

Fábio Licatti

***O ensino de Evolução Biológica no nível Médio:
investigando concepções de professores de Biologia***

**Bauru
2005**

Fábio Licatti

***O ensino de Evolução Biológica no nível Médio:
investigando concepções de professores de Biologia***

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Renato Eugênio da Silva Diniz

Bauru

2005

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Licatti, Fábio

O ensino de evolução biológica no nível médio:
investigando concepções de professores de biologia /
Fábio Licatti. - - Bauru : [s.n.], 2005.
240 f.

Orientador: Renato Eugênio da Silva Diniz.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, 2005.

1. Evolução (Biologia). 2. Concepções de professores. 3.
Ensino de biologia. 4. Formação de professores. I –
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II -
Título.

Fábio Licatti

***O ensino de Evolução Biológica no nível Médio:
investigando concepções de professores de Biologia***

Banca examinadora:

Prof. Dr. Renato Eugênio da Silva Diniz
Departamento de Educação – UNESP/Botucatu

Profa. Dra. Yara Lygia Nogueira Saés Cerri
Núcleo de Educação em Ciências – UNIMEP/Piracicaba

Profa. Dra. Luciana Maria Lunardi Campos
Departamento de Educação – UNESP/Botucatu

Bauru, 22 de março de 2005

Dedico este trabalho a todos os meus antepassados, em especial às minhas avós Ângela e Cica e aos meus avôs Januário e Paulo.

AGRADECIMENTOS

O conceito fundamental discutido neste trabalho, a evolução biológica, associa-se fundamentalmente à idéia de transformação dos seres vivos ao longo do tempo. Curiosamente, no período em que desenvolvi este projeto, ocorreram muitas transformações em minha vida, talvez o período mais dinâmico e repleto de alterações. Pareceu ocorrer uma sincronicidade interessante entre as idéias que foram desenvolvidas e analisadas neste projeto e as diversas pessoas, lugares e situações com que me deparei ao longo deste tempo. A transformação foi sobretudo sentida e percebida integralmente em meu ser, não apenas discutida e analisada intelectualmente. Nesse sentido, os agradecimentos que se seguem não se limitam apenas às pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, mas a todas aquelas que estiveram presentes de maneira significativa neste período.

Agradeço à minha companheira de vida, Géssica, por todos os momentos compartilhados neste período, pelo amor incondicional, carinho, paciência, compreensão nos momentos mais difíceis. Agradeço, principalmente, pela coragem e confiança com que lida e enfrenta as situações múltiplas e mutáveis da vida, obrigado por ser um exemplo vivo a ensinar sobre a fluidez e transformação permanente de tudo. Agradeço pelo apoio e encorajamento para realizar este trabalho, pelas idéias e pela constante presença. Obrigado por tudo!

Agradeço aos meus pais, Ailton e Joanna, e às minhas irmãs, MaRê e Renata, pelo apoio e presença constantes em minha vida, pelo amor, carinho e pela compreensão nos momentos em que estive distante e ausente. Nos momentos em que as coisas pareciam perder o significado, ou quando parecia que eu não ia “dar conta do recado”, bastava senti-los profundamente no meu coração e a força voltava a emergir e a fluir.

Agradeço também ao Alejandro pela convivência e pelas visitas neste período, elas foram muito importantes para manter acesa a chama da transformação. Obrigado pela franqueza e sinceridade com que interage com as pessoas, isso trouxe um forte elemento de renovação em minha família.

Agradeço à querida Vera, amiga de sempre, pela alegria e bom humor com que lida com as situações da vida. Agradeço principalmente pelo exemplo de pessoa forte e lutadora que é, o que ajudou muito no desenvolvimento do meu caráter. Muito obrigado.

Agradeço à convivência respeitosa e enriquecedora com meu sogro e sogra, Zé Augusto e Glória, com a Joyce, Ivan, Vô Marzzé e Vó Francisca. Obrigado pelas recepções carinhosas e afetuosas, em muitos momentos me senti como se estivesse com minha própria família. Neste período também nasceu o sobrinho Guilherme, o que me fez sentir intensamente a transformação e renovação da vida. Obrigado a todos vocês.

Agradeço ao meu orientador, professor Renato Diniz, pela dedicação, cuidado e atenção durante o processo de orientação. Agradeço, inicialmente, por ter me recebido como seu orientado. Quando mostrei uma idéia de projeto para desenvolver, suas contribuições foram fundamentais, precisamente o necessário para dar coerência e fundamentação teórica às minhas idéias ainda dispersas. Depois, durante o processo de orientação, agradeço imensamente pela confiança depositada, condição fundamental para que as idéias pudessem emergir mais livremente e o trabalho verdadeiramente ganhasse vida e identidade. Obrigado também pela paciência e flexibilidade em função das diversas alterações de rumo do trabalho, isso foi um grande exemplo de coerência entre as discussões no campo teórico de pesquisa qualitativa e a prática de orientação.

Agradeço à professora Yara Cerri, da Unimep/Piracicaba, pelas contribuições claras e precisas na etapa final do trabalho. Suas colocações foram absolutamente fundamentais para a organização e estruturação final da dissertação, em um momento de bastante cansaço e desânimo para mim. Obrigado por evidenciar a riqueza de dados presente no trabalho, o que me trouxe de volta o ânimo e a força para reorganizar e finalizar a dissertação.

Agradeço à professora Luciana Lunardi Campos, da Unesp/Botucatu, pelas valiosas contribuições na etapa final do trabalho. Suas colocações também foram

absolutamente fundamentais para a organização e estruturação final da dissertação. Obrigado pelas contribuições metodológicas e pelas colocações que me fizeram refletir com mais profundidade a respeito da formação continuada de professores. E obrigado, sobretudo, pela percepção aguçada que me fez tomar consciência da visão fragmentada e compartimentalizada de ciência, religião, formação de professores e pesquisa presentes em trechos do trabalho.

Agradeço ao professor Gilberto Luiz de Azevedo Borges, da Unesp/Botucatu, pela formação inicial na área de educação em ciências. Agradeço pela atenção dispensada no período anterior ao ingresso no mestrado, pelas dicas e sugestões de leituras e reflexões. Essas contribuições foram fundamentais para que eu pudesse esboçar as primeiras idéias que resultaram neste trabalho.

Agradeço aos professores Guaracy Tadeu Rocha e Marcello Guimarães Simões, da Unesp/Botucatu, pela consistente formação inicial nas áreas de evolução e paleontologia, por desenvolver o gosto e vontade permanentes em aprender a respeito desses temas.

Agradeço ao amigo Manoel Getúlio, assim como a seus pais, Cleuza e Getúlio César, pelo apoio no período em que vivi em Capão Bonito, sobretudo no período inicial de adaptação à cidade e aos seus costumes. Nesse período nasceu também Nicolas, o que me fez sentir com bastante intensidade a transformação e renovação da vida. Obrigado.

Agradeço à amiga Luciana, sempre acolhedora e prestativa, pelo apoio em diversos momentos da realização deste trabalho. Obrigado pela estada em sua casa em Botucatu e pelo apoio moral no dia da defesa da dissertação.

Agradeço imensamente aos professores de boa vontade que se dispuseram a participar do grupo de formação: Cláudia Estela, Cida, Elizangela, Géssica, Hélio, Manoel, Marizeti, Marta Lúcia, Milene, Sandra e Tânia. Obrigado pelo envolvimento com o trabalho e com as discussões, pela vontade de aprender e pelo esforço em participar do grupo aos sábados, após uma semana repleta de aulas.

Agradeço à direção da E.E. “Padre Arlindo Vieira”, na cidade de Capão Bonito-SP, por gentilmente ceder o espaço da escola para a realização dos encontros com os professores. Agradeço imensamente a atenção dispensada pela diretora Cláudia Marieta Batista da Silveira e pela vice-diretora Edicléia Pontes de Jesus.

Agradeço à fisioterapeuta Ana Laura Fogaça, que me acudiu nos momentos em que o excesso de tensão, apreensão e nervosismo desembocaram no meu corpo físico. Obrigado pelas sessões de “emergência” e, sobretudo, por desenvolver em mim uma maior consciência corporal e a necessidade constante de cuidados com o próprio corpo.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da FC/Bauru, em especial aos professores Roberto Nardi e Fernando Bastos pela formação básica em aspectos fundamentais de pesquisa na área.

Agradeço à secretaria da pós-graduação da FC/Bauru, em especial à Ana Lúcia e Andressa, pela extrema boa vontade e atenção com que realizam seu trabalho. Da mesma forma, agradeço à Augusta, da secretaria do Departamento de Educação do IBB/Botucatu, sempre atenciosa e prestativa.

Agradeço, enfim, a Deus e à vida por me proporcionarem momentos de aprendizagem tão ricos e intensos, pela convivência com pessoas tão diversas e maravilhosas, pelos diferentes lugares por onde passei. Obrigado!

Um Qualquer (Kátia Freitas)

*Eu quero saber
onde vai dar
a minha sorte
Eu quero saber
onde vai dar*

*O que é a morte?
O que é amar-te?
O que é arte?
Do que faço parte?*

*Filosofia, física, religião
Quem vai responder à questão?
A questão não cabe numa só versão
embora todos queiram ter razão*

*Eu falo como homem
Eu falo como mulher
Eu falo como espécie
Eu falo como um qualquer*

*Cientistas falam em Big Bang
Intelectuais são os que sabem
Na Igreja os homens dizem amém
e em nome de Deus enriquecem*

*O que é o nada?
O que é a vida?
Porque usar a espada
se estamos todos sem saída?*

*Eu olho o céu
e tudo fica tão pequeno
todas as razãozinhas, as besteirinhas
as diferençazinhas, as teoriazinhas
todas as guerrinhas, as vaidadezinhas
da humanidadezinha
sucumbem
diante do infinito nu.*

Amém.

RESUMO

O tema Evolução é de extrema importância no campo da Biologia, principalmente por possibilitar uma visão sintética dos conhecimentos acerca dos seres vivos. Em relação ao currículo de Biologia no Ensino Médio, propostas curriculares oficiais vêm sugerindo que: a) os conteúdos biológicos sejam abordados sob o enfoque ecológico-evolutivo; b) a partir de uma abordagem histórica dos seres vivos, sejam evidenciadas as transformações das diversas formas de vida ao longo do tempo geológico; c) seja adotada a perspectiva histórica da produção dos conhecimentos, tendo como pressuposto que a Ciência é um processo dinâmico, em constante transformação e não-neutra, sendo influenciada pelo contexto social de cada época. Esta pesquisa teve como objetivos: identificar e analisar concepções de professores de Ciências e Biologia sobre conteúdos de Evolução e seu ensino, em um contexto de formação continuada sobre o tema; contribuir para as discussões sobre o ensino de conteúdos de Evolução na disciplina de Biologia no Ensino Médio, tendo como referência a análise das concepções dos professores participantes da investigação. Realizou-se um curso de 40 horas de duração, dividido em 5 encontros, tendo como foco a discussão de questões conceituais sobre Evolução e sua importância no currículo de Biologia no Ensino Médio. Os dados para a pesquisa foram provenientes de: a) questionário para levantar dados gerais do grupo e idéias iniciais sobre Evolução; b) observação e registro dos encontros; c) entrevistas realizadas individualmente com cada professor após o curso; d) planos de ensino utilizados pelos professores. Esses dados foram categorizados e analisados através do método de análise de conteúdo. Os resultados da pesquisa indicaram problemas conceituais dos professores, tais como a ocorrência da herança dos caracteres adquiridos, a associação de Evolução com progresso e a idéia de que o ser humano seja o ápice do processo evolutivo. Também foram verificadas dificuldades em lidar com as implicações filosóficas e religiosas da teoria evolutiva. Em relação ao ensino de Evolução, a maioria dos professores declarou abordar apenas as teorias lamarckista e darwinista; poucos salientaram a importância de se incorporar a Evolução enquanto eixo norteador dos conteúdos no ensino de Biologia; não houve ênfase em se abordar a história da vida no planeta, nem em se adotar a perspectiva histórica da construção dos conhecimentos. Esses resultados apontam para um ensino de Biologia centrado na memorização de informações simplificadas e descontextualizadas, o que pode levar a compreensões distorcidas acerca dos conhecimentos científicos. Nesse sentido, sugere-se que os programas de formação continuada de professores incorporem a compreensão dos fundamentos da Ciência e do processo de construção do conhecimento científico, o que poderia contribuir para um melhor entendimento da importância da Ciência, seu poder explicativo e seus limites. Outras esferas de conhecimento, como a Filosofia e a Religião, poderiam trazer a dimensão dos valores e significados, mostrando os relativismos e as diferentes visões de mundo decorrentes da história de vida de cada pessoa e das influências culturais de cada sociedade.

Palavras-chave: Evolução Biológica; concepções de professores; ensino de Biologia; formação de professores.

ABSTRACT

Evolution is a subject of extremely importance in Biology field, mainly because it gives a synthetic view of the knowledge about living beings. With relation to biological curriculum in secondary level, official documents have been suggesting to: a) deal with biological contents in an ecological-evolutionary approach; b) adopt an historical perspective of living beings, giving evidences of life transformations along geological time; c) adopt an historical perspective of the knowledge production, having as requirement that Science is a dynamic process, in constant transformation and non-neutral, being influenced by social context in each time. The purposes of this research was: to identify and to analyse Science and Biology teachers conceptions about Evolution contents and the teaching of these topics, in a teacher education context about the theme; to contribute with the discussions about the teaching of Evolution topics in secondary level, having as references the analyses of conceptions of the participating teachers of this investigation. A course with 40 hours was developed; it was divided in 5 meetings, having as focus of discussion Evolution concepts and their importance to Biology curriculum in secondary level. Data were provided from: a) questionnaire to obtain general data about the teachers and their initial ideas about Evolution; b) observation and writing notes during the meetings; c) interviews conducted individually with each teacher after the course; d) teaching planning used by these teachers. Data were categorized and analysed by the method of content analysis. The results indicated conceptual problems of the teachers, like the occurrence of inheritance of acquired characteristics, the association of Evolution with progress and the idea that the human being is the top of evolutionary process. Difficulties also were verified in deal with philosophical and religious implications of evolutionary theory. With respect to Evolution teaching, most of these teachers declared that they just teach Lamarckian and Darwinian theories; few teachers gave emphasis in incorporate Evolution as the axis of contents in Biology teaching; there was not emphasis neither in deal with the life history on earth, nor in adopt the historical perspective on knowledge construction. These results indicate a Biology teaching focused in memorization of simplified information, out of context, which could generate misconceptions about scientific knowledge. In this way, we suggest that the teacher education programs incorporate the comprehension of the Science fundamentals and the process of production of scientific knowledge, what could contribute to a better understanding of the importance of Science, its capacity and limits of explanation. Another knowledge fields, like Philosophy and Religion, could bring the values and meanings dimensions, showing the relativisms and different world views as result of personal life history and cultural influences of each society.

