não tem como você, o processo biológico é uma coisa só. A evolução começa lá no protoplasma e vai acabar lá no organismo inteiro. Isso aí passa por processo evolutivo, isso passa por crescimento celular, diferenciação, passa por um monte de processos. E todo esse processo químico, bioquímico, biofísico, ele é totalmente evolutivo, é todo um processo ligado, amarrado, não é uma coisa isolada, fator isolado um aqui, outro ali.

FC4: É, eu vi muita coisa ali que não... falei, nossa, era assim, não era assim. Entendeu? Tem muita coisa ali que confronta um pouco com o que a gente ouviu falar, com o que a gente sabe. A minha evolução na faculdade não foi muito boa. **O professor que passava a matéria ele mesmo falava que ele não gostava de evolução.** Entendeu? Ele pegou um aluno lá, que era um iluminado lá da época e mandou ler o livro do Darwin e fazer um resumo. O resumo ficou dessa grossura, do livro “Origem das Espécies”, você deve ter lido esse livro já.

Percebe-se que mesmo FC4 tendo interesse pela História da Biologia quando comenta sobre Lamarck descontextualiza suas idéias e teorias e as considera como “alucinadas” e “erradas”.

FC4: Eu tenho o resumo guardado até hoje, eu leio sempre, eu consulto ainda. Pra preparar esse material que eu preparei, eu consultei esse material aí do Darwin, da viagem do Beagle, tudo. **Eu comento muito isso aí com os alunos a parte histórica, eu gosto dessa parte histórica da Biologia,** sempre achei, acho importante você falar, não adianta você ensinar só probleminha de genética, se eles não sabem nem quem foi, nem como aquilo foi descoberto, nada, entendeu?

P: Você acha que essa parte histórica pode contribuir para...?

FC4: Bastante, bastante.

P:...para o entendimento dos conceitos.

FC4: Eu acho até que logo, logo, nós vamos trabalhar só essa parte histórica, e toda parte de cálculo, da genética, isso aí vai tudo cair fora. Nós vamos trabalhar somente com texto e interpretação de texto.

P: Tem alguma coisa do texto que você teve dificuldade para entender? Que você gostaria de estar perguntando ou mesmo sugerindo alguma coisa que poderia ter sido abordada e que não foi.

FC4: É que eu vejo o texto seu como uma pesquisa mais aprofundada, eu não tenho base para avaliar esse texto, entendeu? Mas, eu sei que têm informações ali que são, que eu vou usar essas informações inclusive. Eu dei uma cópia para uma outra professora, você me mandou duas. Ela andou lendo, ela falou: “Nossa, tem coisa



aqui que eu nunca tinha ouvido falar”. “É, eu também”. Ela também se espantou, entendeu? Eu falei: “deve ter sido uma pesquisa mais aprofundada, né?”. Que fonte que você usou de pesquisa ali?

P: Todas aquelas referências que estão no final. Vários livros do Darwin, mesmo original.

FC4: Eles publicaram muitas coisas, inclusive o fato de eles terem, de Darwin ter noção dos trabalhos de Mendel, ter ouvido falar de Mendel, essa ligação, eu não tinha noção dessa ligação.

P: Isso daí é uma pesquisa recente, porque tinha uma dúvida sobre isso, mas tem um pesquisador de São Paulo, da USP que teve acesso ao material original de Darwin, foi nos manuscritos, e viu que realmente Darwin tinha alguns artigos de Mendel em suas pastas. Então, que ele provavelmente teve.

FC4: Essa época foi uma época de grande crescimento científico, foi uma época riquíssima, acho que é uma época que passou, que eu acho que não vai ter outra, em termos de pesquisa biológica, eu acho que o grande salto da humanidade foi essa época de Darwin, Mendel, **até mesmo de Lamarck que tinha umas idéias bem alucinadas, umas idéias erradas, bem estranhas, mas...** Eu vou pegar muita coisa do seu trabalho e vou aproveitar.

Em relação à Orientação Técnica realizada na Diretoria de Ensino o professor FC4 comenta do curto período de tempo para o curso, da necessidade de se fazer convocações periódicas para aprofundar as discussões e da falta de interesse de alguns professores presentes.

FC4: Uma coisa do tempo, eu achei que você falou bem, **deveria ter assim, nem que fosse na forma de convocações, pelo menos mais umas três, quatro reuniões, pegar esses professores que foram na outra e convocar de novo.** Você fazendo uma convocação, você tira o professor da escola e já arruma um substituto, e ele vai tranquilo, por isso que você não consegue fazer um curso de uma semana, já pensou arrumar substituto para uma semana para o professor. No meu caso vão ter que ser dois professores, vai ter que ser um a tarde de matemática e um a noite de Biologia. Porque eles não vão conseguir casar o mesmo substituto para dar todas as aulas. Então se você fizesse convocações assim é uma a cada quinze dias, ou uma a cada vinte dias, para aproveitar um pouco mais.

P: E em relação ao conteúdo? Os textos da época assim?

FC4: Do curso? Eu achei ótimo. Eu tenho-os guardados, eu gostei bastante. Eu só achei que o tempo foi curto, e eu achei também o seguinte, é erro da pessoa aí já, **a turma que estava lá estava muito desinteressada [...]**

### **3.3.5. PROFESSORA FC5**

A professora FC5 cursou biomedicina, mas somente após dez anos fez complementação em uma faculdade particular para adquirir habilitação em Biologia. Está lecionando a quatro anos somente em escola pública. FC5 disse que no tempo que esteve

lecionando deu mais aulas em ciências e matemática, sendo que apenas nos dois últimos anos tinha lecionado Biologia. Na escola que a professora leciona é adotado um livro didático e seguido o planejamento da escola.

FC5 apresentou uma resistência em responder as questões da entrevista. Em relação ao conceito de ciência, associou à disciplina Ciências.

FC5: Não, não trabalho [o conceito de ciência], porque como a gente já, **como eu estou com o colegial**, então, eu já estou quase no final com Biologia [...]

FC5: Tem muita coisa a mudar, tem muito ainda, **a gente procura adotar determinado livro, a gente procura vários livros para conteúdo.**

Quanto ao ensino do conceito de evolução, disse não ter trabalhado esse tema pois nunca trabalhou com primeiro ano do Ensino Médio, que segundo FC5, é quando esse conceito é trabalhado. Isso demonstra que o conceito de evolução biológica não é utilizado como um eixo unificador dos conteúdos biológicos.

FC5: Não, nunca trabalhei, porque a gente...**evolução pega primeiro ano e eu nunca peguei primeiro ano**, eu pego sempre terceiro. Inclusive eu só estou com seres vivos.

FC5 comenta que algumas vezes em que trabalhou o tema evolução ficou restrita a Darwin e Lamarck (o que está no livro didático), para não entrar em conflito com as religiões dos alunos. A professora também demonstra insegurança em relação a saber menos que os alunos, o que está destacado em sua fala. Além disso, fica evidente a falta de conteúdos científicos na fala “quando vai falar do homem que veio do macaco” (FC5). Percebe-se que a professora acredita em uma **evolução linear** do “macaco em direção ao homem”.

FC5: Para mim a evolução, como eu entro nos seres vivos, eu entro com a de Lamarck lá, lá de Lamarck, de Darwin, aí eu dou um pequeno contexto, já não procuro entrar em nada que entre em conflito com religião. Sabe, porque tem nas religiões, sabe...**que às vezes eles sabem bem mais do que você na sala**. Se você vai... então, eu procuro dar os conceitos que estão nos livros didáticos e dali eu não ... procuro, quando eu vejo que tem alguns alunos que dá para dar uma abertura

melhor, a gente dá para dar um diálogo, mas caso contrário, se eu não encontrar na sala de aula alunos que tenham conceitos de evolução, com religião tal, aí eu só fico restrita ao livro, só isso. Porque se não entra bastante em conflito, e eles não estão muito preparados para isso não, então eu dou aquele conceito, aquele básico que está no livro, de Lamarck, de Darwin, aquelas teorias deles e daí sigo e vou para frente. E vou fazendo sempre um gancho, juntando com os capítulos atuais.

P: Você disse que tem uma dificuldade por causa da religião, você já teve algum problema desse tipo na sala de aula?

FC5: Nossa! É sério, muitos, e muitos, eles não aceitam, **principalmente quando vai falar do homem que veio do macaco, sabe, por causa no livro fala isso**. Eu ...eles não aceitam. Então, eu já fico restrito, já paro por ali, porque aula minha é duas horas semanais, a nossa é curta, então eu não posso estender...porque...

### **3.3.6. PROFESSORA FC6**

A professora FC6 se formou em Biologia em 2001, numa Universidade pública. Fez estágio em um laboratório de Botânica, mas não chegou a fazer pós-graduação. Desde o início da faculdade (1998) FC6 está lecionando na rede Estadual de Ensino, principalmente no Ensino Fundamental, tendo pegado aulas de Biologia apenas há um ano. Na escola onde leciona é adotado um livro didático, o qual a professora diz seguir. Além disso, diz trabalhar com projetos e acrescentar textos e conteúdos que não são abordados no livro.

Apesar de ter trabalhado em um laboratório de Botânica e ter contato com o trabalho do cientista, FC6 possui uma visão simplista sobre ciência. Percebe-se que a professora acredita que o trabalho do cientista é descobrir “os fatos do mundo”, portanto não destaca o aspecto criativo e social do fazer ciência.

FC6: Eu acho que a ciência é tudo, está relacionada à tudo, **aos fenômenos que ocorrem**, está tudo relacionado à ciência.

P: Você já trabalhou com o estágio, é o trabalho do cientista. Como que você definiria?

FC6: Eu acho que é muito importante o trabalho do cientista, porque se não fosse o cientista, a gente não conheceria quase nada das coisas que a gente conhece hoje. É sempre uma nova **descoberta**, cada minuto você está descobrindo novas coisas. Então acho que é muito importante.

Quanto a trabalhar esse conceito, a professora diz que deixa a desejar e que havia repensado sobre isso a partir da participação na Orientação Técnica.

FC6: Ah, para falar a verdade, acho que a gente até deixa um pouco de trabalhar sim. Acho que **até no ano passado quando nós estivemos com você lá, eu até repensei isso daí, acho que é uma coisa que deveria ser trabalhado mais o conceito de ciência com os alunos.** Professor de Quinta a Oitava série acaba não trabalhando como deveria.

FC6 diz que não trabalhou o tema evolução nem no Ensino Fundamental nem no Ensino Médio. Questionada sobre como entende o conceito de evolução biológica, a professora define-o como “evolução das espécies”. Além disso percebe-se uma visão **finalista** da evolução, como já foi discutido para outras entrevistas, no qual o meio promove as mudanças em uma certa direção e provoca adaptações nos seres.

FC6: Ah, é difícil definir, mas eu entendo que **as espécies vão evoluindo** com o tempo. Nada está estático, parado, então tem a tendência a evoluir com o tempo, modificar, sofrer modificações, a pressão do ambiente.

P: Você falou da pressão agora do ambiente. Como é que a pressão do ambiente estaria atuando na evolução?

FC6: Ah, como eu posso te explicar? Se o ambiente muda, modifica, é lógico que você vai ter que se adaptar aos seres, **eles vão ter que se adaptar àquele ambiente para poder sobreviver**, é uma questão de sobrevivência também. Eu acho que acaba sendo uma seleção mesmo, né?

P: Como você acha que ocorre esse processo de transformação dos seres? Você falou que a evolução é transformação dos seres. O que está acontecendo para esses seres serem transformados?

FC6: Ah, eu acho que está modificando, o **organismo está se modificando para poder se adaptar àquele ambiente.**

No final da entrevista, FC6 faz uma crítica a sua faculdade, dizendo que esta não a preparou para enfrentar a realidade da sala de aula.

FC6: [...] E sempre que você vai trabalhar com uma turma ... quando você está na faculdade está sendo preparado para ser professor, tudo. **Enfrentar uma classe, uma turma, mas quando você chega na sala de aula, o quê você aprendeu você não usa muito.** Lógico, é importante para o seu crescimento, para o seu desenvolvimento. Mas, aí você vai ter que estudar de novo, se preparar para dar aula para aquela turma.

P: Por que você acha que a gente não usa muito do que aprende na faculdade?

FC6: Porque a realidade aqui da escola é outra, diferente. Você tem que adequar o conteúdo a sua turma, a realidade deles.

P: E a faculdade não prepara para isso?

FC6: Ah, sinceramente .... **para você enfrentar o aluno que nós temos hoje, eu acho que deixa muito a desejar.**

### 3.3.7. PROFESSOR FC7

O professor FC7 entrou na faculdade no início da década de 70 em uma Fundação Educacional. Ele cursou Ciências, com habilitação em Matemática, e em seguida fez o curso de Biologia, sendo aluno da primeira turma desse curso. Após terminar o curso trabalhou dois anos como professor auxiliar na faculdade e depois ingressou como professor efetivo na rede Estadual de Ensino, deixando as aulas na Universidade. FC7 fez mestrado em Educação em uma universidade pública durante a década de 80, nesse período continuou lecionando no Estado.

Quando questionado sobre o conceito de ciência, FC7 diz que sua visão foi modificada durante os anos de estudo.

FC7: Ah, sim. Nossa! Sem dúvida! **No início o conceito que a gente tinha era que a ciência era uma coisa fabulosa, uma coisa pronta e acabada, uma coisa que era a palavra final**, o sujeito que passava aquele conceito era como um dogma, não é? Isso ninguém discutia, aquele era ...bom um pouco do ranço do autoritarismo, da ditadura ainda, você não podia falar ou erguer a voz ou discutir. Então, a gente nossa! [...] **depois mais tarde a gente viu que a ciência não era pronta e acabada, o cientista não tinha a palavra final. Ele não era um monstro sagrado, que a ciência era na verdade dinâmica, não era dogmática, não era estagnada, que abria campo à discussão, à dúvida.** Nossa! Uma coisa maravilhosa, quer dizer, te pôs em pé de igualdade de determinado ponto, você partir de uma hipótese de trabalho, começar a pesquisar, questionar. Então, nossa! Isso aí foi um salto quantitativo. Uma coisa muito positiva. Mudou muito, é lógico. Você amadureceu, você passou a ser depois um pesquisador também no campo da ciência. Então há uma mudança de conceitos, uma mudança de modelo mesmo, acho que a questão maior é de modelo, de paradigma, né. Uma coisa...isso tá mudando também o próprio modelo, a visão sua de aluno para professor, de professor para pesquisador e também o próprio modelo como um todo, mesmo, a gente está sentindo que está mudando.

FC7 destaca que ao trabalhar o conceito de ciência leva em consideração o grau de maturidade em que o aluno se encontra e as dificuldades encontradas no contexto da sala de aula. Além disso, aproxima o fazer ciência com a capacidade de questionamento do aluno.

FC7: Às vezes, de acordo com a maturidade dele, o nível de lógica, logicidade dele, 16 anos, 14 anos, lógico-formal, mas a gente coloca que é importante ele entender de uma maneira mais avançada, não digo revolucionária, mas não como era antes

dogmática, uma coisa pronta e acabada. Que tinha que falar aquilo, fora daquilo estava errado.

FC7: [...] ele [o aluno] pode estar fazendo ciência quando está questionando, quando está testando, quando está comparando, quando está checando ...ele está sendo um cientista. Em grau menor, com hipóteses menores de trabalho, menos relevante, mas em contexto maior acaba sendo relevante, do lúdico para o sério, a coisa vai .

Comentando sobre o papel do cientista, FC7 tenta desmitificar a figura deste.

Porém, tentando aproximar o aluno à figura do cientista acaba por simplificar muito o trabalho deste, como é verificado na fala: “então dá para o aluno entender que ser cientista não é ter que estudar muito para chegar a ser, mas a partir de um plano mínimo, de um patamar mínimo, mínimo, mínimo ...ele pode começar a ser cientista a partir daquele momento” (FC7).

FC7: **É. Não precisa ser aquele sujeito careca, de óculos “fundo de garrafa”, uma coruja, uma coisa no ombro, ali ...aquelas coisas borbulhando não. Isso aí é uma coisa mítica, mística até, que não dá para passar mais isso para o aluno. Hoje um sujeito, um pesquisador na área de educação não tem nada disso. A pesquisa na área de sociologia também é ...então a ciência hoje ela se ... não diria que se vulgarizou ...ela, ela, ela popularizou. Ela está ao alcance de todos e mostrando que o cientista é aquela pessoa que argüir, que quer saber, que é curioso, que pesquisa, que quer comparar as coisas, que quer testar uma teoria, testar alguma coisa que ele não concorda, mas ele quer ver se aquilo ali é válido mesmo. Então dá para o aluno entender que ser cientista não é ter que estudar muito para chegar a ser, mas a partir de um plano mínimo, de um patamar mínimo, mínimo, mínimo...ele pode começar a ser cientista a partir daquele momento.** Os grandes gênios da humanidade começaram com coisas mínimas e foram desenvolvendo essa capacidade que já estava em latência, passando por...potencializando tudo aquilo, trabalhando. E que eles podem e devem fazer isso, que não é uma coisa assim longe dele, fora, uma coisa enclausurada. Cientista é toda a pessoa que quer descobrir, que quer pesquisar, que quer comparar, testar, retestar aquilo que foi dito como científico, como verdade. Porque o que é verdade hoje, não é, pode ser uma verdade relativa, superada. E eles estão sendo convidados a isso. Então ele motiva o aluno, desafia o aluno, questiona o aluno, e coloca na mão dele essa oportunidade de ser, de começar a ser, de se preparar para ser. Mas de uma maneira bem humana, bem calma, tranqüila, nada traumática, nada que ele vai ter que renunciar mil coisas, pode ser um cidadão comum, uma pessoa comum [...]

Em relação ao conceito de evolução, FC7 entende o conceito de evolução biológica como unificador dos conteúdos biológicos. Entretanto, relaciona o conceito de evolução biológica com sua crença de evolução anímica (do espírito), integrando esses dois

conceitos de evolução. Percebe-se na fala do professor que ele critica a falta de religião e acha possível unificar a evolução biológica com “evolução espiritual”.

FC7: Ah, eu adoro! Falar comigo de evolução, eu sou suspeito para falar, porque, particularmente, adoro evolução. **Sou evolucionista mesmo do ponto de vista anímico, espiritualista. [...] Mas a evolução... não daria na verdade para ensinar Biologia, sinceramente, sem evolução. Porque é o elemento que resolve os grandes problemas da biologia, integra as grandes áreas da biologia. É um elemento de unificação. Sem a evolução, eu acho que não teria motivação para ensinar biologia. Eu não teria automotivação, nem teria cara, nem coragem de ensinar uma biologia estanque, tão fragmentada que seria ensinada.** Ensinamos falando, discutimos, mostramos. Apesar de que tem gente que ainda não aceita a evolução como fato científico e coloca o ponto de vista da religião. Então a gente entra sem confrontar, afrontar, sem humilhar o aluno e sem ferir o aluno. Coloca os dois lados, a gênese na Bíblia, questão religiosa, e a questão da evolução. E dá para trabalhar. E dá para convencer o aluno sem converter. Porque se por um lado a religião quer converter o cientista e o aluno, sem um dogmatismo e sem uma base científica, cria um oco, um vazio todo. Está crescendo o número de jovens que são ateus, agnósticos, descrentes. Está crescendo ... a sociedade brasileira está uma coisa assustadora. Isso leva a um monte de comportamentos subjacentes aí perigosos para ele e para a sociedade como um todo.

Conforme FC7 retoma a explicação do conceito de evolução, percebe-se que a integração do conceito científico com o religioso faz com que o professor entenda evolução como **progressiva e linear**.

FC7: **Progressão das espécies**, surgimento de novas espécies, desaparecimento de outras, através da genética, mutações, combinações. Que entra no neodarwinismo, através da seleção também de espécies, os mais ajustados, mais adaptados. Mas nós colocamos também que não é só através desses meios, desses recursos, que a evolução **ela é desde os moneras até o homem**, que é dentro dos animais o mais complexo, não o mais evoluído, das algas até chegar nas angiospermas, nas fanerógamas, são as mais evoluídas dos vegetais. Mas que isso, essa evolução é contínua, quase que ao infinito. Formas intermediárias que isso ocorre. E sempre surgindo variações. Essa evolução é contínua, nunca vai praticamente acabar. **Há um aperfeiçoamento contínuo das espécies por estímulos e cobranças do próprio meio.** Quando no meio não há essas variações, a evolução quase não se processa. O indivíduo na região abissal, fundo do mar, que tem bioma, tem ecossistemas lá que praticamente não se alteram em milhões de anos, aqueles elementos fósseis comparados com os elementos vivos, uma diferença pequena. Que a evolução é positiva, não diria que ela é finalista, mas que ela vai aperfeiçoando. Não posso dizer que é finalista porque a gente não tem uma idéia de modelo final. Mas ela vai aperfeiçoando as espécies, vai modificando continuamente ...

Na fala de FC7 também está presente uma concepção **criacionista** do mundo, o que é verificado no fragmento abaixo.

FC7: [...] Tudo tem uma causa. Célula vem de célula, teoria celular. Todas as teorias se baseiam em fundamento e em causa. Então, assim como entende, como dizia

..não sei se foi Einstein, ou um outro grande cientista, que se não existisse Deus a gente criaria um Deus para justificar as coisas, se não existisse Deus teológico, a gente criaria um Deus científico baseado na própria ciência. Porque a gente vai remontando as causas, vai chegar num momento que ... a gente tem que entender, tem que se render. **Que tem um elemento organizador, de organização estrutural por trás de tudo, criando, organizando, mantendo.** [...]

Em relação ao texto de apoio sobre a História da construção do conceito de evolução biológica, FC7 comenta que o texto deveria ter abordado mais sobre Wallace. Destaca também vários pontos que acredita serem importantes e que foram abordados no texto.