Key-words: Biological Evolution; teachers conceptions; Biology teaching; teacher education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO 1 – A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....	15
1.1 Conceito de Evolução e teorias evolutivas.....	15
1.2 Evolucionismo e criacionismo.....	23
CAPÍTULO 2 – BIOLOGIA, EVOLUÇÃO E ENSINO.....	31
2.1 A Evolução e o ensino de Biologia.....	32
2.2 Concepções de alunos e professores sobre Evolução.....	39
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	51
3.1 A abordagem qualitativa.....	51
3.2 O curso de formação continuada.....	54
3.2.1 A concepção da estrutura do curso.....	54
3.2.2 O contato com os professores e as inscrições para o curso.....	55
3.3 Coleta de dados.....	56
3.4 A organização e análise dos dados.....	64
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4.1 Traçando um perfil do grupo.....	69
4.2 Os encontros com os professores.....	72
4.3 As concepções dos professores sobre Evolução Biológica.....	84
4.3.1 O conceito de Evolução.....	84
4.3.2 Evolução e o ser humano.....	95
4.3.3 Teorias evolutivas.....	99
4.3.4 Idéias científicas e religiosas.....	103
4.4 As concepções dos professores sobre o ensino de Evolução.....	117
4.4.1 A Evolução no currículo de Ciências e Biologia.....	117
4.4.2 A Evolução como eixo norteador dos conteúdos.....	125
4.4.3 A abordagem histórica da vida.....	131
4.4.4 Perspectiva histórica na construção dos conhecimentos.....	137

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151
APÊNDICE A – Plano do Curso encaminhado à Pró-Reitoria de Extensão Universitária e Assuntos Comunitários - PROEX / Unesp.....	158
APÊNDICE B – Questionários utilizados no 1º Encontro (05/07/2003).....	160
APÊNDICE C – Roteiro utilizado na entrevista com os professores após o período dos encontros.....	164
APÊNDICE D – Quadro contendo informações gerais do grupo de professores.	165
APÊNDICE E – Expectativas dos professores em relação ao curso.....	166
APÊNDICE F – Materiais utilizados com os professores no 1º Encontro (05/07/2003)...	167
APÊNDICE G – Materiais utilizados com os professores no 2º Encontro (02/08/2003).....	188
APÊNDICE H – Materiais utilizados e produzidos pelos professores no 3º Encontro (16/08/2003).....	195
APÊNDICE I – Materiais utilizados com os professores no 4º Encontro (06/09/2003).....	205
APÊNDICE J – Materiais utilizados com os professores no 5º Encontro (13/09/2003).....	215
APÊNDICE K – Quadro de respostas dos professores às afirmativas sobre conceitos associados à Evolução.....	221
APÊNDICE L – Quadro de comentários dos participantes durante a realização da atividade sobre avaliação da utilização do termo “Evolução” em situações diversas.....	222
APÊNDICE M – Artigo: “A reinterpretação da fauna de Burgess Shale e o surgimento de uma nova concepção da história da vida”, apresentado na disciplina <i>História e Filosofia da Ciência</i> deste programa de pós-graduação.....	223

INTRODUÇÃO

Entre os diversos temas do campo da Biologia, a Evolução dos seres vivos assume um papel de extrema importância, pois dá sentido e articula os fatos das diversas sub-áreas do conhecimento biológico, fornecendo uma base conceitual para a compreensão de inúmeros fenômenos relacionados à vida. O conceito de Evolução Biológica, segundo Futuyama (1992), abrange a noção de transformação dos seres vivos ao longo das gerações, as populações de organismos como unidades evolutivas e a transmissão dessas alterações via material genético.

Esta importância reflete-se nas propostas oficiais de ensino para os níveis básicos de educação. Na década de 80, por exemplo, a “Proposta Curricular para o ensino de Biologia no 2º grau”, do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988, 1992), apresentava princípios metodológicos que deveriam nortear o ensino de todos os temas. Entre estes princípios, incluía-se a *Evolução como linha unificadora dos conteúdos em Biologia*. Atualmente, as propostas de ensino para os níveis básicos de educação são apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), elaboradas pelo Ministério da Educação, em nível nacional. Na apresentação dos conteúdos disciplinares de Biologia dos PCN do Ensino Médio (BRASIL, 1999), recomenda-se que os conteúdos dessa disciplina sejam tratados sob o *enfoque ecológico-evolutivo*, com ênfase na história das diferentes formas de vida que ocuparam o planeta Terra nos diferentes períodos e eras geológicas.

Embora a Evolução seja um tema-chave para a compreensão dos diversos fenômenos biológicos e isto se reflita nas propostas oficiais de ensino, pesquisas recentes têm mostrado que este assunto não é considerado tão importante pelos professores de Ensino Fundamental e Médio. A esse respeito, Cicillini (1997a, p.18) nos coloca que:

Os conteúdos referentes à Teoria da Evolução, embora presentes tanto nas propostas curriculares quanto nos livros didáticos, praticamente não são trabalhados nas escolas de Ensino Médio. Quando o são, aparecem apenas como um conteúdo a mais na programação, sem evidenciar suas peculiaridades tão importantes para a Biologia – seja enquanto ciência, seja enquanto ensino dessa área do conhecimento.

O tratamento dado ao tema Evolução, por exemplo, está na dependência do tempo da disciplina Biologia no ano letivo, bem como dos acontecimentos decorrentes do funcionamento da escola. Geralmente programado para o final do 3º ano do Ensino Médio, este assunto pode ser eliminado ou, quando abordado, serem dadas apenas “noções de darwinismo e lamarckismo”.

Esta abordagem fragmentada dos conhecimentos relacionados à Evolução, sem evidenciar sua importância a toda a área biológica, se por um lado pode estar relacionada aos diversos acontecimentos próprios do contexto escolar, conforme aponta a autora citada, também pode estar relacionada à falta de conhecimento conceitual dos professores em relação ao tema e seu ensino. Pesquisas recentes indicam que muitos professores têm problemas quanto à compreensão de alguns conceitos associados ao tema, relacionando muitas vezes Evolução com melhoria e progresso ou mesmo adotando idéias ligadas à herança dos caracteres adquiridos, por exemplo. Também, estas pesquisas têm evidenciado a dificuldade dos professores em trabalhar com esse assunto em sala de aula, muitas vezes deixando o conteúdo como último tópico do ano no plano de ensino ou excluindo aqueles assuntos mais complexos, tais como a evolução humana e a genética de populações (CARNEIRO & ROSA, 2004; CHAVES, 1993; CICILLINI, 1997a, 1997b, 1999; DANIEL, 2003; DANIEL & BASTOS, 2004; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1994; TIDON & LEWONTIN, 2004). Além disso, é um tema que muitas vezes esbarra em concepções religiosas dos alunos e dos próprios professores, tornando esse quadro ainda mais complexo.

Considerando a importância de se conhecer o conteúdo a ser ensinado como ponto de partida para o trabalho pedagógico, esta pesquisa centrou-se na investigação das concepções de professores de Ciências e Biologia relacionadas à Evolução dos seres vivos e seu ensino para os níveis Fundamental e Médio.

O levantamento dessas concepções se deu em um contexto de formação continuada, a partir da observação de encontros realizados com professores de Ciências e Biologia para a discussão e aprofundamento de tópicos relacionados à evolução dos seres vivos. Entendemos que o trabalho de formação docente pode ser um dos núcleos centrais para a efetiva realização de um trabalho educativo significativo, visto que um professor que esteja em constante formação científica, pedagógica e política pode desempenhar um papel transformador junto a seus alunos e ao grupo de trabalho em que está inserido.

Delineou-se, como princípio fundamental norteador dessa ação formativa junto aos professores, a importância de se levar em conta, sob uma ótica construtivista, as concepções e práticas dos professores como ponto de partida para a realização de um trabalho de formação docente. Como referencial de construtivismo, foram adotados os trabalhos de Carvalho (1992), Carvalho *et al.*

(1992); El-Hani & Bizzo (1999), Gil Pérez *et al.* (1999a, 1999b), todos eles com uma base teórica comum: a necessidade de se considerar as concepções prévias dos aprendizes como base para a construção de novos significados e o estabelecimento de novas relações. Importante observar que as concepções prévias ou alternativas são esquemas pessoais de natureza estruturada, dotados de certa coerência interna e muito resistentes à mudança, muitas vezes persistindo para além da aprendizagem formal (DINIZ, 1998; GIL PÉREZ, 1996; SANTOS, 1991; VÁZQUEZ ALONSO, 1994).

Foi nesse contexto, portanto, que se buscou realizar o levantamento e análise das concepções dos professores sobre Evolução Biológica, dada a necessidade de se conhecer tais concepções para o desenvolvimento de um trabalho de formação docente sob uma ótica construtivista e a importância do tema Evolução para os conhecimentos biológicos e para o ensino da Biologia nos níveis básicos de ensino.

Tendo em vista o exposto, esta pesquisa teve como objetivos:

- Identificar e analisar concepções de professores de Ciências e Biologia sobre conteúdos de Evolução Biológica, em um contexto de formação continuada sobre o tema.
- Identificar e analisar concepções de professores sobre o ensino de conteúdos de Evolução Biológica, em um contexto de formação continuada sobre o tema.
- Contribuir para as discussões sobre o ensino de conteúdos de Evolução na disciplina de Biologia no Ensino Médio, tendo como referência a análise das concepções dos professores participantes da investigação.

Coerente com estes objetivos e com os referenciais teóricos apresentados, esta pesquisa foi organizada em cinco capítulos.

No Capítulo 1 (“A Evolução Biológica”), são apresentados os conceitos evolutivos que tomamos como referência para as análises realizadas. Enfocamos o conceito biológico de evolução, os fundamentos teóricos de algumas teorias evolutivas e a relação da evolução com questões religiosas.

O Capítulo 2 (“Biologia, Evolução e Ensino”) apresenta um breve histórico da importância da Evolução para o campo biológico, bem como sua inserção no ensino de Biologia para os níveis básicos de educação. Procuramos evidenciar a crescente importância atribuída à Evolução no âmbito científico e, conseqüentemente, nas propostas oficiais de ensino. Na seqüência, apresentamos

dados de algumas pesquisas que indicam concepções de alunos e de professores sobre temas relacionados à Evolução, evidenciando, para alguns conceitos, semelhanças entre as idéias dos estudantes e dos professores.

O Capítulo 3 (“Metodologia”) traz uma apresentação dos aspectos metodológicos desta pesquisa. Inicialmente, fazemos algumas considerações teóricas a respeito da abordagem qualitativa de pesquisa. Na seqüência, apresentamos brevemente a proposta do curso de formação realizado, enfatizando os princípios teóricos que nortearam sua elaboração, bem como o contato que estabelecemos com os professores e as inscrições para participação no curso. Por fim, buscamos detalhar como realizamos a coleta, organização e análise dos dados.

No Capítulo 4 (“Resultados e Discussão”), apresentamos os resultados de nossas observações e análises. Primeiramente, buscamos apresentar as características gerais do grupo de professores que participaram do processo de formação continuada, bem como uma breve apresentação dos encontros realizados. Em seguida, são apresentadas nossas análises sobre as concepções dos professores a respeito de conceitos evolutivos e de aspectos relacionados ao ensino de Evolução para as disciplinas de Ciências e Biologia.

No Capítulo 5 (“Considerações Finais”), procuramos tecer uma síntese dos principais aspectos discutidos, bem como estabelecer relações com a discussão mais ampla sobre o ensino de Biologia e a formação continuada de professores. Por fim, evidenciamos algumas perspectivas de continuidade e desdobramento desta pesquisa.

CAPÍTULO 1

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

1.1 Conceito de Evolução e teorias evolutivas

Nesse item são feitas algumas considerações a respeito do desenvolvimento das idéias associadas à Evolução, procurando evidenciar algumas correntes de pensamento¹ e as principais teorias evolutivas.

A Evolução, em seu sentido mais amplo, pode ser associada a desenvolvimento, progresso, alterações para melhor. No campo biológico e em consonância com Futuyama (1992), entendemos Evolução Orgânica (ou Biológica) como as mudanças nas propriedades das populações de organismos que ultrapassam o período de vida de um único indivíduo, herdáveis via material genético de uma geração para outra. Nesta definição, podemos destacar três aspectos fundamentais: a ênfase na mudança ou transformação, as populações de organismos como unidade evolutiva e a transmissão dessas alterações via material genético. O primeiro aspecto sempre esteve presente na tradição do pensamento transformista, com adeptos desde a Antigüidade. Os dois últimos aspectos foram incorporados à definição a partir do desenvolvimento das teorias evolutivas mais recentes.

As concepções transformistas ou evolucionistas defendem a idéia de que diferentes espécies podem se originar umas das outras, seja de forma lenta ou gradual, seja de forma abrupta. Já na Grécia antiga, alguns filósofos, com base em observações de semelhanças e diferenças entre os animais e plantas que os cercavam, elaboraram explicações transformistas para a origem dos seres vivos.

Anaximandro (610-545 a.C.) acreditava que todas as coisas surgiram de uma substância indefinida e sem qualidade, denominada *apeiron*, uma espécie de “massa geradora” dos seres. Os organismos vivos teriam surgido do lodo que, a princípio, cobria toda a Terra; assim foram criados os animais, depois as plantas e, por último, os seres humanos, que tinham forma de peixe, escamas e viviam na água. Com o tempo, os homens perderam a pele de peixe e iniciaram a vida em terra firme.

¹ As idéias de alguns filósofos gregos (Anaximandro, Empédocles, Platão e Aristóteles) apresentadas ao longo deste capítulo foram organizadas com base em Lima (1988) e Futuyama (1992).

Também Empédocles (que viveu no século V a.C.) lançou algumas idéias que apresentavam concepções transformistas. Para ele, os seres vivos surgiam de órgãos que se juntavam ao acaso, de modo a produzir tanto monstros como combinações bem-sucedidas que passariam a habitar o planeta. Ainda que não de forma explícita, esta explicação contém o fundamento da idéia de seleção natural elaborada por Darwin no século XIX (LIMA, 1988).

Essas explicações grandemente mitológicas de um mundo dinâmico elaboradas por antigos gregos deu lugar às filosofias de Platão (427-347a.C.) e de Aristóteles (384-322 a.C.), que foram incorporadas à teologia cristã e tiveram um efeito dominante e permanente sobre o pensamento ocidental subsequente.

Platão concebia a existência de um “mundo das idéias” que abrangeria conceitos e formas ideais, imitadas de maneira imperfeita por seus representantes mundanos. Estes faziam parte do “mundo sensível”, juntamente com suas crenças e ilusões. A “idéia” ou “forma” de Platão, portanto, é uma essência eterna, imutável. Nesta filosofia essencialista, as variações ficam sem sentido, apenas as essências interessam.

Já Aristóteles acreditava que existia uma gradação completa na natureza, iniciando-se pelo estágio mais baixo, o inorgânico. O orgânico surgiu do inorgânico por metamorfose direta, contemplando três grupos: os vegetais, os vegetais-animais e os animais. Para estes últimos, Aristóteles construiu uma série que ia desde as formas inferiores até o homem, colocado no ápice. Essa escala natural, onde as formas simples evoluem para as mais complexas, era resultado do direcionamento de uma inteligência superior e não de um processo inerente da natureza. A esse respeito, como observa Lima (1988, p.43), “...as explicações de Aristóteles para os fenômenos naturais são teleológicas, isto é, admitem que tudo que existe tem um desígnio determinado pela natureza divina, a qual tudo governa e a tudo dá forma”.

As idéias de Platão e de Aristóteles contribuíram para o fortalecimento da concepção fixista ou criacionista, segundo a qual todos os seres vivos foram criados efetivamente em sua forma atual e assim permaneceram, fixos e imutáveis. Nesse sentido, a teologia cristã se apropriou do conceito de “forma” ou “idéia” platônica, afirmando que as essências imutáveis e eternas de todas as coisas existem na mente de Deus. Desta forma,

uma vez que Deus é perfeito, Ele deve ter materializado tudo que existia como sua idéia. Todas as coisas devem ter sido criadas no começo, e nada que Deus considerou apropriado criar poderia se extinguir, porque negar a existência de qualquer coisa em qualquer tempo introduziria imperfeição em Sua criação (FUTUYMA, 1992, p.3).

A visão essencialista de Platão e a escada da vida de Aristóteles fundamentaram a concepção da *Scala Naturae* ou Grande Escala dos Seres Vivos, na qual estavam incluídos os materiais inanimados, plantas, animais “inferiores” e humanos, até os anjos e outros seres espirituais. Esta escala deveria ser perfeita, sem lacunas, permanente e imutável, com cada ser ocupando seu lugar fixado de acordo com o plano de Deus (FUTUYMA, 1992).

Nesse contexto, cabia aos historiadores naturais catalogar a Grande Escala dos Seres Vivos, de modo a revelar a grande sapiência divina. Embora tenham dado contribuições valiosas no campo das ciências naturais, cientistas de renome, como Carl von Lineu (1707-1778) e Georges Cuvier (1769-1832), eram adeptos das idéias fixistas. As obras de Lineu, por exemplo, profundamente influentes a respeito da classificação biológica, foram concebidas para evidenciar a grande benevolência e glória do Criador (FUTUYMA, 1992).

Ao longo do século XVIII o pensamento transformista ou evolucionista, principalmente o do tipo lento e gradual, começa a se reafirmar nos meios científicos. Entre outros representantes, podemos destacar três personalidades influentes na época. Georges de Buffon (1707-1788) procurou investigar a história geológica, relacionando-a com o desenvolvimento dos seres vivos, e expressou a possibilidade de que diferentes espécies tivessem surgido por variação a partir de ancestrais comuns. Pierre-Louis Moreau Maupertuis (1698-1759) especulou que novas formas de vida poderiam se originar por geração espontânea a partir da matéria sem vida ou pelo desdobramento (o sentido literal do termo “evolução”) das potencialidades das espécies existentes. Erasmus Darwin, avô de Charles Darwin, publicou em 1794 o livro “Zoonomia”, onde desenvolveu o tema da herança dos caracteres adquiridos e descreveu a idade da Terra em milhões de anos; considerava a vida como originária de uma primordial massa protoplasmática e sugeriu o princípio da “luta pela existência” entre os organismos, retomada posteriormente por Charles Darwin (CICILLINI, 1991).

A partir do século XIX, principalmente através dos trabalhos de Lamarck e Darwin, as concepções de evolução enquanto processo lento e gradual se configuraram em teorias.

O naturalista e filósofo francês Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) foi a primeira pessoa a apresentar uma teoria evolutiva consistente como um processo de mudança dos seres vivos ao longo do tempo. A esse respeito, Futuyma (1992, p.4) nos coloca que “Lamarck merece respeito como o primeiro cientista que destemidamente advogou a evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la”. Para explicar o curso da evolução, quatro princípios foram estabelecidos por Lamarck: 1) a existência nos organismos de uma energia interna, uma tendência inerente que leva ao aumento de complexidade e à perfeição; 2) ocorrência freqüente de geração espontânea; 3) a capacidade dos organismos de se adaptarem ao ambiente, através do uso ou desuso de determinados órgãos, ocasionando uma alteração em sua morfologia; 4) herança dos caracteres adquiridos (FUTUYMA, 1992; MAYR, 1978). Para Mayr (1978), Lamarck reconheceu que muito da evolução é o que hoje em dia chamamos de adaptativo, que a grande diversidade dos organismos vivos só poderia ser explicada pela pressuposição de uma grande idade para a Terra e que a evolução era um processo gradual.

Charles Robert Darwin (1809-1882) tem um grande mérito por agrupar e organizar uma grande quantidade de evidências a favor da evolução. Recorreu ao registro fóssil, à distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia comparadas e à modificação de organismos domesticados. Ele estava preocupado não apenas em acumular evidências da evolução, mas também em conceber um mecanismo que pudesse explicá-las. No ano de 1858, juntamente com Alfred Russel Wallace (1823-1913), apresenta seus trabalhos para a Sociedade Lineana de Londres, expondo suas idéias sobre a teoria da Seleção Natural. Para Lewontin² (citado por FREIRE-MAIA, 1988), a evolução por seleção natural se resume em três princípios: 1) há variabilidade fenotípica entre os indivíduos de uma população (Princípio da Variação); 2) há uma correlação entre fenótipos de pais e dos filhos (Princípio da Herança); 3) alguns fenótipos sobrevivem mais e deixam mais descendentes que os outros (Princípio da Seleção).

De forma semelhante, Ianuzzi & Soares (2000) afirmam que a teoria darwinista compreende dois princípios fundamentais: a luta pela sobrevivência entre

os indivíduos, decorrente da tendência do crescimento populacional superar a demanda de alimento e de espaço para os indivíduos de uma população³; como resultado desta luta, apenas os mais aptos sobreviveriam, transmitindo suas características para os descendentes (seleção natural). Como decorrência desses dois princípios, o principal mecanismo de evolução passa a ser o da seleção natural das características hereditárias dos organismos e os organismos são concebidos como produtos de uma história de descendência com modificação lenta e gradual, a partir de ancestrais comuns.

Desta forma, as duas teses fundamentais de Darwin, apresentadas no livro *A Origem das Espécies*, eram que "...os organismos são produtos de uma história de descendência com modificações a partir de ancestrais comuns, e que o principal mecanismo da evolução é o da seleção natural das variações hereditárias" (FUTUYMA, 1992, p.8-9)⁴.

A grande importância da primeira tese foi fornecer uma estrutura conceitual para o estudo da zoologia comparada, morfologia, embriologia, paleontologia e biogeografia, porque as relações entre os seres passaram a ser compreendidas a partir da concepção de ancestralidade comum e não mais como similaridades no esquema da criação.

Em relação à segunda tese (seleção das variações hereditárias), Darwin encontrou problemas ao tentar explicar a natureza da herança. Uma explicação lançada por ele foi a chamada *Teoria da Pangênese*, que admitia que cada parte do corpo, em seu funcionamento, produziria diminutas partículas denominadas gêmulas. Estas se concentrariam nas gônadas, de onde seriam transmitidas para os descendentes. Assim, cada organismo seria o resultado da mistura das gêmulas de seus genitores (FREIRE-MAIA, 1982; FREIRE-MAIA, 1988; LIMA, 1988). Esta hipótese lançada por Darwin nos remete à noção lamarckiana da herança dos

² LEWONTIN, R.C. *The genetic basis of evolutionary changes*. Columbia, Nova York. 1974.

³ Esta idéia da luta pela sobrevivência foi concebida por Darwin no ano de 1838, a partir da leitura de *Essay on the Principle of Population* (1798), do economista Thomas Malthus, que argumentava que o crescimento sem controle da população humana deveria levar à fome, à pobreza e à guerra. Darwin percebeu então uma explicação para a evolução: o crescimento das populações tende a ser maior do que o dos recursos, de modo que nem todos os indivíduos podem sobreviver, o que leva a uma luta pela sobrevivência, de um indivíduo com outro da mesma espécie ou com indivíduos de espécies diferentes.

⁴ Para uma visão mais completa dos princípios do darwinismo, ver: FREIRE-MAIA, N. Do darwinismo de Darwin ao darwinismo moderno. *Ciência & Cultura*, v.34, n.2, p.147-150, 1982. Neste trabalho, o autor apresenta um resumo do "sistema" darwinista em dezesseis pontos, abordando, entre outros: Herança, Variações Hereditárias, Seleção Natural, Seleção Sexual, Variações Neutras, Caracteres Adquiridos, Pangênese, Especiação Simpátrica, Impulso Evolutivo e Deus. Uma versão posterior deste trabalho, em que o autor desenvolve cada um dos tópicos mencionados, pode ser encontrada em: FREIRE-MAIA, N. *Teoria da Evolução: de Darwin à teoria sintética*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1988. Capítulo III – "O Darwinismo de Darwin".

caracteres adquiridos, pois à medida que as partes do corpo se alteram por ação do ambiente, as gêmulas produzidas também deveriam se modificar. Além do mais, como um organismo era resultado da mistura das gêmulas de seus genitores, a tendência de uma população seria rapidamente se tornar homogênea e, assim, a seleção natural não teria mais efeito. Nesse contexto, quaisquer variações que surgissem seriam rapidamente perdidas pela homogeneização e a seleção natural não teria qualquer ação sobre uma população (FUTUYMA, 1992).

Foi em meio a essa discussão, no final do século XIX, que surgem as concepções de evolução não gradualistas, que sugeriam que as diferentes formas de vida poderiam aparecer de forma brusca ao longo do tempo geológico. Essas idéias formam o que chamamos de concepção saltacionista da evolução.

Por volta de 1900, Hugo De Vries, um dos mendelianos pioneiros, realizou experiências com a planta *Oenothera lamarckiana*, observando o surgimento, em diferentes gerações, de variantes a partir de uma única espécie original. Uma vez que “espécies” eram encaradas como formas que diferiam de maneira discreta em morfologia, interpretou que as variantes surgidas eram “espécies novas”. Conforme coloca Freire-Maia (1988, p.358), “não observou intermediários porque as espécies novas surgiam já feitas, aos saltos. A esses saltos, ele deu o nome de mutação”. Surge assim a Teoria Mutacionista de Evolução, colocando temporariamente o darwinismo em segundo plano. “Se a espécie pudesse surgir puramente através de mutação, sua origem não necessitaria da seleção natural. Deste modo, os princípios-chave de Darwin, a seleção natural e a mudança gradual, foram descartados” (FUTUYMA, 1992, p.10). Posteriormente, através de novos estudos sobre mutações, verificou-se que as “espécies novas” que De Vries viu surgir a partir de uma espécie original representavam apenas variações de organismos dentro da mesma espécie. Eram “...aberrações cromossômicas numéricas de vários tipos, associadas ou não a mutações genéticas, já existentes ou não na forma original” (FREIRE-MAIA, 1988, p.360). Sobre esta teoria, Mayr⁵ (citado por FREIRE-MAIA, 1988, p.360) enfatiza que De Vries a construiu sobre uma única espécie excepcional, concluindo que “...as espécies não se *originam* pela luta pela existência e pela seleção natural, mas que são *eliminadas* por esses fatores”.

⁵ MAYR, E. *The growth of biological thought*. Diversity, evolution and inheritance. Belknap Press of Harvard Univ., Cambridge, MA. 1982.

Entre as décadas de 30 e 40 do século XX, surge a Teoria Sintética da Evolução, reconciliando os fundamentos da teoria de Darwin com as descobertas da genética, área do conhecimento que estava em pleno desenvolvimento. Segundo Mayr (1978, p.44), “a nova ‘Teoria Sintética’ de Evolução ampliou a teoria de Darwin à luz da Teoria Cromossômica da Herança, Genética de População, o conceito biológico de espécie e muitos outros conceitos de Biologia e Paleontologia”. Para ele,

a nova síntese é caracterizada pela completa rejeição da herança dos caracteres adquiridos, uma ênfase na progressão gradual da evolução, a constatação de que os fenômenos evolutivos são fenômenos de população e a reafirmação da irrefutável importância da seleção natural (MAYR, 1978, p.44).

Desta forma, para a Teoria Sintética a Evolução é um fenômeno de duas faces: a produção da variabilidade gênica (principalmente por mutações e recombinação gênica) e a escolha de variantes pela seleção natural.