FC7: A hipótese da pangênese, isso aqui também é fora de sério. [...] o trabalho e a questão do uso da teoria da evolução por ideologias políticas bastante violentas e radicais, como o racismo, nazismo, fascismo, mesmo o marxismo, a questão da luta de classe.



## 4. QUADROS COMPARATIVOS DAS ANALISES GERAIS DAS ENTREVISTAS

### 4.1. O Conceito de Ciência

	<b>FORMAÇÃO INICIAL: O CONCEITO DE CIÊNCIA</b>
<b>FI1</b>	A força motriz é uma pergunta, uma dúvida, um questionamento. <b>Eles vão desenvolver hipóteses encima da pergunta por meio de experimentos.</b>
<b>FI2</b>	No geral? São várias descobertas, trabalhos científicos para tentar melhorar a humanidade, geralmente em relação ao homem. Os animais agora estão melhorando também. Acho que é isso. Melhoramento. A gente sempre procura ver pesquisas anteriores, tentar ver se ... mas é também o nosso pensamento que a gente acha que poderia melhorar aquele trabalho que já foi publicado
<b>FI3</b>	Ciência para mim é uma coisa muito necessária. Até para você aprender. Eu acho que ciência é o que vai investigar o processo das coisas, como acontece. Tudo. Deixar claro, tentar deixar claro, como é que acontecem determinada coisas.
<b>FI4</b>	Eu acho que muita gente tem concepção errada de ciência. Acha que o que é ciência está certo, está pronto, está acabado e ninguém vai mudar. Eu acho que a mídia está influenciando muito isso hoje, porque eles anunciam um produto, um sabão em pó cientificamente comprovado, que esse é o melhor. Quer dizer, é o melhor e ponto final. <b>Na verdade, a ciência a gente sabe que não é assim, que a ciência ela tem discussões, ela tem coisas que ainda não foram provadas, ela tem hipóteses, e ela segue os conceitos da época, ela segue uma coisa social, a atualidade, não é uma coisa morta, uma coisa parada.</b>
<b>FI5</b>	Eu mudei a minha visão de ciência aqui na faculdade. Eu achava que a ciência era uma forma de produção de conhecimento. E tinha ela quase que uma realidade. <b>Como se fosse provado cientificamente, fosse uma coisa certa. Hoje eu vejo que é bem diferente. Que a ciência ela tem diversos parâmetros. Como a ciência é diretamente ligada à política, à economia, a produção de ciência é diretamente ligada principalmente com isso.</b>
<b>FI6</b>	<b>Eu sempre achei meio vago.</b> Ciência. Explicar o que é ciência? Complicado explicar. <b>Acho que é todo o conhecimento que é adquirido pelos pesquisadores,</b> mesmo que já é conhecido desde... acho que o que a gente conhece hoje é porque alguém já pesquisou, já descobriu, ou ainda não descobriu alguma coisa. Acho que isso tudo é ciência, esse conhecimento, essa busca.
<b>FI7</b>	Então, é que depende...o meu conceito de ciências <b>é tudo aquilo que envolve a nossa vida,</b> em termo de meio ambiente, ecologia, vida animal, física, química. <b>Eu acho que você só exclui de ciências a parte de Matemática, cálculos, a parte humana, que é Geografia e História [...]</b>
<b>FI8</b>	Ciência para mim <b>é o estudo das coisas que são inteligíveis para nós,</b> tem que ser descoberto, tem que ser estudado, tem que ser conhecido, o que envolve aquilo, o que está atrás daquilo, a implicância dele, para ele, para o próximo, para sociedade, ou para comunidade de um determinado animal. Enfim, é uma lista grande de tópicos que você tem para estudar mesmo, para estudar as relações aí que está atrás. É que ciência hoje, acho que está muito abrangente, você tem muitas áreas, entendeu? Física com a Biologia, com a Química que acabam se encontrando num certo ponto mas, querendo ou não, são áreas de estudos específicas.
<b>FI9</b>	Você me pegou agora. Porque eu descobri que eu gosto mais da parte humana da ciência. <b>Então é um pouco complicado.</b> Até por isso que eu gosto da área de educação. Eu não gosto muito da área de pesquisa, dessa parte de produção de conhecimento, de pesquisa.
<b>FI10</b>	A ciência pra mim é tentar desmistificar vários conceitos populares que dão idéias <b>erradas</b> para população sobre certas coisas, sei lá. Acho que é bem aquele livro do Carl Sagan, “O mundo assombrado pelos demônios”, que a população faz, acredita em coisas assim, daí a ciência tenta provar as coisas <b>como elas podem ter acontecido de verdade,</b> não através de coisas místicas, ou outras formas. O que diferencia [o conhecimento científico]? Ah, <b>porque ele tem quer ser testado, provado,</b> se você quiser fazer, você, por exemplo, <b>realiza um experimento, daí eu tenho que ter toda uma metodologia para que qualquer pessoa possa desenvolver isso, sem ficar nem uma sombra de dúvida,</b> as coisas são mais claras mesmo.

<b>FORMAÇÃO CONTINUADA: O CONCEITO DE CIÊNCIA</b>	
<b>FC1</b>	Então, <b>a ciência é a norteadora de tudo na vida.</b> Eu acho que o fazer ciência é a dedicação, observação.
<b>FC2</b>	Para eu responder, eu tenho que admitir que o que eu li do seu trabalho e aquele curso que a gente fez me influenciou muito, muito, muito. Inclusive, eu grifei aqui uma parte que fala que a ciência, ela é de acordo com o tempo, as pessoas, o que as pessoas acreditam na época. Eu achei isso muito interessante. [...] <b>Na faculdade eu não tive que o Charles Darwin foi influenciado pelas teorias da época, e pelo que você escreveu aqui, pelo Thomas Malthus, que isso aqui eu lembro que eu li.</b> Então, isso eu não sabia. Então ciência para mim, é... eu sei que é muito abrangente, eu não sei se consigo falar, porque para mim, muitas coisas são consideradas ciência. A ciência da mente, a ciência... geografia, uma ciência para mim. Agora, eu não sei se eu estou certa ou não. Para mim, ciência é... sei lá, <b>é uma coisa que pesquisa, alguma coisa que consegue comprovar, algum fato, com experimentos, ou com alguma ... que tenha prova,</b> é isso? Depois você me fala...
<b>FC3</b>	<b>Acho que está ligada aos animais, as plantas, a genética, aos avanços tecnológicos que tem, a tecnologia, a informática. Tudo é ciência para mim.</b> Eu acho que é isso. Os experimentos, a clonagem, tudo é ciência.
<b>FC4</b>	<b>Eu vejo a ciência como uma coisa que não pára,</b> ela está sempre em busca de alguma coisa, então é uma busca constante de conhecimento, de tecnologia, de tudo que você possa...
<b>FC5</b>	Tem muita coisa a mudar, tem muito ainda, <b>a gente procura adotar determinado livro, a gente procura vários livros para conteúdo</b> [a professora associa o conceito de ciência com a disciplina ciências].
<b>FC6</b>	Eu acho que a ciência é tudo, está relacionada à tudo, <b>aos fenômenos que ocorrem,</b> está tudo relacionado à ciência.
<b>FC7</b>	<b>No início o conceito que a gente tinha era que a ciência era uma coisa fabulosa, uma coisa pronta e acabada, uma coisa que era a palavra final,</b> o sujeito que passava aquele conceito era como um dogma, não é? [...] <b>mais tarde a gente viu que a ciência não era pronta e acabada, o cientista não tinha a palavra final. Ele não era um monstro sagrado, que a ciência era na verdade dinâmica, não era dogmática, não era estagnada, que abria campo à discussão, à dúvida.</b>

## 4.2. O conceito de Evolução Biológica

	<b>FORMAÇÃO INICIAL: O CONCEITO DE EVOLUÇÃO</b>
<b>FI1</b>	Antes da aula da disciplina de evolução, mais ou menos eu tinha aquela <b>idéia linear</b> .
<b>FI2</b>	É complicado! Eu tento entender o mecanismo. Lógico, que têm muitas coisas que <b>eu acabo ficando meio na dúvida porque não é concreto</b> . Por exemplo, falar que os animais, a origem, a vida, que os animais surgiram a partir da fusão de gases, proteínas. Isso daí que eu não acredito muito, como pode ter acontecido. Estou estudando, mas é difícil acreditar. [...] <b>Em relação aos macacos também, não acredito que os homens tenham evoluído a partir dos macacos</b> .
<b>FI3</b>	[...] <b>tem mutação ao acaso na hora de fazer uma duplicação do DNA</b> . Ocorre um pareamento errado de uma base, por exemplo, e não tem o conserto disso. Então já começa mudar aí, ou se não, uma pequena parte pode duplicar. Eu acho que basicamente age no DNA, direto na célula, nessa estrutura de duplicação, replicação. Pode ocorrer alguma mudança em algum pareamento lá e vai... <b>isso aí pode ser passado através das gerações</b> .
<b>FI4</b>	Então evolução assim <b>na escola era só de animais</b> . Homem, ninguém tocou em evolução humana. [...] sei que evolução era só de animais assim, e era bem aquilo, <b>é aquela coisa que parece uma escadinha</b> , não tinha ramificação, não tinha espécie convivendo ao mesmo tempo, de repente de uma passava para outra.
<b>FI5</b>	<b>Eu acho que eu visaria dar um conceito de evolução voltado para a vertente mais atual</b> . [...] molecular, do gene, eu iria por aí. <b>Gene egoísta! Foi uma das partes mais interessante, do altruísmo, gene egoísta, foi a parte mais interessante do curso</b> .
<b>FI6</b>	<b>Evolução eu também acho bem vago!</b> Bem vago o conceito de evolução! Eu acho que <b>é muito polêmico</b> esse conceito também para poder ser ensinado. Tipo, <b>tem criacionismo e evolucionismo, daí entra muito em conflito</b> , às vezes a família, tem uma religião muito assim, não acredita, não aceita.
<b>FI7</b>	Então, isso também é delicado. Como a gente estava conversando, tem gente que não aceita, tem gente que por questões religiosas não aceita. Mas, eu acho que a gente tem que, a partir do momento que entra em sala de aula, deixar as diferenças religiosas para fora. A gente está falando sobre ciência, então qual é a teoria que a ciência acredita? O darwinismo. Então é passar, mas não passar como verdade absoluta: é assim que aconteceu. <b>É uma teoria. Do mesmo jeito que, vamos supor, se eu for falar da Bíblia, eu vou usar, mesmo eu sendo católico ou o próprio evangélico, falar daquilo como teoria, a teoria bíblica é essa, a teoria de Darwin é essa</b> . Agora, não é essa a verdade, nem é essa a verdade, <b>não foi provado ainda qual que é certa qual que é errada</b> .
<b>FI8</b>	<b>A primeira dificuldade</b> [no ensino de evolução] <b>é que não é uma coisa visível</b> . É uma coisa que você tem que ver em revista, ver fotos de como era, como é hoje, ter um conceito de genética, acho complicado, que você tem que ter, se você não entende de genética algumas coisas, por exemplo, variabilidade, como que a variabilidade ela é feita, porque que certos indivíduos podem sobreviver ou não, se é portador de uma característica, referente a um determinado fenômeno e não a outro. [...] veria <b>mais dificuldade com a questão de conceitualização de genética e de, até mesmo de eras geológicas</b> , entendeu? Eu acho que o problema está nos conceitos que antecedem ao próprio ensino da evolução. Essa é minha dificuldade maior.
<b>FI9</b>	[...] <b>eu tenho uma opinião controversa. Eu, particularmente, vejo como uma teoria, como qualquer outra</b> . <b>Eu não acredito que tenham tantos milhões de anos assim. Eu acredito que a Terra deve ter alguns mil anos só</b> . Que algumas espécies foram criadas e que aconteceram é... como que eu vou falar? ...até eventos na natureza que foram modificando o ambiente e que isso mesmo foi ...algumas espécies acabaram por se extinguir, outras claro, a gente vê no ambiente vão sofrer modificações, uma adaptação natural decorrente do ambiente que cada uma tá vivendo. Mas não acredito que tenha se dado esse processo em milhões de anos. Isso eu não acredito.
<b>FI10</b>	[...] <b>essas mutações esporádicas acontecem, e por algum motivo elas são, por algum motivo elas são selecionadas, algum motivo que geralmente é benéfico para aquele corpo no caso, elas são selecionadas essas mutações, e por essa mutação apresentar alguma vantagem para aquele indivíduo, com isso ele vai poder se reproduzir, passar esses genes para as gerações futuras</b> .