No ano de 1972 ressurgem as discussões em torno da progressão gradual da Evolução, com o estabelecimento da Teoria do Equilíbrio Pontuado, desenvolvida pelos paleontólogos Eldredge e Gould. Se a Evolução ocorre de maneira lenta e gradual, então isso deveria se refletir no registro fóssil; a origem de uma nova espécie deveria estar representada por uma longa seqüência de formas contínuas, ligando o ancestral aos descendentes. Porém, o que se observava no registro fóssil eram hiatos morfológicos, interpretados pelos gradualistas como falhas no registro geológico. Diante disso e descontentes com estas explicações, Eldredge e Gould passaram a conceber a Evolução não como um desdobramento gradual, mas sim como “um processo onde ocorre um equilíbrio homeostático – *estase* evolutiva – pontuado apenas raramente por rápidos e episódicos eventos de especiação” (BARBERENA⁶, citado por IANNUZZI & SORES, 2000, p.73)⁷. Vale destacar que, durante esses períodos de estase ou tranqüilidade não ocorre estagnação total do processo evolutivo, mas sim pequenas mudanças em torno da média das características das populações. Os autores estimam que as fases de

⁶ BARBERENA, M.C.. Microevolução e macroevolução: a perspectiva da paleontologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, SBG, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, v.1, p.465-476.

⁷ Para explicar os eventos de especiação em sua teoria, Eldredge & Gould basearam-se no modelo de especiação alopátrica (efeito do fundador), segundo o qual ocorre migração de uma pequena parte da população para outra área, além dos limites daquela ocupada pela população original. Segue-se uma rápida e significativa

pontuação devem compreender cerca de 1% ou menos do período de estase, considerando o tempo total de existência da espécie⁸.

Também na década de 70, a partir das pesquisas desenvolvidas por Kimura, coloca-se em questão o papel determinante do ambiente (seleção natural) no processo evolutivo. Kimura estabeleceu a Teoria Neutralista, com ênfase aos aspectos da evolução molecular. Três descobertas a respeito da taxa de substituição de aminoácidos em uma determinada proteína fundamentaram essa teoria: 1. essa taxa é semelhante em diferentes espécies; 2. a taxa é alta (no mínimo uma base por genoma, cada dois anos em uma linha de mamíferos); 3. a taxa parece não ter um padrão definido (KIMURA, 1968, 1979). Como consequência, a Teoria Neutralista prevê dois resultados principais:

1. a maioria das substituições de nucleotídeos, no curso da evolução, deve resultar da fixação ao acaso de mutações neutras ou quase neutras e não do efeito da seleção natural positiva;
2. muitos polimorfismos protéicos devem ser seletivamente neutros, ou quase neutros, sendo mantidos na população pelo equilíbrio entre a taxa de mutação e a taxa de extinção ao acaso (CHAUTARD-FREIRE-MAIA, 1990, p.362).

Portanto, de acordo com esta teoria, grande parte da mudança evolutiva em nível molecular é impulsionada pelo acaso, colocando os fatores internos dos organismos como essencialmente importantes e relevando a seleção natural a um segundo plano. A respeito dessa teoria, Lima (1988, p.71-72) coloca que:

Considero inaceitável que toda evolução seja determinada exclusivamente pela deriva genética, ou seja, pelo acaso, pois entendo que apenas a seleção possibilita a fina e complexa adaptação dos organismos ao meio; contudo não se pode desprezar a constatação de que boa parte das mutações seja neutra e, portanto, que a evolução seja parcialmente governada pelo acaso. Aceitando que a seleção natural não seja tão universal e que nem toda característica seja adaptável, a dúvida consiste em determinar qual parcela da evolução é determinada pela seleção natural, qual pelo acaso ou por outros mecanismos.

Percebe-se, portanto, a partir do panorama exposto, que existe ainda hoje uma ampla discussão a respeito de diversos aspectos da teoria evolutiva. Se por um

diferenciação da população emigrada por ação da deriva genética, podendo dar origem a uma nova espécie (IANNUZZI & SOARES, 2000).

⁸ CHAUTARD-FREIRE-MAIA (1990) aponta que a evolução em mosaico, resultante de taxas não uniformes de mudanças em diferentes estruturas, poderia explicar esse padrão evolutivo. Desta forma, o conceito de estase estaria sendo aplicado apenas às estruturas conservadas pela fossilização, enquanto que as demais poderiam ter se modificado, mesmo amplamente, através do tempo geológico. Diante disso, Stebbins & Ayala (1985)

lado essa teoria é um paradigma que delinea a compreensão dos diversos fenômenos biológicos na atualidade, por outro lado são intensas as discussões a respeito dos mecanismos evolutivos e de como ocorre o processo de especiação. Algumas dessas discussões, brevemente aqui pontuadas, incluem se a evolução ocorre de forma gradual ou aos saltos (gradualismo x pontualismo), ou ainda se a seleção natural possui um papel tão determinante no curso da evolução (selecionistas x neutralistas). De qualquer forma, esses debates fazem parte da atividade científica, o que levará, futuramente, a uma síntese mais abrangente dos conhecimentos dessa área.

1.2 Evolucionismo e criacionismo

Os debates sobre a Evolução Biológica não se têm limitado apenas à comunidade científica. Quando Darwin publicou a “Origem das Espécies” e divulgou suas idéias evolucionistas, houve uma oposição muito grande por parte do clero e dos adeptos do fixismo (criacionismo).

Freire-Maia (1985) aponta diferenças entre concepções fixistas e criacionistas. Segundo este autor, as idéias que se opõem ao evolucionismo são as idéias fixistas, que pressupõem que as espécies sejam fixas e imutáveis. Desta forma, “evolucionismo e fixismo são teorias científicas antagônicas que podem igualmente se assentar sobre a idéia da criação” (FREIRE-MAIA, 1985, p.2029). Diante disso, o autor define quatro posições fundamentais: 1. *criacionistas-fixistas estritos*, que acreditam que Deus criou todos os seres vivos e, desde o início, não houve mudanças evolutivas; 2. *criacionistas-semifixistas*, que entendem que Deus criou as espécies animais e vegetais selvagens e estas permaneceram fixas até hoje. A partir de ancestrais selvagens e pelo trabalho do homem, surgiram os animais domésticos e as plantas cultivadas. É nesta categoria que o autor inclui os fundamentalistas e as idéias do “criacionismo científico”; 3. *evolucionistas-materialistas*, que entendem que a matéria existiu sempre ou surgiu por acaso, e a evolução ocorre pela ação de fatores naturais, sem necessidade de uma intervenção divina; 4. *criacionistas-evolucionistas*, que pressupõem que a matéria foi criada por Deus com propriedades evolutivas. Nesta última visão, “a evolução representa a

colocam que esse argumento do pontualismo se aplicaria mais a características e pouco a organismos inteiros, ou seja, enquanto uma característica permanece em estase, diversas outras evoluem.

série de acontecimentos que decorreram pela ação de fatores naturais, em consequência daquelas potencialidades. Deus está presente na origem e no destino de tudo” (FREIRE-MAIA, 1985, p.2030). A distinção entre as duas últimas posições é profunda, porém limita-se à esfera filosófica e religiosa. Ambas aceitam a teoria evolucionista como atualmente está formulada, formando assim uma unidade sob o ponto de vista científico.

Nesta pesquisa, quando nos reportamos aos criacionistas ou ao movimento criacionista, estamos levando em conta a colocação de Lima (1988, p.23), segundo o qual “os criacionistas são membros de algumas organizações evangélicas protestantes fundamentalistas, que afirmam ser literalmente verdadeira a descrição da criação da vida apresentada no Gênesis”⁹.

Atualmente, os principais grupos criacionistas no mundo encontram-se nos Estados Unidos, já que neste país o protestantismo é a religião mais disseminada, particularmente nos Estados do sul, região conhecida como “cinturão da Bíblia” (LIMA, 1988). Foi nos Estados Unidos que surgiram associações com o objetivo de pesquisar e divulgar as idéias criacionistas, tais como a Sociedade para Pesquisa da Criação (CRS), no ano de 1963; o Centro para Pesquisas da Ciência da Criação (CSRC), em 1970; e o Instituto para Pesquisa da Criação (ICR), em 1972. Este último é o grupo atualmente mais ativo, distribuindo publicações por todo os Estados Unidos, divulgando e justificando a “ciência” da Criação.

No Brasil, destacamos a atuação mais expressiva de duas organizações. A Sociedade Criacionista Brasileira (SCB) estabeleceu-se em 1972 e atualmente parece ter um movimento bastante organizado, promovendo eventos (vários deles semelhantes a congressos científicos), editando livros e revistas que divulgam as idéias criacionistas e até mesmo auxiliando na manutenção das diversas Faculdades Adventistas. Também é importante mencionar a Associação Brasileira de Pesquisa da Criação (ABPC), fundada no ano de 1979, ligada aos evangélicos tradicionais e em conexão com o Instituto para Pesquisa da Criação, dos Estados Unidos.

⁹ O fundamentalismo tem origem nas primeiras décadas do século XX, a partir de um grupo de protestantes conservadores do sul dos Estados Unidos. Seus princípios são originários de uma declaração da Igreja Presbiteriana, no ano de 1910, contendo os cinco princípios fundamentais da fé (daí o nome de “fundamentalistas”): 1) a veracidade absoluta da Bíblia; 2) o nascimento virginal de Jesus; 3) a ressurreição física de Jesus; 4) a autenticidade de seus milagres, prova de sua divindade; 5) a expiação dos pecados pelo sacrifício de Cristo. O objetivo básico dos fundamentalistas é defender o princípio de plena inspiração divina na Bíblia. Para eles, “a Bíblia foi *totalmente* inspirada por Deus, tintim por tintim, em todas as particularidades e minudências. Por isso a Bíblia não erra, não pode errar: esta é a doutrina da ‘inerrância bíblica’, noutras palavras, da infalibilidade da *letra* das escrituras, da autoridade inquestionável daquilo que *está escrito* na Bíblia, e do modo como está escrito” (PIERUCCI, 2004).

Semelhantes a estas duas, associações e centros de divulgação do criacionismo vêm aumentando no Brasil nos últimos anos (CRUZ, 2004).

Um exemplo de publicação que procura divulgar o criacionismo no Brasil é o livro “A Vida – Qual a sua Origem: a evolução ou a criação?”, publicado pela Sociedade Torre de Vigia de Bíblias e Tratados (WATCHTOWER BIBLE AND TRACT SOCIETY, 1985). Neste livro, o autor se propõe a apresentar uma profunda pesquisa de como a vida surgiu na Terra e a perspectiva de futuro da humanidade. Coloca uma série de argumentos que visam “derrubar” a teoria evolucionista, não só através de informações bíblicas mas também através da interpretação de alguns fatos científicos que levem o leitor a duvidar da Teoria da Evolução¹⁰. Após a exposição de alguns tópicos evolucionistas, no último capítulo o autor conclui:

Precisamos encarar o fato de que a teoria da evolução serve ao propósito do Satanás. Ele deseja que as pessoas imitem o proceder dele, e o de Adão e Eva, ao rebelarem-se contra Deus. Isto se dá especialmente agora, uma vez que o Diabo dispõe apenas de ‘curto período de tempo’. (Revelação 12:9-12) Assim, crer na evolução significaria promover os interesses dele e ficar cego diante dos maravilhosos propósitos do Criador. (...) Deveríamos sentir mais forte indignação diante da doutrina da evolução e de seu originador, uma vez que a intenção é privar-nos da vida eterna. – 1 Pedro 5:8 (WATCHTOWER BIBLE AND TRACT SOCIETY, 1985, p.248).

Na realidade, a luta dos criacionistas não é nova. Segundo coloca LIMA (1988), desde o século XIX eles vêm lançando mão de diversas estratégias com o objetivo de dificultar a divulgação de idéias evolucionistas e, particularmente, o ensino da Evolução.

Nesse sentido é que facções criacionistas conseguiram aprovar uma lei em 1925, no estado do Tennessee (Estados Unidos), que prescrevia punição para qualquer professor, em qualquer dos níveis de ensino público, caso este ensinasse que o homem descende de uma ordem inferior de animais ao invés da história de criação divina relatada na Bíblia. Em decorrência desta lei, o professor John Scopes foi a julgamento no próprio ano de 1925, condenado por ensinar a teoria da evolução. Embora o desfecho do julgamento deste professor mostrou que a lei não

¹⁰ Por exemplo, no capítulo 8 (“São as mutações uma base para a Evolução?”), o autor procura argumentar que é impossível que as mutações sejam a matéria-prima para a evolução. Nesse sentido, apresenta comentários de diversas personalidades do meio científico onde afirmam que grande parte das mutações são deletérias. Com isso, procura associar a ocorrência das mutações com processos que causam danos ou como algo nocivo aos seres vivos. Na seqüência, busca mostrar que as mutações não produzem novidades (espécies novas), apenas organismos “segundo as suas espécies”, confirmando assim o que está escrito no capítulo 1 do Gênesis. Finaliza sua argumentação afirmando que “a conclusão é clara. Não há quantidade de mudança genética acidental que

seria realmente aplicada, ela permaneceu em vigor até o ano de 1967 (GOULD, 1992). A esse respeito, Gould (1992) adverte ainda que, mesmo a lei não sendo aplicada, quantos professores não deixaram de ensinar evolução e reprimiram seus pontos de vista, e quantas crianças não deixaram de aprender uma das mais fabulosas idéias desenvolvidas pelos cientistas?

No ano de 1968, a Suprema Corte dos Estados Unidos declarou que as leis que baniam o ensino da evolução eram inconstitucionais. Desta forma, os criacionistas lançaram mão de uma nova estratégia: procuraram garantir o mesmo tempo para o ensino do Gênesis, sempre que a teoria da evolução fosse abordada (LIMA, 1988). Foi nesse contexto que no ano de 1969, no estado da Califórnia, foi aprovada uma recomendação para que a origem da vida por criação de acordo com a Bíblia fosse ensinada juntamente com o darwinismo. Em decorrência disso, os fundos para livros de Biologia distribuídos nas escolas só seriam liberados pelo Estado se obedecessem a esta recomendação (CICILLINI, 1991).

Casos recentes nos Estados Unidos reacenderam essa polêmica. No ano de 1999, o Conselho de Educação do Estado de Kansas decidiu retirar a teoria de Darwin do currículo escolar (BONALUME NETO, 1999; NOGUEIRA, 2003; RAZERA, 2000; RAZERA & NARDI, 2001). Posteriormente, no ano de 2001, o ensino da Evolução voltou a ser obrigatório nesse estado. Mesmo assim, a redação do documento do governo do Kansas procurou contemplar preocupações religiosas, afirmando que o entendimento da evolução não implica a crença nessa teoria (ENSINO, 2001). No ano de 2000, em meio a essa discussão, questionado em uma entrevista a respeito desse episódio, Stephen Jay Gould declarou que

... a única razão pela qual isso ocorreu é porque ninguém mais vota em assembleias da associação [Associação de Pais e Mestres do Kansas]. Portanto, certas minorias podem dominar. Esse grupo de fundamentalistas demorou três turnos para assumir a associação no Kansas. (...) São os milhares de professores que não são corajosos o suficiente, assim como a maioria dos humanos, que vão ensinar menos evolução para não ter problemas (CRUZADA, 2004).

Em 2002, ainda nos Estados Unidos, o Conselho de Educação do Estado de Ohio deixou aberta às escolas públicas a opção de incluir as idéias do *Intelligent Design* (“Design Inteligente”, como vem sendo chamado no Brasil) em suas aulas de

possa fazer com que uma espécie de vida se transforme em outra espécie” (WATCHTOWER BIBLE AND TRACT SOCIETY, 1985, p.110).

Biologia (NELSON, 2004; NOGUEIRA, 2003). No final de 2004, o comitê escolar da pequena cidade de Dover, no Estado da Pensilvânia, aprovou, pois seis votos a três, que o curso de Biologia para os adolescentes de 15 anos deveria também incluir essa teoria (BUNCOMBE, 2004). O movimento, também denominado Teoria do Planejamento Inteligente, surgiu nos Estados Unidos, procurando reforçar o chamado “criacionismo científico” e acusar o evolucionismo de dogmatismo “...que, se apoiando na metafísica materialista, retira Deus das explicações dos fenômenos naturais, desautorizando o criacionismo como explicação alternativa” (SEPÚLVEDA, 2004). Desta forma, sob o rótulo de “científico”, o movimento parece buscar formas de introduzir suas idéias nos currículos escolares americanos. De acordo com Gould (2002, p.102), “a tentativa forçada e persistente dos criacionistas primitivos de introduzir seu dogma teológico parcial e minoritário no currículo científico das escolas públicas americanas não pode ser considerado, pelo menos não de forma legítima, um episódio de alguma suposta guerra entre a ciência e a religião”. Em decorrência disso, se a situação admite alguma dicotomia, esta seria entre

...defensores da Primeira Emenda em prol da separação da Igreja e do Estado versus teocratas que transformariam suas certezas em políticas de Estado oficiais; ou ainda, de maneira mais geral, defensores da livre investigação e do direito dos professores de apresentar da melhor forma possível sua compreensão de um determinado assunto à luz de sua formação profissional versus uma imposição curricular feita por sensibilidades ou crenças locais (ou apenas por aqueles que fazem mais barulho ou ganham poder transitório), independentemente do estado do conhecimento natural ou do grau de especialização dos professores (GOULD, 2002, p.103).

No ano de 2004, essas discussões tornaram-se também calorosas aqui no Brasil, com a decisão do governo do estado do Rio de Janeiro de introduzir o ensino do criacionismo nas escolas públicas estaduais (GAZIR, 2004). Tal decisão foi respaldada pelo Artigo 210 da Constituição Federal de 1988, que estabelece o Ensino Religioso, de matrícula facultativa, como disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental. Em entrevista ao jornal Folha de S. Paulo, Ennio Candotti, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, declarou que grupos políticos evangélicos descobriram no criacionismo um instrumento para “marcar posição, criar polêmica, ganhar visibilidade e arrebanhar apoio”, e que “isso não é uma iniciativa sincera de discutir fé e religião” (GAZIR, 2004). Por outro lado, o secretário da Educação do Estado do Rio de Janeiro

argumenta que “a religião, além de questão de fé, é também um ramo do conhecimento” e que a inclusão do Ensino Religioso na rede pública estadual “traduz a vontade de outros setores que não o governo, pois foi aprovado pela Assembléia Legislativa” (MENDONÇA, 2004).

Em meio a essa discussão, o presidente da Associação Brasileira de Pesquisa da Criação fez algumas declarações, procurando enfatizar a importância da liberdade de expressão para que o criacionismo possa ser explicado em sala de aula em termos científicos. Assim, criticou a decisão da secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro por ter como objetivo oferecer apenas informação religiosa, argumentando que

... não é de criacionismo baseado apenas em informação religiosa que precisamos, muito menos ensinado de modo superficial, porque isso só favorece o ensino do evolucionismo, apresentado sempre com o rótulo de científico. (...) Se evolucionistas têm a melhor explicação para as nossas origens, não deveriam temer a presença criacionista. E, ao contrário do que muitos pensam, que isto poderia trazer confusão aos alunos, a apresentação de ambos os modelos, criacionista e evolucionista, daria a eles a oportunidade de refletir e decidir pelo que tiverem considerado o melhor argumento sobre as nossas origens, o que obviamente não pode acontecer em uma estrutura de ensino unilateral (SILVA NETO, 2004).

Observando as declarações de membros do poder público do estado do Rio de Janeiro, de alguns professores do norte fluminense e do presidente da Sociedade Criacionista Brasileira, Sepúlveda (2004) sumariza quatro argumentos utilizados em defesa do ensino do criacionismo:

1) o evolucionismo é apenas uma teoria; 2) o evolucionismo é imposto aos alunos, ao ser ensinado como uma teoria científica; 3) os alunos aprendem, ou desaprendem, que a evolução das espécies é cientificamente comprovada e isso é ensinado como verdade absoluta; 4) o evolucionismo é tão questionado quanto o criacionismo.

Com isso, procura evidenciar que os defensores do criacionismo concentram-se em atacar o evolucionismo e seu ensino ao invés de argumentar a respeito da pertinência e legitimidade da “teoria criacionista”. Desta forma, os criacionistas “acabam utilizando, de maneira deturpada, os próprios critérios do conhecimento científico para buscar desqualificar a teoria da evolução” (SEPÚLVEDA, 2004). Por fim, a autora procura resgatar os pressupostos epistemológicos da Ciência no sentido de esclarecer como debates controversos no

campo científico (tais como a explicação dos mecanismos evolutivos) têm sido utilizados pelos criacionistas para “alardear que o Darwinismo estaria entrando em crise e que a evolução é uma questão controversa na Ciência” (SEPÚLVEDA, 2004)¹¹. Nesse sentido, Gould (1992, p.256) coloca que

...nenhum biólogo foi levado a duvidar do fato de que a evolução ocorreu. Estamos todos tentando explicar a mesma coisa: a árvore da descendência evolutiva, que liga todos os organismos pelos laços da genealogia. Os criacionistas pervertem esse debate e o tornam caricato, quando convenientemente menosprezam a convicção comum a ele subjacente e falsamente sugerem que nós agora colocamos em dúvida o próprio fenômeno que nos esforçamos para entender.

Diante do exposto sobre a introdução do ensino do criacionismo no Brasil, fica uma primeira impressão de que grupos políticos estão se utilizando do sistema educacional para conquistar a simpatia de setores religiosos da sociedade. Sua ação não se mostrou muito articulada com organizações que procuram introduzir o chamado “criacionismo científico” nas escolas brasileiras, tal como a Associação Brasileira de Pesquisa da Criação, o que pode ser um indicativo de uma política sem muitas conseqüências sérias para o ensino das Ciências. De qualquer forma, é importante que estejamos sempre atentos às decisões que possam obscurecer o entendimento dos fundamentos da Ciência e de seus principais avanços históricos.

É importante ressaltar que as objeções aqui apresentadas ao movimento criacionista não devem ser estendidas para a religião ou para uma visão religiosa da vida. Em consonância com Gould (2002, p.118), entendemos que “os criacionistas não representam o magistério da religião. Eles promovem de maneira zelosa uma doutrina particularmente teológica – uma visão da religião intelectualmente marginal e demograficamente minoritária que desejam impor ao mundo todo”.

A respeito de uma possível relação harmônica entre ciência e religião, Gould (2002) propõe o conceito de Magistérios Não-Interferentes (MNI)¹². Ao magistério da ciência caberia explorar e conhecer a natureza factual dos fenômenos, desenvolvendo teorias que coordenem e expliquem esses fatos. Por outro lado, as

¹¹ Para maiores esclarecimentos sobre essa questão, ver: Revista ComCiência, volume especial sobre Evolucionismo e Criacionismo, julho de 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/creditos.shtml>>.

¹² GOULD (2002, p.13) define magistério como “uma área onde uma forma de ensinamento tem as ferramentas apropriadas para um discurso e solução significativos”. Desta forma, cada magistério ou área de investigação delimita suas próprias regras e suas próprias questões admissíveis, estabelecendo critérios próprios para o julgamento e a solução.

discussões de moral, ética, desígnios, significados e valores humanos caberiam mais tradicionalmente ao magistério da religião.

O autor considera, primeiramente, que esses magistérios (ciência e religião) têm um valor igualmente necessário para qualquer vida humana plena. Segundo, esses magistérios são distintos e inteiramente separados em seus estilos de investigação, não importando quanto uma pessoa se esforce para integrar as noções das duas áreas para construir uma visão completa da vida. A respeito da imiscibilidade entre esses magistérios, esse autor afirma que:

...assim como as camadas de óleo e água, o contato entre os magistérios não poderia ser mais íntimo e evidente em cada micrômetro quadrado do contato. A ciência e a religião não rosnam uma para a outra de molduras separadas em paredes opostas do Museu de Artes Mentais. A ciência e a religião se tocam de maneira complexa em todas as escalas fractais de similaridade (GOULD, 2002, p.57)¹³.

Em consonância com essas idéias, portanto, entendemos ser fundamental um diálogo entre os magistérios da ciência e da religião, cada qual respeitando os limites de sua área de investigação, de forma que seus conhecimentos se complementem para que o indivíduo possa construir uma visão de mundo mais plena de verdade e significado. Nesse contexto, o criacionismo parece se apresentar como um movimento que excede os limites de seu magistério (ao tentar explicar fatos e fenômenos, que caberiam ao magistério da ciência), fruto do radicalismo de um grupo que procura impor sua visão de mundo além dos limites do magistério da religião e da tolerância pela diversidade.

¹³ Quando o autor utiliza a expressão “Museu de Artes Mentais”, faz analogia a um museu de artes contendo uma galeria de quadros, onde há diversas telas diferentes, cada uma limitada por uma sólida moldura. Cada tela equivaleria a um magistério, cada qual bem delimitada por sua moldura. Podemos apreciar a beleza e o valor de cada uma, cada qual nos limites de sua extensão.

CAPÍTULO 2

BIOLOGIA, EVOLUÇÃO E ENSINO

Neste capítulo, são feitas algumas considerações a respeito do desenvolvimento da Biologia enquanto ciência, o ensino da Biologia nos níveis básicos e a importância da Evolução para a compreensão mais consistente do fenômeno vida. Além disso, são analisadas algumas investigações que tratam das concepções de estudantes e de professores sobre evolução.

Até meados do século XIX, a vida poderia ser explicada por diversas correntes de pensamento, tais como o fixismo, o vitalismo e o transformismo. A História Natural era a ciência que estudava os fenômenos da vida, porém, ocorria um acúmulo gigantesco de informações desarticuladas nas diferentes áreas do conhecimento biológico. Os estudos eram realizados por “naturalistas”, a partir da observação direta da natureza, sem a interferência ou a utilização de outras formas de conhecimento, como a Física e a Química, por exemplo (CICILLINI, 1991).

Neste mesmo período, no ano de 1859, Charles Darwin publica seu livro “Origem das Espécies”, fazendo com que as informações no campo biológico, até então acumuladas e desarticuladas, ganhassem um novo sentido e uma coerência a partir da interpretação das relações existentes entre os organismos vivos.

Além da Teoria da Evolução, o estabelecimento da Teoria Celular, o desenvolvimento nos estudos da hereditariedade e o estudo das funções dos organismos através de análises químicas fizeram com que houvesse, no final do século XIX e início do século XX, uma delimitação de uma série de novos objetos de estudo na Biologia. Se por um lado essa determinação de novos objetos de estudo auxiliou a compreender melhor os fenômenos biológicos, por outro propiciou um processo de fragmentação nas Ciências Biológicas. Em decorrência disso, atualmente a Biologia abrange diversas áreas de conhecimento, tais como a Zoologia, a Botânica, a Fisiologia, a Genética, Histologia, entre outras (CICILLINI, 1991).

Na primeira metade do século XX desenvolvem-se os conhecimentos da Biologia Molecular, muito em função dos avanços das ciências físicas e químicas, da tecnologia e de sua utilização crescente na produção do conhecimento biológico.

Diante dessa diversidade de áreas de conhecimentos biológicos, a Teoria da Evolução passou a ter um papel fundamental para dar um sentido à toda ciência

Biologia e coerência às inter-relações entre os organismos e aos fenômenos de hereditariedade. Jacob (1983, p.20) coloca que:

Em Biologia, existe um grande número de generalizações, mas poucas teorias. Entre estas, a teoria da evolução ocupa uma posição mais importante que as outras, porque reúne uma massa de observações oriundas dos mais diversos domínios que, caso contrário, permaneceriam isolados; porque inter-relaciona todas as disciplinas que se interessam pelos seres vivos, porque instaura uma ordem na extraordinária variedade de organismos e liga-os estreitamente ao resto da Terra; em suma, porque fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade.

Desta forma, entendemos que a concepção de Evolução é indispensável para a compreensão coerente da relação entre os seres vivos e a construção dos conhecimentos biológicos. Ela é, portanto, um *princípio ordenador* que articula e dá sentido aos diversos conhecimentos sobre o fenômeno vida.

2.1 A Evolução e o ensino de Biologia

No que tange ao ensino de Biologia nos níveis básicos, ao se fazer uma retrospectiva histórica, percebe-se que este ensino refletiu, muitas vezes, os conflitos e as contradições da construção do conhecimento biológico em relação a alguns aspectos de sua produção.