<b>FORMAÇÃO CONTINUADA: O CONCEITO DE EVOLUÇÃO</b>	
<b>FC1</b>	[...] <b>um ser vivo, ele por falta de alimento ou alguma coisa assim, ele teria que se mudar pra um outro lugar, ele tem que se adaptar para sobreviver</b> , eu acho que essas adaptações, eu acho que tem a parte genética <b>dele</b> , mas eu não sei ... essa parte para mim, não é que eu não consigo encaixar. Entendeu? Eu acho que, eu não acho que essas adaptações novas, por exemplo, um tipo de bico pra <b>ele</b> poder se alimentar no novo habitat, eu acho que <b>ele</b> não passaria para as novas gerações. Eu acho que essa parte que não é muito clara para mim, eu acho que eles têm que buscar uma adaptação pra sobreviver, <b>mas a parte genética se mantém, eu acho que não tem como modificar para passar para os outros.</b>
<b>FC2</b>	Eu acredito nisso cegamente, <b>eu acredito que o ser humano vai evoluir</b> . Vai evoluir sempre, cada vez mais e mais... eu não sei até que ponto a clonagem vai influenciar nisso. [...] Mas <b>eu acredito que todos nós vamos sempre melhorar</b> , o ser humano assim, <b>eu acredito que a evolução vai continuar e é claro que todos nós vamos sempre melhorar, tenho certeza disso.</b>
<b>FC3</b>	O conceito de evolução que eu tenho é como se fosse, por exemplo, as minhas idéias elas vão evoluindo. Hoje é... quando eu entrei na faculdade em 96 era um pensamento, eu fui lendo, fui me aprimorando, a partir dos anos saí de lá com outra idéia, foi uma evolução, que foi ocorrendo gradativamente com o passar do tempo e ela continua ocorrendo. Eu não sei quando vai parar, quando vai atingir um patamar que aqui agora o meu pensamento já acabou, não tem mais nada para estudar. Não, eu acho que a evolução ocorre todo dia, está toda a hora acontecendo. A gente não está percebendo, só vai perceber daqui uns 3 anos, 4 anos, 10 anos. <b>Eu acho que evolução... tanto isso assim para os seres vivos, para as plantas, para tudo.</b>
<b>FC4</b>	Como é que eu vou te explicar? Eu vejo isso aí como... eu não sei te dizer um conceito, mas eu estou trabalhando em um biotério e eu trabalho, eu faço muita manutenção em uma linhagem, em uma das caixas de camundongo e tem uma linhagem que é chamada de BalbC e comparando ela com o camundongo comum, que eu fui na USP fazer uma visita, eu vi o camundongo comum, eles são diferentes, e são da mesma espécie. Então, <b>eu acho que a partir, quando você olha dois animais da mesma espécie, mas com algumas diferenças, bom aqui ocorreu o quê? Um processo de evolução.</b> O BalbC ele é um camundongo evoluído, ele é diferente. Você lidar, <b>você pegar ele na mão você percebe que ele é mais calmo, ele é mais tranqüilo, ele é mais dócil.</b>
<b>FC5</b>	Para mim a evolução, como eu entro nos seres vivos, eu entro com a de Lamarck lá, lá de Lamarck, de Darwin, aí eu dou um pequeno contexto, já não procuro entrar em nada que entre em conflito com religião. Sabe, porque tem nas religiões, sabe... <b>que às vezes eles sabem bem mais do que você na sala.</b> [...] eles não aceitam [os alunos], <b>principalmente quando vai falar do homem que veio do macaco, sabe, por causa no livro fala isso.</b>
<b>FC6</b>	Se o ambiente muda, modifica, é lógico que você vai ter que se adaptar aos seres, <b>eles vão ter que se adaptar àquele ambiente para poder sobreviver</b> , é uma questão de sobrevivência também. [...]o <b>organismo está se modificando para poder se adaptar àquele ambiente.</b>
<b>FC7</b>	<b>Progressão das espécies</b> , surgimento de novas espécies, desaparecimento de outras, através da genética, mutações, combinações. Que entra no neodarwinismo, através da seleção também de espécies, os mais ajustados, mais adaptados. Mas nós colocamos também que não é só através desses meios, desses recursos, que a evolução <b>ela é desde os moneras até o homem</b> , que é dentro dos animais o mais complexo, não o mais evoluído, das algas até chegar nas angiospermas, nas fanerógamas, são as mais evoluídas dos vegetais. Mas que isso, essa evolução é contínua, quase que ao infinito. Formas intermediárias que isso ocorre. E sempre surgindo variações. Essa evolução é contínua, nunca vai praticamente acabar. <b>Há um aperfeiçoamento contínuo das espécies por estímulos e cobranças do próprio meio.</b> Quando no meio não há essas variações, a evolução quase não se processa. O indivíduo na região abissal, fundo do mar, que tem bioma, tem ecossistemas lá que praticamente não se alteram em milhões de anos, aqueles elementos fósseis comparados com os elementos vivos, uma diferença pequena. Que a evolução é positiva, não diria que ela é finalista, mas que ela vai aperfeiçoando. Não posso dizer que é finalista porque a gente não tem uma idéia de modelo final. Mas ela vai aperfeiçoando as espécies, vai modificando continuamente ...

### 4.3. Algumas falas sobre a História da Biologia, Orientação Técnica e o Texto de apoio disponibilizado.

<b>FORMAÇÃO INICIAL: HISTÓRIA DA BIOLOGIA</b>	
<b>FI1</b>	Mostraria as várias teorias que se tem. As várias, não só Lamarck e Darwin, mas as novas teorias também. Eu achei interessante [refere-se ao texto de apoio]. Então, <b>por isso que eu falei de não só mostrar Lamarck e Darwin, né? Mostrar desde o começo como você fez.</b> Achei interessante. Porque eu mesmo não tinha noção assim de como era o processo. Só conhecia mesmo as mais divulgadas.
<b>FI3</b>	É a gente também fala isso, que a parte histórica, não só na matéria de evolução, mas devia ser passada para todos, todos os curso, porque realmente te ajuda a situar, a entender como foi esse processo, porque a gente tem aula no cursinho, a gente tem uma idéia muito vaga de que “Lamarck fez isso, separado totalmente Darwin propôs o dele”. Sabe? Não teve essa mudança, a gente não tem idéia, não vê essa mudança nas idéias, esse pensamento evolutivo deles, o que tava acontecendo para eles pensarem dessa maneira. Acho que ajuda muito, apesar de ter sido bem rápida aula. E isso aí é um curso. <b>Eu acho que as novas teorias servem para mostrar que a evolução não parou em Darwin,</b> tem gente aí pensando ainda, e propondo outras hipóteses, que a gente precisa analisar também e ver, porque você pensa em evolução você pensa Darwin.
<b>FI4</b>	Tentar mostrar para eles que aquilo que você está mostrando, por exemplo, <b>você vai dar um conceito de fotossíntese, você mostrar como que foi antigamente,</b> o que eles achavam que era a fotossíntese, e aí com o tempo, com a <b>evolução dos materiais científicos, isso foi mudando, isso foi evoluindo,</b> pra não mostrar que um dia alguém acordou e falou “a fotossíntese é isso e pronto acabou”, foi um conceito que veio sendo mudado com o tempo.
<b>FI5</b>	Acho que o conceito de evolução biológica é interessante a gente começar com a origem da evolução. É...o caminho da evolução. Que eu acho interessante. <b>Acho que torna mais atrativo você saber como foi a produção do conhecimento para o aluno. Porque as teorias que existem hoje não surgiram de repente, elas foram desenvolvidas ao longo de um longo período.</b> [...]eu passaria rapidamente por Lamarck, por Darwin (não que eles não sejam importantes, longe disso, seria um dos pioneiros), mas eu acho que isso poderia ser feito uma investigação por eles. Eu acho que eu procuraria dar um tocante mais atual da evolução. Assim... atual, <b>molecular, do gene,</b> eu iria por aí. Gene egoísta, nossa! Foi uma das partes mais interessantes, <b>do altruísmo, do gene egoísta,</b> foi a parte mais interessante do curso para mim.
<b>FI6</b>	Não sei! Achei até interessante aquela do gene <b>egoísta, que você gosta das pessoas, dos seus pais, porque eles têm mais semelhanças com os seus genes.</b>
<b>FI8</b>	Inclusive, eu vou dar um seminário que fala sobre essas <b>abordagens filosóficas do que é a vida.</b> Eu peguei esse texto. É bem isso, eu li lá, o que estava escrito, eu falei: <b>“gente, eu nunca vi isso aqui na faculdade não, uma vergonha”, entendeu? Que explica como... o que é vida, entendeu? Nenhuma disciplina chegou e abordou isso: O que é vida? O que o fulano pensou? O que Aristóteles? O que o outro da engenharia genética descobriu? O que ele disse? Porque é assim? Às vezes falta um pouco da gente pensar um pouco no porque das coisas que a gente faz.</b> A gente faz as coisas, mas não sabe porque. Saber o porquê daquela área específica dentro da minha área de atuação da pesquisa, dentro da minha área de ensino, mas porque o filosófico, porque o humano, porque o antropológico, filosófico da ciência, não aborda nada. Mas é difícil trabalhar no curso de Biologia essa questão mais humana pelo próprio fato de ser um curso científico. Tem uma abordagem científica esse curso, não tem uma abordagem que volta para cem por cento educação, que se volta para a filosofia da ciência, para sociobiologia, puramente científico.
<b>FI10</b>	Então se fosse para dar esses conceitos na graduação, eu acho superinteressante, porque a pessoa tem que saber mesmo a fundo. Mas se fosse para dar, no caso, <b>no colegial, eu já acho que não,</b> não seria muito interessante.