Até a década de 50 do século XX, o ensino de Biologia no Brasil sofreu forte influência do ensino europeu, tanto por meio de livros que aqui eram utilizados como pelos professores estrangeiros que vieram trabalhar nas escolas superiores brasileiras (KRASILCHIK, 1986, 2004). O objeto de estudo da Biologia era o organismo como um todo, sendo subdividida em Botânica, Zoologia e Biologia Geral, esta última englobando os conteúdos básicos de Citologia e de Genética. Este ensino tinha um caráter preponderantemente informativo, com o objetivo central de transmitir informações atualizadas. Desta forma,

...a escola reproduzia aspectos privilegiados do conhecimento biológico de meados do século XIX, até o momento em que Darwin publica seus trabalhos sobre a Evolução dos seres vivos – as áreas até então mais desenvolvidas eram a Zoologia e a Botânica, principalmente no que se refere aos aspectos descritivos e taxonômicos (CICILLINI, 1991, p.15).

Conforme aponta Krasilchik (1986, 2004), a partir da década de 60 o ensino de Biologia passou a dar ênfase à análise dos fenômenos comuns a todos os seres vivos. Esta análise, feita em todos os níveis de organização, da molécula à comunidade, teve como consequência a inclusão de uma nova gama de assuntos no currículo, com privilégio àqueles que dessem uma visão mais integradora do fenômeno vida, tais como a Ecologia, Genética de Populações e Evolução.

Além disso, em decorrência dos diversos problemas sociais da primeira metade do século XX, tais como as Grandes Guerras e a proliferação de diversas doenças no mundo, ocorreu um grande investimento em pesquisas científicas, especialmente na área de Biologia Molecular. Essa situação acarretou, no ensino de Biologia do então 2º grau, mudanças no sentido de melhor preparar o aluno para seu exercício de cidadão. Esta melhor preparação teve como significado, entre outras coisas, "...introduzir os alunos na pesquisa científica, ou seja, fazê-lo vivenciar as etapas de investigação científica" (CICILLINI, 1991, p.15).

Ainda na década de 60 e também nos anos 70, as propostas de mudança no ensino de Biologia no Brasil ocorreram mais intensamente através da tradução, adaptação e divulgação de duas versões (verde e azul) do projeto norte-americano denominado *Biological Sciences Curriculum Studies* (BSCS), do Instituto Americano de Ciências Biológicas. Este projeto tinha como objetivo atualizar o ensino de Biologia nos níveis básicos, enfatizando alguns temas gerais. Entre estes, destacamos: a evolução dos seres vivos através do tempo; diversidade dos tipos e padrões dos seres vivos; continuidade genética da vida (KRASILCHIK, 1986, 2004).

Desta forma, no período compreendido entre as décadas de 60 e início da década de 70, o ensino de Biologia teve como diretrizes gerais fazer com que os alunos pudessem adquirir conhecimentos atualizados e representativos do desenvolvimento das ciências biológicas e vivenciar o método científico (KRASILCHIK, 1986, 1996).

A partir da década de 70, com a eclosão de enormes problemas sociais e ambientais, colocou-se em dúvida a esperança depositada na ciência para a solução de grandes problemas da humanidade. Muitos educadores, diante desse novo quadro, passaram a admitir que o ensino de Biologia deveria contribuir, além da aquisição de conhecimentos e a vivência do processo de investigação científica, para que o aluno pudesse analisar as implicações sociais dos avanços da ciência e da tecnologia (KRASILCHIK, 1986, 2004).

Enquanto ocorriam essas mudanças no ensino de Biologia, nas mesmas décadas de 60 e 70, aconteceram modificações sensíveis na educação brasileira. Por um lado, ocorreu um significativo aumento do número de vagas na rede pública de ensino, que absorveu uma clientela bastante diversificada. Essas mudanças não foram acompanhadas pela ampliação de recursos para a educação nem pela análise criteriosa da escola adequada à população que a freqüentava. Por outro lado, no plano normativo, foram incorporados alguns aspectos mencionados da renovação do ensino de Biologia. Conseqüentemente, ocorreu um descompasso entre as ações para a inovação do ensino de Biologia no plano normativo e a realidade das condições de trabalho do professor e do crescimento da rede pública de ensino (SÃO PAULO, 1988, 1992).

Diante desse quadro, na década de 80 organizou-se um movimento no sentido de apresentar novos modelos para o ensino de Biologia, condizentes com as características da escola pública da época. Com isso, as propostas das décadas de 60 e 70 foram analisadas e rediscutidas no intuito de se evidenciar as características apropriadas para as escolas e alunos. Como resultado desse movimento, foram elaboradas as propostas curriculares ou documentos similares pelas secretarias estaduais de Educação, visando dar subsídios para os professores em exercício.

Bizzo (1991), ao analisar dezenove propostas curriculares ou documentos que orientavam os professores de Biologia desse período, constatou que a grande maioria delas (16 – 84%) trazia recomendações explícitas para o ensino de evolução, com ênfase para os conteúdos relacionados às teorias de Lamarck (herança dos caracteres adquiridos) e de Darwin (seleção natural). Segundo o autor, as sugestões para o tratamento do tema eram muito semelhantes com o tratamento da série BSCS, o que, a nosso ver, é coerente com o contexto em que essas propostas foram elaboradas, a partir da discussão e revisão das propostas anteriores.

Ainda de acordo com Bizzo (1991), a proposta curricular do estado de São Paulo conferia bastante destaque aos processos evolutivos. Segundo esta proposta, o ensino de Biologia no 2º grau deveria ser guiada por princípios metodológicos, destacando-se *a evolução como linha unificadora dos conteúdos* (SÃO PAULO, 1988, 1992), encorajando assim o professor a apresentar a diversidade biológica como resultado de processos evolutivos. Conforme aponta Bizzo (1988), a adoção da evolução como linha unificadora permitiu resgatar a lógica

essencial da Biologia. Além disso, nessa mesma proposta, em relação aos conteúdos específicos sobre evolução, sugeria-se que o professor focalizasse os seguintes itens:

1. Aspectos históricos da Teoria da Evolução
2. Teoria Sintética da Evolução
 - 2.1 Mutações e recombinação
 - 2.2 Seleção Natural e Isolamento Reprodutivo
 - 2.3 Migração, Hibridação e Deriva Genética
3. Genética de Populações (teorema de Hardy-Weinberg)
4. Grandes Linhas da Evolução
5. Evolução do Homem

Infelizmente, essa proposta não atingiu efetivamente a grande maioria dos professores. Muitos livros didáticos, referência para diversos professores tanto como material de apoio como fonte de pesquisa, não incorporaram de fato os princípios da proposta curricular.

A esse respeito, Cicillini (1991) realizou um estudo de quatro livros didáticos mais utilizados por professores de Biologia do Estado de São Paulo, verificando que apenas um deles considerou a Evolução como uma proposta de ensino e, mesmo assim, esta só se configurou parcialmente, em apenas conteúdos referentes a alguns dos grupos de Seres Vivos. Em relação aos capítulos específicos sobre evolução, a autora verificou que nenhum dos livros tratava das várias concepções atualmente existentes, tais como o pontualismo e o neutralismo. Já sobre os capítulos não-específicos, verificou-se que as idéias básicas de Evolução normalmente não estavam refletidas nesses capítulos, mostrando a não incorporação da evolução enquanto linha unificadora dos conteúdos. Além disso, a autora enfatizou a ocorrência de distorções conceituais e ausência do desenvolvimento de conceitos considerados essenciais à compreensão da Teoria da Evolução (tais como a temporalidade e linhas da evolução), além de uma abordagem histórico-cronológica destituída de contradição ou conflitos.

A abordagem histórica do conhecimento permite construir uma visão de ciência em constante processo, permanentemente em transformação. Associado a isso estão as idéias de contradição e de conflito, características de todas as ciências

estabelecidas em torno de paradigmas¹. O avanço do conhecimento científico, em muitos casos, pressupõe a competição e conflito de idéias, o que faz da ciência um empreendimento controverso. Desta forma,

...o enfoque da Teoria da Evolução, no seu real sentido histórico de elaboração, deve ter o significado de apresentar o desenvolvimento deste conhecimento nos contextos das diversas épocas em que ele ocorreu. Esta deve ser a forma de evidenciar as controvérsias pelas quais este conhecimento passou (CICILLINI, 1991, p.19).

Bizzo (1992) pondera alguns cuidados que devem ser observados ao se estabelecer paralelos entre história da ciência e ensino. Um aspecto que nos chamou a atenção, relacionado às colocações anteriores, é a importância que o autor atribui em se compreender as diversas teorias científicas relacionadas ao contexto da época de sua produção, evitando-se a interpretação do passado a partir da referência dos avanços científicos atuais. Caso contrário, haveria a tendência de se conceber um passado simples e um presente complexo quando se interpreta o passado como uma “preparação” para a atualidade².

Atualmente, as diretrizes para a elaboração de propostas didáticas para o ensino de Biologia estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Tal documento foi elaborado tendo-se como referência legal os princípios e finalidades da Educação Nacional, estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9394/96 (BRASIL, 1996). Dois fatores fundamentais determinaram a elaboração dos PCNEM: primeiramente, a chamada “revolução do conhecimento”, com o aumento significativo do volume de informações em decorrência das novas tecnologias; em segundo lugar, a crescente expansão da rede pública no nível Médio de ensino, sobretudo diante das exigências do mercado de trabalho (BRASIL, 1999).

Considerando esses fatores, atualmente o currículo do Ensino Médio procura garantir, sobretudo, o desenvolvimento de competências básicas³ para o

¹ Segundo Kuhn (2001, p.13), paradigmas são “...as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

² Segundo Bizzo (1992), esta forma de interpretação tende a buscar no passado apenas aqueles elementos familiares ao contexto do tempo presente, levando a uma compreensão tendenciosa dos avanços do conhecimento científico, como se o passado se desenvolvesse rumo a uma ratificação e glorificação dos conhecimentos da atualidade.

³ Entendemos competência como o resultado do uso combinado e simultâneo de habilidades e conhecimentos adquiridos na escola ou fora dela.

exercício da cidadania e para a vida em sociedade, ou seja, procura garantir o desenvolvimento de:

...capacidade de abstração, (...) do pensamento sistêmico, (...) da criatividade, da curiosidade, (...) do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 1999, p.24).

O currículo foi reorganizado em três grandes áreas de conhecimento (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias), tendo-se como princípios estruturadores a interdisciplinaridade e a contextualização. O primeiro deve garantir a integração entre os diferentes conhecimentos em oposição à fragmentação e compartimentalização que caracteriza o conhecimento escolar; o segundo indica a necessidade de um referencial que permita aos alunos se identificarem com a questão proposta, dando, desta forma, significado ao novo conhecimento adquirido e vinculando-o à realidade (BRASIL, 1999).

Na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, em que se incluem os conhecimentos disciplinares de Biologia, propõe-se que se desenvolvam tanto conhecimentos práticos e contextualizados quanto conhecimentos mais amplos e abstratos. É nessa última categoria que se incluem os conhecimentos sobre Evolução Biológica, que podem contribuir para uma "...percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos", bem como contribuir para a "...articulação de uma visão do mundo natural e social" (BRASIL, 1999, p.208), quando se pensa na interferência humana sobre o ambiente considerando a dimensão do tempo geológico.

Em relação aos conhecimentos de Biologia discutidos nesse mesmo documento, no âmbito deste trabalho destaca-se o eixo ecológico-evolutivo, com ênfase na história geológica da vida. Enfoca-se a escala do tempo geológico e a atenção é centralizada "...na configuração das águas e continentes e nas formas de vida que marcam cada período e era geológica" (BRASIL, 1999, p.224). Além disso, um dos objetivos formativos em relação aos conhecimentos de Biologia dos PCNs-EM é o de "...compreender a diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais" (BRASIL, 1999, p.226).

A partir dessa breve exposição sobre a inserção dos conteúdos de Evolução no ensino de Biologia para os níveis básicos de educação, podemos sintetizar a importância dos conhecimentos evolutivos em três pontos:

- (i) A Evolução é o **princípio ordenador** dos conhecimentos biológicos. Ela dá sentido e articula as informações aparentemente soltas das diversas áreas da Biologia, integra os conhecimentos produzidos pelas suas sub-áreas, como a Citologia, Fisiologia, Zoologia, Botânica, entre outras.
- (ii) Decorrente de (i), a teoria da Evolução pressupõe uma **abordagem histórica dos seres vivos**, explicando assim sua diversidade, semelhanças, diferenças, comportamento, adaptações e interações entre os diferentes grupos de organismos. Implícita a essa abordagem está a dimensão temporal, que permite a compreensão do tempo geológico e os principais eventos da história da vida no planeta. Isso tudo propicia uma melhor compreensão do fenômeno da divergência de caracteres a partir de um ancestral comum, bem como dos padrões de distribuição geográfica das espécies e dos processos de especiação.
- (iii) É importante também que as diversas concepções de Evolução sejam abordadas sob uma **perspectiva histórica**, no sentido de apresentar o desenvolvimento deste conhecimento nos contextos das diversas épocas, evidenciando os conflitos e contradições em sua produção. Entendemos que isso é fundamental para que o aluno construa uma visão de ciência como um processo em constante modificação e que os conhecimentos aceitos atualmente estão sujeitos a alterações no futuro⁴.

⁴ No Apêndice M apresentamos um trabalho desenvolvido na disciplina “História e Filosofia da Ciência” deste programa de pós-graduação, no qual abordamos as mudanças nas concepções de história e diversidade da vida por um grupo de paleontólogos, a partir da reinterpretação de um grupo de fósseis. O trabalho foi baseado no livro “Vida Maravilhosa – o acaso na evolução e a natureza da história”, de Stephen Jay Gould. Procuramos evidenciar o dinamismo da construção dos conhecimentos científicos e a importância da visão de mundo e dos valores do cientista na interpretação dos dados e para a elaboração de uma teoria.