<b>FORMAÇÃO CONTINUADA: HISTÓRIA DA BIOLOGIA</b>	
<b>FC1</b>	<p><b>Mas, a respeito do texto é um material riquíssimo, coisas que eu não, umas coisas que eu não conhecia,</b> ou que talvez tinha lido, mas não me lembrasse. Então, para mim era umas coisas novas. Quando você fala aqui do capitalismo, essas idéias a gente não tem, essas coisas a gente não tem, essa idéia, esse conhecimento, eu acho que para mim não chegou.</p> <p><b>Essa parte do racismo, essa parte está tudo intrincado na ciência.</b> Isso que me refiro. Então são coisas que a gente pode dar uma clareada para o aluno também.</p>
<b>FC2</b>	<p>Eu não lembro se foi o Darwin ou se foi o Lamarck, mas acho que foi o Darwin... <b>falaram que ele não havia lido o Mendel.</b> Que ele falava? Fatores... alguma coisa com gene lá, ele falava que existia alguma coisa dentro, gêmula!</p> <p><b>Gêmulas, ele falava que as gêmulas ficavam nos órgãos genitais e que se misturavam, ou que não se misturavam, porque eu li só uma vez também. E então, no local de trabalho dele, algum pesquisador descobriu que ele tinha lido Mendel, os trabalhos de Mendel.</b></p>
<b>FC3</b>	<p>Eu li e dei uma relida na primeira parte. Aliás, tem algumas coisas aqui que eu <b>estava relacionando com o livro didático,</b> por exemplo, <b>no livro didático aparece mais sobre Lamarck e Darwin. É isso só.</b> De um modo bem... não aparece nada que, o que vai... <b>Que eu estava lendo aqui, a sociedade que vai envolver as teorias, os acontecimentos históricos que envolvem as teorias. Então isso não aparece nada.</b></p>
<b>FC4</b>	<p>Olha, eu vou falar a verdade pra você, entre nós, <b>eu vou pegar coisa do seu texto pra colocar na minha apostila.</b></p> <p>Eu vou pegar, porque tem umas informações ali que são bem claras, bem...<b>eu nunca tinha ouvido falar de certas coisas ali.</b></p>
<b>FC6</b>	<p>Eu acho que o problema foi o tempo. Acho que foi muito curto, acho que foi muita coisa, muita informação pra pouco tempo, eu sugeriria uma outra Orientação, mas com mais tempo. [...]</p> <p>Porque são assuntos tão complexos. É difícil você resumir tudo assim, rapidinho.</p> <p>Eu acho que essa parte de o conceito de ciência, de trabalhar mais com os alunos. Eu acho que, pelo menos no meu caso, acho que eu modificaria isso. Trabalhar mais com eles o conceito de ciência.</p>
<b>FC7</b>	<p>[...] Para nós vai servir para pegar a parte histórica da evolução, das idéias evolucionistas, questão estrutural, a questão de contexto, a questão hoje de conjuntura, falando da evolução, do neodarwinismo. Então, historicamente onde aconteceu, quem foram os primeiros que tiveram coragem de avançar.</p> <p>Olha! Essa questão do contexto você colocou. É importante mostrar mesmo que a ciência depende muito do contexto, do paradigma que predomina. Cientista não é neutro. Tem que mostra bem isso. O cientista não é neutro. Apesar dele sofrer essa pressão, dele ser um produto desse contexto, desse modelo vigente que ele tem, que muitas vezes quebra isso pra fazer avançar a ciência.</p>

## CONCLUSÃO

A revisão das pesquisas que versam sobre o tema Ensino de Evolução Biológica evidenciou a importância dos conceitos biológicos estarem amparados na evolução dos seres vivos. Entretanto, os estudos realizados demonstram 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.

Considerando estas evidências, procurou-se ao longo da dissertação utilizar a história do pensamento evolutivo como contribuição para contextualizar a produção do conhecimento científico como um processo inacabado, social, histórico, criativo e humano. Além disso, procurou-se identificar as concepções que os professores possuem sobre ciência,

evolução e história da construção do pensamento evolutivo. Entende-se que a compreensão do conhecimento que está acessível ao professor, e que é apreendido por este, é central para a proposta de uma formação de professores tendo como um dos eixos a história do pensamento evolutivo.

Em relação às concepções apresentadas pelos sujeitos da pesquisa, evidenciou-se que: (1) o conhecimento histórico dos professores sobre a formulação do conceito de evolução biológica está, em geral, restrito a Darwin e Lamarck; (2) que a concepção de ciência é, principalmente positivista, empiricista e internalista; (3) que o conceito de evolução biológica é distorcido pela: falta de conhecimentos científicos básicos como o de variedade de frequência gênica na população; (4) que o entendimento do processo evolutivo é comprometido pela própria linguagem utilizada que apresenta outras conotações no uso cotidiano; (5) que o conceito de evolução biológica do professor, muitas vezes, mistura-se com crenças e valores culturais, como o da religião e a visão de progresso; (6) que a mídia contribui para uma compreensão distorcida da evolução biológica; e (7) que os professores do Ensino Médio não têm acesso às pesquisas recentes produzidas na universidade e nem a materiais de apoio qualificados que poderiam estar amparando seu trabalho na sala de aula.

Encontrou-se que muitas das dificuldades dos professores para ensinar o conceito de evolução estão relacionadas com aspectos religiosos e culturais. A dificuldade em trabalhar com a crença dos alunos foi uma das mais apontadas pelos professores tanto em formação inicial quanto na continuada. Percebe-se que além da dificuldade em trabalhar com as questões religiosas dos alunos o professor sofre influência de suas próprias crenças, que estão permeando e interferindo na sua concepção científica de evolução biológica. O professor tentando entender o mundo de uma forma única, busca unificar suas concepções culturais e suas concepções científicas. Essa tentativa, somada à falta de conceitos científicos bem



estruturados, aumenta ainda mais a distorção do conceito de evolução biológica e a dificuldade para fazer a transposição didática destes para a sala de aula.

Um espaço para discutir a História e Filosofia da Ciência poderia contribuir para o professor ver a ciência como um tipo de conhecimento específico, que convive com outros tipos de conhecimento. Em uma disciplina de História e Filosofia da Ciência poderia se destacar os tipos de conhecimentos e os contextos adequados de sua utilização. Assim, o professor poderia discutir as diversas formas de conhecer o mundo, sem perder a noção de que a educação formal é um contexto privilegiado para discutir aspectos dos conceitos científicos e o conceito de ciência.

Outro ponto observado na análise das entrevistas é que a linguagem pode contribuir para distorcer o conhecimento. Isso pode ser verificado pelo uso de palavras como “adaptar” e “evolução” com o sentido adotado no cotidiano, para explicação de fenômenos biológicos. Cicillini (1991) encontra em sua pesquisa com livros didáticos essa mesma utilização da linguagem. Sendo o livro didático um material de apoio freqüentemente utilizado pelo professor, pode-se inferir que este esteja contribuindo para a distorção dos conceitos de adaptação e evolução.

A idéia de “evolução” como progresso, difundida principalmente por Herbert Spencer, está muito presente na cultura. Esse termo tem um sentido específico dentro da biologia, que **não é o de progresso**, mas, muitas vezes, ocorre confusão no momento da explicação do conceito evolução biológica. A aproximação da linguagem utilizada no senso comum, produz uma conotação progressiva para o conceito de evolução, dificultando a compreensão deste. O termo “adaptar” que é utilizado como sobrevivência diferencial dentro da biologia é utilizado no contexto social como um esforço para se adequar à determinada situação. Esses usos dos contextos culturais estão internalizados nos indivíduos, inclusive nos professores de biologia. Portanto, percebe-se um esforço constante do professor quando

explica a teoria da evolução, mesmo que ele saiba os conceitos, para que não se tenha uma interpretação distorcida. Entretanto, muitas vezes o professor não tem sucesso nessa tentativa e seu discurso, apesar de entender o conceito, parece ter um sentido finalista. Essa distorção devido ao discurso pode ser notada também em livros didáticos (CICILLINI, 1991) e em livros textos que são base da formação do professor. Assim, é necessária a discussão dos usos contextuais dos conceitos, trazendo para a consciência a dificuldade do discurso no ensino dessa área. Evidenciando essa dificuldade o professor pode trabalhar essa questão de forma mais precisa e facilitar a transposição do conhecimento científico para o aluno.

Um ponto problemático encontrado, e que tem relação com uma utilização inadequada da linguagem, é a falta de conceitos científicos bem estruturados pelos professores. O conceito de evolução biológica é complexo e depende de uma série de outros conceitos como, gene, variedade populacional, genética de populações, relações ecológicas, tempo geológico, processos de especiação, entre outros. Percebe-se pelas entrevistas com os professores em formação inicial e continuada que muitos desses conceitos não foram lembrados por estes. Assim, pode-se inferir que o professor não relaciona o conceito de evolução biológico com muitos dos conceitos que estão na base da compreensão do conceito de evolução. A não compreensão de conceitos básicos colabora com a utilização de um discurso inadequado, pois não se tem clareza conceitual.

Outro aspecto que aparece nas entrevistas é a necessidade de material de apoio de qualidade que trate do tema evolução. Pode-se afirmar que apesar das inúmeras pesquisas históricas sobre o tema evolução estas estão restritas, principalmente, a Darwin. Isso fica evidente pela surpresa mostrada no contato dos professores com esse conhecimento, que foi tido como um conhecimento novo. Infere-se que as novas discussões como as teorias do equilíbrio pontuado, neutralista, gene egoísta, entre outras não chegam a serem abordadas, em geral, na formação dos professores. A análise das entrevistas demonstra que os professores em

formação continuada percebem esse conteúdo como algo radicalmente novo, que não foi abordado durante a faculdade. Nas entrevistas transcritas dos licenciandos em Ciências Biológicas, percebe-se um interesse nas novas teorias e também um reconhecimento, pela maioria, destes como um conhecimento novo. Em várias falas nas entrevistas realizadas, após o contato com a história da construção do conceito de evolução biológica, é possível perceber associações de conteúdos biológicos com contextos históricos de sua produção.

Os professores em formação continuada, muitas vezes, são excluídos dos saberes produzidos pelas pesquisas recentes sobre o tema evolução biológica, pois os conhecimentos produzidos pelas universidades e institutos de pesquisas demoram em chegar à escola e aos professores. Assim, estes são alijados do direito de discutir um tema chave de sua área de trabalho. Nesse sentido, uma formação permanente que de conta das novas produções dentro da Biologia e de suas implicações deve ser almejada. É necessário um espaço no qual o professor possa trocar experiências e continuar aprendendo, além de uma aproximação entre as pesquisas universitárias e a formação do professor. Embora, na presente pesquisa o período de trabalho sobre a História da Biologia com professores em formação inicial e continuada tenha sido curto, conseguiu-se uma aproximação destes com esse conteúdo histórico. No entanto, faz-se necessário um espaço adequado e um tempo maior para se discutir profundamente aspectos da História da Biologia e promover uma reflexão continuada dos professores sobre o “fazer ciência”. É importante também para aproximação do professor com a pesquisa acadêmica uma produção textual por pesquisadores em Ensino de Ciências que de subsídios teóricos para o professor. Nas entrevistas analisadas, verificou-se que o tema da História da Ciência não se faz presente na formação do professor de Biologia e que ele não tem acesso a esse conhecimento, um dos meios de minimizar a carência desse conhecimento é a produção de textos e materiais de apoio de qualidade sobre o assunto.