2.2 Concepções de alunos e professores sobre Evolução

A partir da década de 70, diversas pesquisas sobre concepções prévias, espontâneas ou alternativas de alunos e professores foram realizadas no intuito de se compreender melhor os “erros” dos aprendizes frente a questões relacionadas ao conhecimento científico (BASTOS, 1998; DINIZ, 1998). Como decorrência desse movimento, foi desenvolvido o *modelo de mudança conceitual* para o ensino de conceitos científicos (POSNER *et al.*, 1982). De acordo com este modelo, para que um aprendiz possa efetivamente aprender um novo conceito, é necessária a substituição de uma concepção prévia (alternativa ou espontânea) que o aluno possui por uma concepção científica correta. Essa proposta teve como base conhecimentos advindos da Filosofia da Ciência, fazendo-se uma analogia entre o processo de construção de conhecimentos científicos na visão kuhniana e o processo de construção de conhecimentos no indivíduo à luz de perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem. Na perspectiva construtivista, as concepções alternativas são entendidas como condição necessária à construção de conhecimentos. De fato, as concepções alternativas são entendidas por Santos (1991) como “erros úteis”, que podem levar à construção de novos conhecimentos, assim como a constituição e o progresso do saber científico se dá em função da superação de sucessivos erros.

Em um sentido diferenciado, Mortimer (1996) nos coloca que os indivíduos não possuem uma versão única para um determinado conceito, mas sim o que chama de *perfil conceitual*. Diversas noções de um mesmo conceito podem coexistir no mesmo indivíduo, podendo ser acessadas ou usadas em diferentes contextos, de acordo com a necessidade em determinadas situações. Desta forma, no processo de aprendizagem, não ocorre uma substituição da concepção alternativa “errada” pelo conceito científico “correto”; ambos passam a ser parte do arsenal de conhecimentos daquele indivíduo, que utilizará o conceito adequado em um dado contexto. Vale a pena observar que “...o conjunto de idéias de uma pessoa *não se caracteriza pela mesma coerência interna* que se verifica no corpo teórico das disciplinas científicas [grifo do autor]” (BASTOS, 1998, p.23). Nessa perspectiva, a escola deveria considerar também as “lacunas de conhecimento” como pontos de partida para a construção de novos conhecimentos.

Além da mudança conceitual e da formação de perfis, é possível que um outro processo também tenha papel importante na aprendizagem: *a construção de conhecimento sem status de concepção* (BASTOS *et al.*, 2001). Nesse caso, é importante que o aprendiz *compreenda* determinados conhecimentos científicos, sem que necessariamente ele tenha que aceitar aqueles conhecimentos como verdadeiros ou válidos para sua visão de mundo. Isso pode ser interessante para determinados assuntos, como, por exemplo, quando se discute a origem e evolução dos seres vivos.

Tomando como referência os três modelos de aprendizagem mencionados, Bastos *et al.* (2004) enfatizam a necessidade de se considerar um “pluralismo” de alternativas para se pensar o ensino e aprendizagem de ciências, pois “os processos e contextos que caracterizam o ensino de ciências são complexos, e qualquer modelo interpretativo ou norteador da ação que *exclua outras alternativas plausíveis* é necessariamente empobrecedor da realidade [grifo dos autores]” (BASTOS *et al.*, 2004, p. 16). Entendemos que qualquer que seja o modelo de aprendizagem para a interpretação dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências, é fundamental, sob uma ótica construtivista, levar em conta as concepções e práticas prévias dos aprendizes¹.

No que diz respeito ao tema evolução, pontuamos algumas pesquisas realizadas com alunos e com professores no sentido de se levantar concepções relacionadas ao tema. O Quadro 2.1 apresenta algumas pesquisas que procuraram levantar concepções de estudantes relacionadas a aspectos da evolução biológica.

¹ Em nossa concepção de construtivismo, consideramos os seguintes *princípios gerais* (BASTOS *et al.*, 2001; BASTOS *et al.*, 2004; CARVALHO, 1992; CARVALHO *et al.*, 1992; EL-HANI & BIZZO, 1999; GIL PÉREZ *et al.*, 1999a, 1999b; LABURÚ, 1992; MORTIMER, 1996): (i) na aprendizagem significativa, o indivíduo *constrói significados* para as informações que recebe do meio externo; (ii) o conhecimento é interpretado como a apreensão do significado, ou seja, conhecer algo é entendido como ‘conhecer seu significado’ e isso implica em estabelecer relações entre esse algo a ser compreendido com outras coisas já conhecidas, o que determina uma *concepção de conhecimento como uma rede de significações*; (iii) como decorrência de (ii), toda aprendizagem depende das ferramentas intelectuais que o aprendiz já possui, ou seja, as *concepções prévias dos aprendizes* são a base para a construção de novos significados e o estabelecimento de novas relações; (iv) os conhecimentos que o indivíduo constrói durante esse processo são distintos tanto das informações recebidas como de seus conhecimentos prévios, ou seja, na interação do conhecimento prévio do aprendiz com a nova informação externa, *cria-se algo novo e singular*; (v) trata-se de um *processo ativo*, ou seja, a ocorrência de aprendizagem significativa requer atividade mental do aprendiz.

QUADRO 2.1 – RELAÇÃO DE ALGUMAS PESQUISAS QUE APONTAM CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES RELACIONADAS À EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

continua

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
1) Deadman & Kelly, 1978	Inglaterra	Investigar a compreensão de estudantes sobre Evolução e hereditariedade antes da aprendizagem desses assuntos	52 alunos de uma escola masculina inglesa – 4 últimas séries do Secundário (correspondentes às 4 últimas séries do Ensino Fundamental)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “interpretações naturalísticas e Lamarckianas”: tendência das crianças de imbuírem os seres vivos de necessidades, desejos ou alguma força interna indefinida ▪ dificuldade na compreensão da probabilidade e acaso no processo evolutivo, o que pode estar relacionado à necessidade das crianças de explicações certas e simples do mundo que as cerca
2) Bishop & Anderson, 1990	Estados Unidos	Descrever as concepções dos estudantes sobre o mecanismo da seleção natural e os fatores responsáveis pela mudança evolutiva	110 alunos universitários norte-americanos de cursos de Humanidades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ existe um único processo pelo qual características das espécies gradualmente mudam; essas mudanças ocorrem de maneira sincrônica com todos os indivíduos da população, sem ação da seleção natural ▪ o ambiente induz modificações nas características ao longo do tempo, em três fases: a) necessidade de desenvolvimento de novas características para sobrevivência; b) desenvolvimento e/ou atrofia de órgãos devido ao uso ou desuso; c) adaptação, no sentido de modificação do indivíduo em resposta ao ambiente ▪ atribuição de pouca ou nenhuma importância em relação ao papel da variação entre os indivíduos de uma população ▪ mudanças orgânicas foram interpretadas como mudanças graduais das características dos indivíduos, como se elas melhorassem ou piorassem de uma geração para outra; desta forma, as alterações biológicas só podem ser notadas durante a vida dos indivíduos e não entre as gerações
3) Jiménez Aleixandre, 1991	Espanha	Realizar um estudo sobre a aprendizagem da seleção natural, após o ensino de uma unidade didática dirigida para modificar concepções lamarckistas por outras darwinistas	Cerca de 800 estudantes de nível Secundário (equivalente ao Ensino Médio) e universitários de Biologia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ idéias “lamarckistas”, ou seja, baseadas na idéia de mudanças individuais em resposta a condições ambientais (aproximadamente 70% dos estudantes)

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
4) Chaves, 1993	Brasil	Analisar as concepções manifestadas por alunos e pelo professor em um processo de ensino-aprendizagem de Evolução	24 estudantes do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do Pará	<ul style="list-style-type: none"> ▪ os significados de Evolução <ul style="list-style-type: none"> a) transformações culturais, morais ou intelectuais atreladas a aspectos da percepção sensorial b) maturação: relação com reprodução e desenvolvimento do indivíduo ao longo de sua vida; processo unidirecional e predível c) progresso: idéia de finalismo, do simples para o complexo, visão teleológica ▪ dimensões evolutivas <ul style="list-style-type: none"> a) dimensão orgânica: evolução ocorre nas estruturas biológicas dos seres; processo que ocorre em nível individual; no ser humano a evolução ocorreu no passado, ocorre no presente ou nunca ocorreu b) dimensão cultural: o ser humano pode atuar sobre o processo evolutivo ▪ fatores evolutivos <ul style="list-style-type: none"> a) a evolução só se processa se houver pressões ambientais sobre os organismos; evolução é um processo unilateral, onde um fator (meio) atua sobre outro (ser vivo) b) processo evolutivo se processa em decorrência de motivações intrínsecas dos seres; intencionalidade inerente aos seres ▪ funções do processo evolutivo <ul style="list-style-type: none"> a) evolução ocorre para adaptar o organismo ao ambiente em que vive b) evolução permite a sobrevivência dos seres vivos
5) Settlage, 1994	Estados Unidos	Explorar as mudanças nas explicações dos estudantes sobre processos evolutivos, a partir de algumas aulas de Evolução com base no material "Evolution and Life on Earth" (BSCS)	50 estudantes de nível equivalente ao Ensino Médio, no estado do Colorado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-Teste⁽²⁾: respostas teleológicas (utilização da palavra "necessidade") e "lamarckianas" (utilização da palavra "uso") ▪ Pós-Teste: utilização da palavra "variação", indicando que ocorreu aprendizagem de alguns conceitos evolutivos ▪ poucos estudantes explicaram o aparecimento de novas características devido a mutações genéticas espontâneas

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
6) Bizzo, 1991, 1994	Brasil	Identificar a compreensão de conceitos associados à Evolução, através da aplicação de questionários e de entrevistas semi-estruturadas	11 estudantes de 2º grau (atual Ensino Médio), de duas escolas públicas e uma escola particular da cidade de São Paulo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ o homem é a referência central para a evolução: tanto o homem como os animais têm “consciência” da necessidade da evolução; por outro lado, as plantas não evoluem, pois não podem “perceber” quando estão em condições adversas ▪ ambiente: fonte central de variação; pode induzir modificações nos indivíduos ▪ adaptação: processo individual de ajuste ▪ a competição pode ser uma forma de eliminação dos mais fracos, ou seja, daqueles que não possuem todas as características perfeitas ▪ evolução é progresso, melhoria ou crescimento ▪ evolução biológica e cultural não são claramente diferenciadas ▪ em relação aos modelos de reprodução e hereditariedade, alguns estudantes lançaram mão de explicações com visões da teoria da Pangênese; não houve percepção clara da conexão entre a ocorrência aleatória de mutações, produção de gametas e evolução
7) Santos, 2002	Brasil	Investigar momentos de ensino e aprendizagem, buscando revelar concepções prévias dos estudantes e apontar alterações nessas idéias decorrentes do processo de ensino realizado	10 estudantes do 2º ano de Ensino Médio de uma escola estadual do município de Osasco-SP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mudanças evolutivas acontecem em um sentido de aperfeiçoamento, progresso ou melhoria da espécie, em resposta a alguma necessidade criada pelo ambiente ▪ mecanismo de herança dos caracteres adquiridos para explicar as mudanças evolutivas ▪ ser humano: perfeito, deve ter sido criado; como decorrência, há uma grande dificuldade em compreender a diversidade dos seres vivos como resultado de processos aleatórios ▪ uso ou desuso dos órgãos causou conflito cognitivo nos estudantes (por um lado os alunos admitiram que esse mecanismo não poderia causar alterações hereditárias; por outro lado, esse foi o único mecanismo capaz de explicar a modificação dos seres vivos ao longo do tempo)

NOTAS:

(1) Para cada trabalho, são apresentados apenas os objetivos relacionados ao levantamento de concepções sobre Evolução.

(2) Foi realizado um Pré-Teste, anteriormente às aulas, e um Pós-Teste, depois do período de instrução.

A partir da observação das informações apresentadas no Quadro 2.1, podemos sintetizar as concepções dos alunos nos seguintes pontos¹:

a) Conceito e características da Evolução

- associação com progresso, aperfeiçoamento, melhoria, crescimento (4, 6, 7)
- processo evolutivo tem uma finalidade e segue no sentido do simples para o complexo (4)
- dificuldade na compreensão da diversidade dos seres vivos como resultado de um processo evolutivo aleatório (1, 7)
- transformações culturais, morais ou intelectuais (4)
- maturação: relação com reprodução e desenvolvimento do indivíduo ao longo da vida – processo unidirecional e preditível (4)
- ocorre nas estruturas biológicas dos seres, em nível individual (4)
- ocorre para adaptar o organismo ao meio em que vive ou para permitir a sobrevivência (4)

b) Mecanismos evolutivos

- os seres vivos têm necessidade de evoluir (1, 2, 4, 5, 6)
- o ambiente induz modificações nas características dos seres vivos (2, 6)
- desenvolvimento e atrofia de órgãos devido ao uso ou desuso (2, 5, 7)
- adaptação: modificação de um indivíduo em resposta ao ambiente (2, 3, 6, 7)
- como decorrência dos quatro itens anteriores, as mudanças orgânicas foram interpretadas como mudanças graduais das características dos indivíduos, como se elas melhorassem ou piorassem de uma geração para outra; as alterações biológicas só podem ser notadas durante a vida dos indivíduos e não entre as gerações (2)
- pouca importância atribuída ao papel da variação entre os indivíduos de uma população (2)
- competição: processo de eliminação dos mais fracos, daqueles que não possuem todas as características perfeitas (6)
- herança dos caracteres adquiridos (7)

¹ Os números entre parênteses, no final de cada item, indicam os números dos trabalhos que revelaram a referida concepção, de acordo com o Quadro 2.1.

- evolução ocorre somente se houver pressões ambientais sobre os organismos – processo unilateral (4)

c) Reprodução e hereditariedade

- poucos estudantes explicaram o aparecimento de novas características devido a mutações genéticas espontâneas (5)
- explicações com o uso de idéias da Teoria da Pangênese (6)
- não houve percepção da conexão entre ocorrência aleatória de mutações, produção de gametas e evolução (6)

d) Ser humano

- o ser humano é a referência central para a evolução (6)
- não há distinção clara entre evolução biológica e cultural (6)
- ser humano é perfeito, portanto deve ter sido criado (7)
- a evolução ocorreu no passado, ainda ocorre no presente ou nunca ocorreu (4)
- o ser humano pode atuar sobre o processo evolutivo (4)

No que diz respeito às concepções de professores, apresentamos, no Quadro 2.2, algumas pesquisas que procuraram levantar concepções relacionadas a aspectos da evolução biológica.