A revisão histórica construída nesta dissertação evidenciou o conceito de evolução biológica como dinâmico, inacabado, social e histórico, tendo como pressuposto que o conhecimento de como o pensamento evolutivo vem sendo elaborado ao longo da história permite uma compreensão aprofundada da natureza da ciência e elucida a coerência dos conceitos elaborados em cada época. A utilização do conhecimento histórico facilita o entendimento de conceitos construídos no passado de forma não preconceituosa, integrando-os a crenças e valores de determinada e ao paradigma no qual foram pensados.

Além de destacar o dinamismo da ciência, a História da Ciência pode contribuir para explicitar os obstáculos epistemológicos na formulação de um conceito e na compreensão do professor. Assim, realizaram-se aproximações entre categorias históricas levantadas a partir da revisão da construção do conceito de evolução biológica e as falas dos sujeitos. A compreensão das convergências entre idéias históricas e concepções dos professores pode subsidiar uma formação biológica que enfoque os pontos de dificuldades encontrados na compreensão do conceito de evolução biológica.

A presente dissertação destacou a importância da utilização histórica na compreensão do conceito de evolução biológica. Entretanto, novas pesquisas deverão buscar a utilização prática em grupos de reflexões, subsidiando a formação inicial e continuada do professor de Biologia. Algumas perguntas que podem ser evidenciadas em futuras pesquisas são: Até que ponto uma visão dinâmica da ciência pode ser estabelecida em um grupo de reflexões a partir da abordagem histórica? A participação de professores em um grupo de reflexões pode aproximar o saber acadêmico sobre educação e conhecimentos específicos da prática pedagógica? Essas questões podem se constituir em eixos de investigação sistematizada que poderão contribuir para a melhoria da formação inicial e dos programas de formação continuada de professores de Biologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. Trad. Alfredo Bossi. São Paulo: Martins Fontes, 2000. 1014p.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Alguns apontamentos sobre a historiografia em história da ciência. SÃO PAULO, Secretaria da Educação. Fundação para o desenvolvimento da Educação. **O tempo e o cotidiano na história**. São Paulo: SE/FDE, 1993. p. 79-87 (Idéias, v. 18).

BASTOS, F. **História da ciência e ensino de biologia**: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903). 203f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 125p.

BERGSON, H. **A evolução criadora**. Trad. Caixeiro, N. C. Rio de Janeiro: Zahar, 1979, 317p.

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. 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. 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. **Darwinismo, ciência e ideologia**. Palestra apresentada no I Colóquio de Epistemologia e História da Ciência. Salvador: UFBA, 19-20 de Junho de 1996.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994, 335 p. (Ciências da Educação).

BRANDÃO, C. **O que é Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985 (Primeiros Passos). 116p.  
BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999. 364p.

BRODY, D. E; BRODY, A. R. **As sete maiores descobertas científicas da história**. Trad. Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. 436p.

BRUSH, S. History of Science and Science Education. In: SHORTLAND, M; WARWICK, A (Org). **Teaching the History of Science**. OXFORD: Basil Blackwell, 1989. p.54-66.

CALDEIRA, A. M. de A.; BASTOS, F. Alfabetização científica. In: VALE, J. M. F [et. al] (Org). **Escola Pública e Sociedade**. São Paulo/Bauru: Saraiva/Atual, 2002. p. 208 – 217.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 4º ed. São Paulo: Cortez, 2000. (Questões da Nossa Época). 120p.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Trad. Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993. 325p.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 1995. 440p.

CHAVES, Sílvia 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.

CHRISTIE, J. R. R. The development the historiography of science. In: OLBY, R. C. [et al]. (Org). **Companion to the history of modern science**. London: Routledg, 1990. p. 5-22.

CICILLINI, Graça Aparecida. **Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 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.

COLLINS, H.; SHAPIN, S. Experiment, science teaching, and new history and sociology of science. In: SHORTLAND, M.; WARWICK, A (Org.). **Teaching the history of science**. Oxford: Basil Blackwell, 1989. p.67-79

COUTINHO, M., A religião contra-ataca. **Galileu**. São Paulo: Editora Globo, v. 11, n. 121, Ago. 2001.

DANIEL, E. A. **Concepções de futuros professores da escola básica sobre evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2003.

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. **Autobiografia**. 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 de Stephen Jay Gould. Trad. Vera Ribeiro. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 339p.

DAWKINS, R. O gene egoísta. Trad. Geraldo H. M. Florsheim. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001. (O Homem e a Ciência, v.7). 230p.

\_\_\_\_\_, R. **Desvendando o arco-íris: ciência ilusão e encantamento**. Trad. Rosaura Eichemberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 416p.

DESMOND, A; MOORE, J. **Darwin: a vida de um evolucionista atormentado**. 3ª ed. Trad. Cynthia Azevedo. São Paulo: Geração Editorial, 2000. 796p.

DURANT, W. **A Filosofia de Herbert Spencer**. Trad. Maria Theresa Miranda. Rio de Janeiro: Tecnoprint/Ediouro, S/D. (Os Grandes Filósofos). 109p.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. Prólogo de J. B. S. Haldane. 4ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. (Pensamento Crítico, v.8). 238p.

FONTES, A; MORAIS, A. M. **A construção da ciência e o ensino de ciência: ciência e contextos sociais**. **Revista de Educação**. Lisboa: Universidade de Lisboa. v. 6, n. 2, 1997. p.117 – 122.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. Trad. Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: UNESP/FUNDUNESP, 1995. (Biblioteca básica). 320p.

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

FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva**. 2ª ed. Coordenador de tradução Mário de Vivo; Coordenador de revisão técnica Fábio de Melo. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002. 631p.

GIROUX, H. A. **Escola crítica e política cultural**. 3ª ed. Trad. Dagmar M. L. Zibas. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1992. (Polêmicas do Nosso Tempo, v. 20). 104p.

GOULD, S. J. **Lance de dados: a idéia de evolução de Platão a Darwin**. Trad. Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2001. 332p.

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

GOULDIM, J. R. **Eugênia**. Texto atualizado em 19/04/1998. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/HCPA/gppg/eugenia.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2003.

HAECKEL, E. **Origem do Homem**. Rio de Janeiro: Tecnoprint/Ediouro, S/D. (Clássicos de Bolso). 110p.

HELLMAN, H. **Grandes debates da ciência: dez das maiores contendas de todos os tempos**. Trad. José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora UNESP, 1999. (Biblioteca Básica).



HODSON, D. Philosophy of science and science education. In: MATTHEWS, M. R. **History, philosophy, and science teaching: selected readings**. Toronto/New York: OISE/Teachers College, 1991. p.19-32.

KENSKI, R., O que há de errado com Darwin? **Super Interessante**. São Paulo: Editora Abril, v. 14, n. 8, Ago. 2001. p.71-75.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos da metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 132p

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 3ªed. São Paulo: Harbra, 1996. 267p.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Trad. Beatriz Viana Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1975. (Coleção Debates). 257p.

MARTINS, L. A. P. **A teoria da progressão dos animais de Lamarck**. 403f. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

\_\_\_\_\_, L. A. P. Hugo de Vries y evolution: la teoria de la mutación. GARCÍA, P; MENNA, S. H; RODRÍGUES, V. (eds.). **Epistemologia e História de la Ciencia**. Selección de Trabajos de las X Jornadas. Facultad de Filosofia y Humanidades. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, v. 6, 2000. p.259-266. Disponível em: <<http://ghhc.ifi.unicamp.br/pdf/lacpm-16.pdf>>.

MARTINS, L. A. P.; Martins, R. de A. A metodologia de Lamarck. **Trans/Form/ação**. v. 19, 1996. p.115-38. Disponível em: <<http://ghhc.ifi.unicamp.br/pdf/lacpm-06.pdf>>.

MARTINS, R. de A. História e história da ciência: encontros e desencontros. In: 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica. **Actas...** Portugal: Universidade de Aveiro/Universidade de Évora, 2000. p.11-46.

MAYR, E. **Populações, espécies e evolução**. Trad. Hans Heichart. São Paulo: EDUSP, 1977. 485p.

\_\_\_\_\_. E. **One long argument: Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: Escola de Verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia, 3, 1994, Serra Negra. **Coletânea...** São Paulo: FEUSP, 1995, p.56-74.

O DESTINO das bestas inteligentes. **Super Interessante**. São Paulo: Editora Abril, julho de 2000. p.36.

OLSHANSKY, S. J.; CARNES, B. A.; BUTLER, R. N. Se os seres humanos fossem feitos para durar. **Scientific American Brasil**. setembro de 2002. p.84-89.

POPPER, K. A lógica da pesquisa científica. Trad. Leonidas Hegenber e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: CULTRIX, 1974. 576p.

RAZERA, Júlio C.. **Ética em Assuntos Controvertidos no Ensino de Ciências: perspectivas ao desenvolvimento moral nas atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo**. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

ROSS, D. **Aristóteles**. Trad. Luís Filipe Bragança S. S. Teixeira. Lisboa: Dom Quixote, 1987. 306p.

SANTOS, Silvana Cristina do. **O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no cotidiano da sala de aula**. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 33ªed. Campinas/SP: Autores associados, 2000. (Polêmicas do Nosso Tempo, v.5).

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.

THONPSON, C. A barriga, fruto da evolução? **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 14 set. 2002. Caderno A, p. 12.

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.

WILLIAMS, Raymond. **Cultura**. Trad. Lólio Lourenço de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. 239p.

WILSON, E. O. **A diversidade da vida**. Trad. Isabel Mafra. Lisboa: Gradiva, 1997. (Ciência aberta). 414p.

WRIGHT, R. **O animal moral: por que somos como somos: a nova ciência da psicologia evolucionista**. Trad. Lia Wyler. 7ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

YOUNG, R. Marxism and the history of science. In: OLBY, R. C. [et al]. (Org) **Companion to the history of modern science**. London: Routledg, 1990. p. 77-86

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993. (Educa-Professores; v. 3).

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Questionário aplicado para os alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas

As questões abaixo não são avaliativas, portanto, não é necessária a identificação.

1 - Qual o significado de Ciência para você? Qual o papel do cientista na produção da ciência?

---

---

---

---

---

2 - Como você abordará o tema “Evolução” em suas aulas? Em que séries? Quais dificuldades você espera encontrar ao abordar esse tema?

---

---

---

---

---

3 - Você conhece aspectos históricos sobre a formulação do conceito de evolução? Quais?

---

---

---

---

---

4 - Como você definiria “Evolução Biológica?”

---

---

---

---

---

5 - A borboleta conhecida como “monarca” (*Danaus plexippus*) é uma espécie de sabor desagradável. Ela é mimetizada por uma borboleta comestível, denominada “vice-rei” (*Limenites archippus*), borboleta pertencente a uma família completamente diferente. A semelhança entre as duas espécies é meramente superficial. Assumindo, que a imitação apresenta uma vantagem seletiva, como podem estas semelhanças ter surgido por meio de mutações, recombinação e seleção?

(Fonte: STEBBINS, G. L. Processo de Evolução Orgânica. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974).

---

---

---

---

---

## APÊNDICE B – Questionário aplicado para os professores da rede Estadual de Ensino de Bauru que participaram da Orientação Técnica em novembro de 2002

Prezados Professores

Sou licenciada em Ciências Biológicas e me interesso por estudar e pesquisar o Ensino Médio, particularmente, o ensino de Evolução. Parte das observações desenvolvidas, nesse curso que agora proponho, pretendo utilizar na elaboração de uma dissertação de mestrado. Tenho como convicção de que a interação que ocorrerá no decorrer das atividades poderá subsidiar a minha formação e futuras aulas de Evolução.

O questionário abaixo é um dos instrumentos de pesquisa que usaremos no decorrer desse curso. Objetiva-se através desse pesquisar os conhecimentos que os professores participantes do curso de extensão cultural intitulado “História do Pensamento Evolutivo e o Ensino de Biologia” já apresentam. Busca-se também acompanhar o desenvolvimento das atividades para que elas sejam resultado de uma construção coletiva entre professores interessados no tema. Esse questionário propiciará subsídios de modo a direcionar as atividades subsequentes.

### 1 – Formação Profissional

#### A – Graduação

Nome do curso: \_\_\_\_\_  
 Instituição: \_\_\_\_\_  
 Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

#### B – Pós – Graduação

Nome do Curso: \_\_\_\_\_  
 Instituição: \_\_\_\_\_  
 Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

C – Outros Cursos: \_\_\_\_\_

### 2 – Tempo de Magistério

Rede Pública: \_\_\_\_\_  
 Rede Particular: \_\_\_\_\_

3 – Situação Funcional \_\_\_\_\_

4 – Há quanto tempo leciona Biologia na (s) escola (s) onde trabalha atualmente?  
 \_\_\_\_\_

5 – Que tipos de textos são utilizados em sua aula de biologia (para preparação ou consulta dos alunos)?

	Índice de Importância				
	0 %	25%	50%	75%	100%
Livros científicos	0 %	25%	50%	75%	100%
Livros didáticos	0 %	25%	50%	75%	100%
Revistas científicas	0 %	25%	50%	75%	100%
Jornais	0 %	25%	50%	75%	100%
Livros paradidáticos	0 %	25%	50%	75%	100%
Outros – Especifique:	0 %	25%	50%	75%	100%

6 - Além de textos, que outros recursos didáticos são empregados?

	Índice de Importância				
	0 %	25%	50%	75%	100%
Projektor de slides/retroprojektor	0 %	25%	50%	75%	100%
Filmes	0 %	25%	50%	75%	100%
Laboratório	0 %	25%	50%	75%	100%
Jogos	0 %	25%	50%	75%	100%
Pesquisa em sites da Internet	0 %	25%	50%	75%	100%
Outros – Especifique	0 %	25%	50%	75%	100%

7 – Quais os livros didáticos adotados ou utilizados na preparação e no decorrer da aula?

---



---



---



---

8 – O livro didático é um recurso amplamente empregado pelo professor, como você utiliza esse recurso?

---



---



---



---

9 – Qual o significado de Ciência para você?

---



---



---



---

10 – Qual o papel do cientista na produção da ciência?

---



---



---



---

11 – Como você desenvolve os conceitos de ciência e de cientista em suas aulas?

---



---



---



---

12 – Você aborda o tema “Evolução” em suas aulas? Como e em que séries?

---



---



---

---

---

13 – Quais as dificuldades encontradas ao abordar esse assunto?

---

---

---

---

14 – Relate seus conhecimentos da história do pensamento evolutivo.

---

---

---

---

15 – Quais as diferenças e similaridades existentes entre as teorias de Lamarck, Darwin e Teoria Sintética da Evolução?

---

---

---

---

16 – Como você definiria ‘Evolução Biológica’?

---

---

---

---

17 – A borboleta conhecida como “monarca” (*Danaus plexippus*) é uma espécie de sabor desagradável. Ela é mimetizada por uma borboleta comestível, denominada “vice-rei” (*Limenites archippus*), borboleta pertencente a uma família completamente diferente. A semelhança entre as duas espécies é meramente superficial. Assumindo, que a imitação apresenta uma vantagem seletiva, como podem estas semelhanças terem surgido por meio de mutações, recombinação e seleção?

(Fonte: STEBBINS, G. L. Processo de Evolução Orgânica. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974).

---

---

---

---



## **APÊNDICE C - Roteiro de entrevista semi-estruturada para alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas**

Observação: Durante a entrevista não foi seguido de forma rígida esse roteiro, este foi utilizado apenas como um guia para nortear a entrevista. O aluno entrevistado teve liberdade de versar sobre o tema.

### **Parte A - Explicação do caráter de pesquisa da entrevista e da manutenção do sigilo do nome dos participantes.**

#### **Parte B – Dados sobre a formação inicial**

- 1 – O que levou você a cursar Licenciatura em Biologia?
- 2 – Você já Lecionou? Se sim, comentar a experiência.
- 3 – O que você espera do exercício de sua profissão como professor de Biologia?

#### **Parte C - Conceito de Ciência**

- 1 – Qual o significado de Ciência para você?
- 2 – Como você desenvolveria o conceito de ciência em suas aulas?

#### **Parte D – Conceito de Evolução**

- 1 - Como você definiria ‘Evolução Biológica’ ?
- 2 – Como você abordaria o tema “Evolução” em suas aulas?
- 3 – Quais as dificuldades encontradas ao abordar esse assunto?

#### **Parte E – Dificuldades Encontradas no Texto de Apoio**

- 1 – Fale sobre o texto de apoio e das aulas referentes à parte histórica do pensamento evolutivo.
- 2– Você encontrou dificuldades na compreensão de conceitos do texto ou das aulas?
- 3 – Quais sugestões você daria para um texto de apoio sobre história do pensamento evolutivo e para um curso sobre esse tema?

## **APÊNDICE D - Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores da rede Estadual de Ensino de Bauru.**

Observação: Durante a entrevista não foi seguido de forma rígida esse roteiro, este foi utilizado apenas como um guia para nortear a entrevista. O professor entrevistado teve liberdade de versar sobre o tema.

### **Parte A - Explicação do caráter de pesquisa da entrevista e da manutenção do sigilo do nome dos participantes.**

#### **Parte B – Dados Pessoais do Professor Entrevistado**

- 1 – Formação Profissional
- 2 – Tempo de Magistério
- 3 – Há quanto tempo leciona Biologia na (s) escola (s) onde trabalha atualmente?
- 4 – Em que série leciona?
- 5 – Quais os livros didáticos adotados ou utilizados na preparação e no decorrer da aula? Como utiliza esse recurso?

#### **Parte C - Conceito de Ciência**

- 1 – Qual o significado de Ciência para você?
- 2 – Como você desenvolve os conceitos de ciência e de cientista em suas aulas?

#### **Parte D – Conceito de Evolução**

- 1 - Como você definiria ‘Evolução Biológica’?
- 2 – Você aborda o tema “Evolução” em suas aulas? Como e em que séries?
- 3 – Quais as dificuldades encontradas ao abordar esse assunto?

#### **Parte E – Dificuldades Encontradas no Texto de Apoio e Opinião sobre o Curso**

- 1 – Fale sobre a Orientação técnica
- 2 – Fale sobre o texto de apoio
- 3 – Você encontrou dificuldades na compreensão de conceitos do texto?
- 4 – Quais sugestões você daria para um texto de apoio sobre história do pensamento evolutivo e para um curso sobre esse tema?









**Questão 5 - A borboleta conhecida como “monarca” (*Danaus plexippus*) é uma espécie de sabor desagradável. Ela é mimetizada por uma borboleta comestível, denominada “vice-rei” (*Limenites archippus*), borboleta pertencente a uma família completamente diferente. A semelhança entre as duas espécies é meramente superficial. Assumindo, que a imitação apresenta uma vantagem seletiva, como pode estas semelhanças ter surgido por meio de mutações, recombinação e seleção? (Fonte: STEBBINS, G. L. *Processo de Evolução Orgânica*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974).**

		SUJEITOS – 19 ALUNOS DO PERÍODO DIURNO																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
CATEGORIAS	1	Entende que as borboletas semelhantes a monarca não eram atacadas, podendo se reproduzir. Enquanto as que não possuíam tais características eram exterminadas	X		X			X			X	X		X	X		X			X
	2	Entende que a vice-rei tornou-se parecida com a Monarca para obter sucesso em sua sobrevivência. Apresenta um componente finalista em sua resposta											X							X
	3	Entende que as borboletas vice-rei e monarca tem um ancestral comum. Não observou o fato das borboletas serem de famílias completamente diferentes.					X											X	X	
	4	Entende que os seres melhores adaptados ao meio prevalecem																		
	5	Entende que as mutações ocorrem devido a algum fator do ambiente										X				X				
	6	Não explicou. Resposta simplista ou sem sentido.		X					X	X										
	7	Não respondeu ou disse não saber responder				X														

#### Turma II– 24 Alunos do período noturno

**Questão 1 – Qual o significado de ciência para você?**

		SUJEITOS – 24 ALUNOS DO PERÍODO NOTURNO																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
CATEGORIAS	1	Entende ciência como tentativa de explicar a existência da vida, a natureza ou o mundo físico	X		X		X	X				X		X		X			X	X		X	X	X	X	X
	2	Entende a ciência como auxiliadora da humanidade																							X	
	3	Entende que a ciência é realizada através de experimentos																	X					X		



















SUJEITOS – 36 PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA																			
21	Utiliza-o como instrumento de consulta para que os alunos elaborem textos																		
22	Utiliza-o como roteiro																		
23	Não respondeu																		
24	Resposta Incoerente						X												
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	Utiliza textos dos livros didáticos											X							X
2	Utiliza-o como instrumento de base teórica																		
3	Utiliza-o em paralelo com outros instrumentos como jornais, revistas, etc.						X												
4	Utiliza-o como ponto de apoio da aula	X										X		X					
5	Utiliza-o retirando textos para passar na lousa																		
6	Utiliza-o como instrumento de pesquisa									X									
7	Utiliza na preparação da aula									X	X								X
8	Utiliza-o na preparação de exercícios																		X
9	Utiliza-o na preparação de provas																		
10	Utiliza-o como complementação do conteúdo trabalhado																		
11	Utiliza-o para que os alunos façam a leitura do assunto trabalhado					X										X			X
12	Utiliza-o para que os alunos respondam as questões do assunto trabalhado					X										X			
13	Utiliza-o como guia para formação de textos mais acessíveis																		
14	Utiliza-o para retirada de desenhos, gráficos e exercícios																		
15	Utiliza-o para sua própria preparação									X									
16	Utiliza-o como fonte de referências para temas atuais	X																	
17	Utiliza-se de vários livros para preparar assuntos de forma simplificada				X														
18	Utiliza-o como instrumento de consulta na preparação de apostilas							X											
19	Utiliza-o como suporte orientador								X										
20	Utiliza-o como base de preparação dos resumos desenvolvidos em aula												X						
21	Utiliza-o como instrumento de consulta para que os alunos elaborem textos															X			X
22	Utiliza-o como roteiro																		X
23	Não respondeu			X															
24	Resposta Incoerente																X		







25	Entende que a ciência está presente em todos momentos das nossas vidas		X																
26	Entende que a ciência deve ser pensada de forma global		X																
27	Entende ciência como um estudo inacabado	X																	
28	Entende ciência como um conjunto de verdades experimentalmente comprovadas	X																	
29	Entende como um conjunto de verdades experimentalmente comprovadas																		
30	Entende ciência como aprendizagem da vida																		
31	Entende ciência como conjunto de conhecimentos acumulados ao longo da história																		
32	Entende ciência como representação do universo																		
33	Entende ciência como base de entendimento da vida																		
34	Entende ciência como estudo da vida																		
35	Entende ciência como um novo mundo																		
36	Não respondeu																		

**Questão 10 – Qual o papel do cientista na produção da ciência?**

		SUJEITOS – 36 PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CATEGORIAS	1	Entende que o cientista ajuda na compreensão da vida	X																
	2	Entende que o papel do cientista é fundamental	X		X		X					X	X						
	3	Entende que o papel do cientista é induzir os acontecimentos da vida		X															
	4	Entende que o papel do cientista é promover o desenvolvimento tecnológico			X										X				
	5	Entende que o papel do cientista é promover o desenvolvimento científico			X		X				X								
	6	Entende que o papel do cientista é ajudar a todos com suas produções			X														
	7	Entende que o papel do cientista é pesquisar				X								X					
	8	Entende que o papel do cientista é de divulgar seus conhecimentos				X					X							X	
	9	Entende que o papel do cientista é descobrir						X							X		X		
	10	Entende que o papel do cientista é descobrir “cura” para doenças						X											
	11	Entende que o cientista deve provar suas teorias através de experimentos								X									
	12	Entende que o cientista deve fornecer uma base conceitual através de seus experimentos										X							

13	Entende que o papel do cientista é de descobrir fenômenos																			X											
14	Entende que o papel do cientista é buscar soluções para problemas																				X										
15	Entende que o papel do cientista é explicar fatos																				X										
16	Entende que o papel do cientista é sistematizar conhecimentos																				X										
17	Entende que o papel do cientista é buscar conhecimento básico																					X									
18	Entende que o papel do cientista é buscar conhecimento aplicado																					X									
19	Entende que o papel do cientista é buscar novos conceitos																						X								
20	Entende que o papel do cientista seja "procurar aprender"																							X							
21	Entende que o papel do cientista é procurar algo novo																							X							
22	Entende que o papel do cientista é questionar																							X							
23	Entende que o papel do cientista está relacionado progresso																								X						
24	Entende que o papel do cientista é investigar																														X
25	Entende que o cientista age com curiosidade																														
26	Entende que o cientista é minucioso																														
27	Entende que o cientista deve interagir mais com a sociedade																														
28	Entende que o cientista deve ser ético																														
29	Entende que o cientista deve ser responsável																														
30	Entende que todos podem ser cientistas																														
31	Entende que o papel do cientista está relacionado com o suprimento de necessidade da sociedade																														
32	Entende que o papel do cientista é provar fatos																														
33	Entende que o papel do cientista é encontrar respostas para o novo																														
34	Entende que o papel do cientista é formar indivíduos críticos																														
35	Entende que o papel do cientista é de derrubar e formular novas teorias																														
36	Entende que o papel do cientista é observar																														
37	Entende que o papel do cientista é anunciar verdades que libertem a humanidade																														
38	Não respondeu																				X										X
39	Resposta incoerente																														
		<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>												
1	Entende que o cientista ajuda na compreensão da vida																														
2	Entende que o papel do cientista é fundamental			X	X									X													X				X

















**Questão 13 - Quais as dificuldades ao abordar esse assunto?**

		SUJEITOS – 36 PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CATEGORIAS	1	Alega que a religião dos alunos constitui uma dificuldade quando o assunto é abordado					X												X
	2	Alega que existe uma deficiência no ensino nas séries anteriores																	
	3	Alega falta de material de apoio			X											X			
	4	Alega falta de laboratório				X													
	5	Alega falta de tempo								X			X	X					
	6	Alega ter dificuldades no ensino de alguns conceitos científicos		X															
	7	Alega ter dificuldade para mostrar o aspecto “prático” da evolução, ou seja, dar “provas” da ocorrência da evolução para os alunos																	
	8	Diz que não tem dificuldades para abordar o assunto							X										
	9	Entende a evolução no sentido de progresso																	
	10	Alega falta de interesse dos alunos																	
	11	Alega ter dificuldade com a teoria Darwinista																	
	12	Alega não saber até que ponto Darwin e Lamarck estão certos																	
	13	Alega dificuldade em explicar o “salto” de uma espécie para outra																	X
	14	Alega ter dificuldade em transformar o assunto em algo acessível para os alunos																	X
	15	Alega ter dificuldades em despertar o interesse dos alunos									X								X
	16	Alega ter dificuldades em fazer os alunos entenderem as alterações ocorridas													X				
	17	Alega ter dificuldade com a abordagem fragmentada do tema												X					
	18	Alega que o assunto é deixado para o final								X			X						
	19	Alega que o assunto é muito teórico				X					X								
	20	Não respondeu	X				X	X				X						X	
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	1	Alega que a religião dos alunos constitui uma dificuldade quando o assunto é abordado	X					X	X							X	X		X
	2	Alega que existe uma deficiência no ensino nas séries anteriores																X	
	3	Alega falta de material de apoio					X							X			X		
	4	Alega falta de laboratório																X	
	5	Alega falta de tempo										X	X	X				X	
	6	Alega ter dificuldades no ensino de alguns conceitos científicos														X			
	7	Alega ter dificuldade para mostrar o aspecto “prático” da evolução, ou seja, dar “provas” da ocorrência da evolução para os alunos										X							
	8	Diz que não tem dificuldades para abordar o assunto	X							X		X							

9	Entende a evolução no sentido de progresso											X							
10	Alega falta de interesse dos alunos						X												
11	Alega ter dificuldade com a teoria Darwinista				X														
12	Alega não saber até que ponto Darwin e Lamarck estão certos			X															
13	Alega dificuldade em explicar o “salto” de uma espécie para outra																		
14	Alega ter dificuldade em transformar o assunto em algo acessível para os alunos																		
15	Alega ter dificuldades em despertar o interesse dos alunos																		
16	Alega ter dificuldades em fazer os alunos entenderem as alterações ocorridas																		
17	Alega ter dificuldade com a abordagem fragmentada do tema																		
18	Alega que o assunto é deixado para o final																		
19	Alega que o assunto é muito teórico																		
20	Não respondeu		X									X							

**Questão 14 – Relate seus conhecimentos da história do pensamento evolutivo**

		SUJEITOS – 36 PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
CATEGORIAS	1	Afirma que conhece sobre adaptação dos seres vivos		X																
	2	Cita a evolução como constante desde a origem da Terra			X															
	3	Afirma que conhece sobre Lamarck e a teoria do uso e desuso										X								X
	4	Afirma que entende evolução como base de entendimento da vida								X										
	5	Afirma que o seu conhecimento abrange o que está no livro de forma geral									X									
	6	Afirma que conhece as idéias de Darwin										X		X					X	X
	7	Afirma que conhece sobre o aperfeiçoamento do pensamento evolutivo ao longo da história												X						
	8	Afirma que a Biotecnologia é uma forma de aperfeiçoar o pensamento evolutivo												X						
	9	Afirma que conhece as idéias de Buffon													X					
	10	Afirma que conhece sobre Lamarck													X					X
	11	Relata o neodarwinismo como sendo a soma das idéias de Darwin e os conceitos de genética													X					X
	12	Relata que conhece sobre Wallace												X						
	13	Relata que conhece sobre a seleção natural										X			X				X	
	14	Afirma conhecer sobre as mutações ao acaso													X					



















17	Define evolução biológica como o fortalecimento das espécies sobreviventes								X										
18	Define evolução biológica como mutações que ocorrem com as espécies ao longo do tempo										X		X	X					
19	Define evolução como reprodução diferencial														X				
20	Relaciona as transformações genéticas com a recombinação genética														X				
21	Entende que a evolução biológica pode ser influenciada pelo conhecimento humano sobre genética																		X
22	Não respondeu			X													X		

**Questão 17 – A borboleta conhecida como “monarca” (*Danaus plexippus*) é uma espécie de sabor desagradável. Ela é mimetizada por uma borboleta comestível, denominada “vice-rei” (*Limenites archippus*), borboleta pertencente a uma família completamente diferente. A semelhança entre as duas espécies é meramente superficial. Assumindo, que a imitação apresenta uma vantagem seletiva, como pode estas semelhanças ter surgido por meio de mutações, recombinação e seleção? (Fonte: STEBBINS, G. L. *Processo de Evolução Orgânica*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974).**

		SUJEITOS- 36 PROFESSORES EM FORMAÇÃO CONTINUADA																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
CATEGORIAS	1	Entende que existiam variações dentro da espécie “vice-rei” que eram semelhantes à monarca.																		
	2	Entende que por meio da seleção natural foram predadas as variações diferentes da monarca																		
	3	Entende que as semelhanças surgiram por mutações que poderiam torná-las ajustada ou sobrevivente																		
	4	Entende que a recombinação gênica pode ter contribuído para o surgimento de fenótipos favoráveis																		
	5	Entende que a recombinação gênica pode ter contribuído para o surgimento de fenótipos assimiláveis a influência do meio (tendência ou condução para um mimetismo progressivo ou acidental)																		
	6	Entende que por meio de seleção os novos indivíduos com características favoráveis seriam selecionados naturalmente e preservados																		
	7	Entende que as semelhanças surgiram por mutações ao acaso que favoreceram a vida da borboleta “vice-rei”																		
	8	Não entendeu a questão																		
	9	Entende que a adaptação ocorre da necessidade de adaptação ao meio																		
	10	Entende que o ambiente é responsável pela seleção																		
	11	Diz não saber a resposta																		
	12	Diz ter dúvida na resposta														X				



13	Entende que as semelhanças surgiram por meio de seleção natural e adaptação																		
14	Entende que as borboletas de sabor não desagradável ocupam o mesmo habitat das de sabor desagradável, sendo confundidas por predadores, levando vantagem e transmitindo seu material genético																		
15	Entende que as semelhanças poderiam surgir por mutação gênica																		
16	Entende que as semelhanças poderiam surgir pela ação do ambiente																		
17	Entende que as semelhanças foram ocasionais																		
18	Entende que as mutações para similaridade eram vantajosas e permitia ter mais chances de adaptação e condição para reprodução																		
19	Entende que a seleção natural torna mais apto a sobrevivência os seres mais fortes e mais resistentes																		
20	Não respondeu	X	X					X	X					X	X				