QUADRO 2.2 – RELAÇÃO DE ALGUMAS PESQUISAS QUE APONTAM CONCEPÇÕES DE PROFESSORES RELACIONADAS À EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

continua

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
1) Chaves, 1993	Brasil	Analisar as concepções manifestadas por alunos e pelo professor em um processo de ensino-aprendizagem de Evolução	1 professor de Biologia de Ensino Médio da rede pública estadual do Pará	<ul style="list-style-type: none"> ▪ os significados de Evolução <ul style="list-style-type: none"> a) transformação: não foram considerados dois aspectos fundamentais do conceito de evolução (o caráter populacional; a natureza hereditária das transformações) b) maturação: processo evolutivo é unidirecional e, portanto, previsível c) progresso: sugere a idéia de finalismo, do simples para o complexo, visão teleológica, escala dos seres vivos culminando no ser humano ▪ dimensões evolutivas <ul style="list-style-type: none"> a) dimensão orgânica: continuidade da evolução, nos dias atuais, é sugerida como potencialidade e não como fato; o ser humano não evolui mais (ápice da evolução) b) dimensão cultural: ser humano já chegou ao final da “escala evolutiva” ▪ fatores evolutivos <ul style="list-style-type: none"> a) pressões externas exercidas pelo meio sobre os seres – o meio seleciona; o meio exerce ação direta sobre os organismos, causando transformação nos indivíduos b) motivações internas aos organismos que impulsionam a evolução - intencionalidade na transformação dos seres vivos
2) Jiménez Aleixandre, 1994	Espanha	Compreender melhor sobre a aprendizagem do conceito de seleção natural, considerando a forma como esse conceito é ensinado pelos professores	86 professores de Ciências e 104 estudantes de cursos de licenciaturas em Ciências	<ul style="list-style-type: none"> ▪ idéias “lamarckistas”: evolução é um processo individual, finalista; indivíduos da população buscam desenvolver características adaptativas ▪ herança dos caracteres adquiridos para explicar a transmissão das características ao longo das gerações
3) Cicillini, 1997a, 1997b, 1999	Brasil	Analisar como professores de Biologia selecionam e organizam os conhecimentos biológicos que são desenvolvidos no Ensino Médio	3 professores de Biologia do Ensino Médio de 2 escolas públicas estaduais do município de Campinas-SP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ no processo de seleção de conteúdos: <ul style="list-style-type: none"> a) simplificação na formação de conceitos evolutivos b) simplificação no tratamento da historicidade da Teoria da Evolução

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
		<p>Verificar a produção desse conhecimento no contexto das escolas públicas</p> <p>Esclarecer algumas condições da construção desse conhecimento, a partir da observação de aulas relacionadas à Teoria da Evolução e Seres Vivos</p>		<p>c) não foram abordados os assuntos “As grandes linhas da evolução” (abordando as dimensões do tempo geológico), “Evolução do homem” e tópico de “Genética de populações”</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ concepções distorcidas de evolução, decorrentes da linguagem coloquial utilizada pelos professores: <ul style="list-style-type: none"> a) conotação de progresso ao processo evolutivo b) evolução é um processo que ocorre de forma gradual e em ordem crescente de complexidade c) os seres vivos evoluem de forma crescente; o ser humano é o ponto máximo de complexidade d) o processo evolutivo é “linear” no sentido de um nível “inferior” para um nível “superior” da vida e) os itens <u>b</u>, <u>c</u> e <u>d</u> dão um sentido de diretividade no curso da evolução, reforçando a conotação de progresso f) processo evolutivo ocorre em nível individual e não populacional g) os seres vivos exercem ações determinadas com objetivos específicos, dando uma idéia de intencionalidade ou de propósito ao processo evolutivo
4) Daniel, 2003; Daniel & Bastos, 2004	Brasil	Realizar um levantamento sobre concepções que licenciandos em Ciências Biológicas manifestam em relação ao fenômeno da diversidade dos seres vivos	3 futuros professores de Biologia da escola básica (alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mudanças nos indivíduos ocorrem devido à necessidade ou desejo ▪ mudanças ambientais geram mudanças nos indivíduos ▪ lei do uso e desuso ▪ diretividade no processo evolutivo
5) Tidon & Lewontin, 2004	Brasil	Investigar alguns aspectos relacionados ao ensino de Evolução Biológica na cidade de Brasília, procurando identificar dificuldades que os professores pudessem estar enfrentando no ensino desse tema	71 professores de Biologia do Ensino Médio da cidade de Brasília-DF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tópicos considerados mais difíceis pelos professores: cálculo de frequências gênicas; equilíbrio de Hardy-Weinberg ▪ tópicos considerados mais fáceis pelos professores: teorias de Lamarck e Darwin ▪ idéia de evolução associada a progresso, melhoria ▪ evolução é um processo diretivo ▪ evolução ocorre em nível individual

conclusão

AUTOR(ES) / ANO	LOCAL	OBJETIVO DA PESQUISA ⁽¹⁾	AMOSTRAGEM	CONCEPÇÕES OBSERVADAS
6) Carneiro & Rosa, 2004	Brasil	Investigar as noções que professores de Biologia não-licenciados expressam a respeito do tema Evolução Biológica	75 professores não-licenciados da rede pública estadual da Bahia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ evolução associada a progresso e melhoria dos seres vivos ▪ ambiente pode induzir modificações nos indivíduos ▪ falta de clareza quanto ao objeto de estudo da evolução; os professores, muitas vezes, fizeram referência à evolução como uma teoria para explicar a origem da vida, do universo ou discutir questões éticas ▪ Teoria Sintética difere muito da Teoria de Darwin; esta última não contempla os conceitos de seleção natural e adaptação

NOTA:

(1) Para cada trabalho, são apresentados apenas os objetivos relacionados ao levantamento de concepções sobre Evolução.

A partir da observação das informações apresentadas no Quadro 2.2, podemos sintetizar as concepções dos professores nos seguintes pontos²:

a) Conceito e características da Evolução

- progresso, melhoria (1, 3, 5, 6)
- associado ao item anterior, sugere-se que o processo evolutivo tem uma finalidade, um propósito (1, 2, 3)
- os seres vivos evoluem do simples para o complexo (1, 3)
- a evolução é um processo gradual (3)
- a evolução é um processo “linear”, no sentido de um nível “inferior” para um nível “superior” de vida (3)
- há diretividade no processo evolutivo (3, 4, 5)
- processo evolutivo ocorre em nível individual (1, 2, 3, 5)
- transformação, sem se considerar a natureza hereditária dessas transformações (1)
- maturação: desenvolvimento do indivíduo ao longo da vida (processo unidirecional e preeditável) (1)
- a continuidade da evolução, nos dias atuais, é uma potencialidade e não um fato (1)
- a evolução é uma teoria para explicar a origem da vida ou do universo (6)
- a evolução preocupa-se com a discussão de questões éticas (6)

b) Teorias e mecanismos evolutivos

- os seres vivos têm intencionalidade ou motivações internas que os impulsionam a evoluir ou desenvolver características adaptativas (1, 2, 4)
- o meio induz à ocorrência de transformações nas características dos seres vivos (1, 4, 6)
- o meio seleciona os seres (1)
- herança dos caracteres adquiridos (2)
- lei do uso e desuso (4)
- a teoria de Darwin não contempla os conceitos de seleção natural e adaptação (6)

² Os números entre parênteses, no final de cada item, indicam os números dos trabalhos que revelaram a referida concepção, de acordo com o Quadro 2.2.

- a Teoria Sintética difere muito das idéias de Darwin (6)

c) *Ser humano*

- o ser humano é o ápice da escala dos seres vivos (1, 3)
- o ser humano não evolui mais (1)

d) *Ensino de evolução*

- simplificação no tratamento da historicidade da Teoria da Evolução (3)
- não abordagem dos assuntos “As grandes linhas da Evolução” (abrangendo as dimensões do tempo geológico), “Evolução do homem” e tópicos de “Genética de populações” (3)

Muitas das concepções apresentadas foram semelhantes para estudantes e professores, das quais podemos destacar: *a) em relação ao conceito e características da evolução*: existe progresso e melhoria, os seres vivos evoluem do simples para o complexo, o processo evolutivo ocorre em nível individual; *b) em relação aos mecanismos evolutivos*: os seres vivos têm intencionalidade que os impulsionam a evoluir, o meio induz à ocorrência de transformações nas características dos seres vivos, herança dos caracteres adquiridos, lei do uso e desuso; *c) em relação ao ser humano*: é perfeito, o ápice do processo evolutivo.

A partir do exposto, portanto, pudemos perceber um distanciamento das concepções apresentadas (tanto dos estudantes como dos professores) em relação às concepções científicas atuais relacionadas à evolução biológica. Algumas concepções dos professores aproximaram-se de idéias de senso comum relacionadas ao tema, o que ficou evidente na similaridade de muitas dessas concepções com as dos estudantes.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 A abordagem qualitativa

Antes de iniciar nossas considerações a respeito da abordagem qualitativa, vale a pena ressaltar a compreensão que temos do conceito de metodologia. Em consonância com Minayo (1996, p.22), entendemos Metodologia como “...o caminho e instrumental próprios de abordagem da realidade”, englobando as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a apreensão da realidade e o potencial criativo do pesquisador. Nesse contexto, portanto, no intuito de explicitar nossas concepções teóricas de abordagem, seguem algumas considerações a respeito de nosso entendimento de pesquisa qualitativa e algumas de suas características fundamentais.

Primeiramente, é preciso salientar que o termo “qualitativo” como abordagem de pesquisa não é utilizado neste trabalho em sentido de oposição a “quantitativo”. A questão fundamental é de ênfase na abordagem e não de oposição e exclusividade. Segundo Gurvitch¹ (citado por MINAYO, 1996), a região mais visível dos fenômenos sociais pode ser expressa através de equações, médias, gráficos e estatísticas, enquanto que o universo de significações, motivos, aspirações, atitudes, crenças e valores não podem ser trabalhados com números, dada sua natureza “qualitativa”. O autor complementa que essas esferas são interdependentes, interagem e não podem ser pensadas de forma dicotômica. Em consonância com esse autor, entendemos a necessidade da complementaridade e não de oposição entre as abordagens qualitativas e quantitativas.

Minayo (1996) coloca quatro críticas a uma abordagem exclusivamente quantitativa das pesquisas sociais, a partir da visão de algumas teorias e autores. Segundo a autora, as abordagens exclusivamente quantitativas sacrificam os significados quando enfatizam o rigor matemático. A segunda crítica diz respeito a uma crença de que as distorções podem ser evitadas pela codificação, como, por exemplo, a preferência pelo uso de um questionário à observação direta do fenômeno. A terceira crítica é a de que os métodos quantitativos tendem a simplificar os fenômenos sociais, limitando-os apenas ao que é visível e enumerável. E, por

último, Minayo (1996, p. 31) coloca que os sociólogos, quando fazem inferências para além dos dados, trabalham de maneira preconceituosa, "...tomando como familiar os fenômenos que acontecem, porque eles pertencem à mesma sociedade que estão estudando". Desta forma, uma abordagem exclusivamente quantitativa de um fenômeno social limita-se ao visível, superficial, não atingindo o universo mais profundo de significações e valores que dão sentido mais pleno para a compreensão do fenômeno como um todo.

Alguns autores, porém, mostram a dificuldade de se caracterizar uma pesquisa de natureza qualitativa, dada a enorme variedade de denominações relacionadas a essa vertente. A título de exemplo, Alves (1991) refere-se aos termos "naturalista", "pós-positivista", "antropológica", "etnográfica", "estudo de caso", "fenomenológica", entre outras. Triviños (1987) também exemplifica termos associados a uma abordagem qualitativa, tais como "estudo de campo", "observação participante", "entrevista qualitativa", "abordagem de estudo de caso", "entrevista em profundidade", "pesquisa-ação", entre outras. O importante é observar a variedade de vertentes e denominações associadas a uma pesquisa de cunho qualitativo, de acordo com esses autores. A esse respeito, André (1995) sugere que os termos qualitativo e quantitativo sejam utilizados para diferenciar técnicas de coleta ou para especificar o tipo de dado obtido, enquanto que o tipo de pesquisa realizada deve ser determinado com denominações mais precisas, tais como histórica, descritiva, etnográfica, etc.

Algumas características, entretanto, são comuns a todas essas abordagens de pesquisa. Bogdan & Biklen (1994) apontam cinco características fundamentais das vertentes qualitativas, as quais tomamos como referência nessa pesquisa.

A primeira característica é que a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador é um instrumento-chave no processo. Há necessidade do contato direto e prolongado com o campo, sendo o pesquisador o principal instrumento no processo de investigação. Como decorrência, o pesquisador deve estar envolvido com o contexto de estudo, "... em interação com os participantes, procurando apreender o significado por eles atribuído aos fenômenos estudados" (ALVES, 1991, p.55).

¹ GURVITCH, G. *Déterminismes Sociaux et Liberte Humaine*. Paris: Presses Universitaires de France, 1955.

A segunda característica da pesquisa qualitativa, portanto, é sua preocupação essencial com os significados que os indivíduos atribuem aos fenômenos sociais. A esse respeito, Minayo (1996, p.33) observa que “trata-se de uma ênfase própria de nosso tempo em que se fortifica a introspecção do homem, a observação de si mesmo e se ressaltam questões antes passadas despercebidas”. Complementa comentando que isso nos leva a enfatizar “...as correntes de pensamento que assumem como a essência da sociedade o fato do homem ser o ator de sua própria existência”.

A terceira característica, como também aponta Alves (1991), é que a pesquisa qualitativa é essencialmente descritiva e os dados são expressos através de palavras. Triviños (1987) nos coloca, a esse respeito, que a interpretação dos resultados surge como a totalidade de um questionamento que tem como base a percepção de um fenômeno em um dado contexto, podendo ser expresso através de narrativas, fragmentos de entrevistas, etc.

A quarta característica da pesquisa qualitativa é que esta preocupa-se principalmente com o processo e não simplesmente com os resultados e com o produto, o que, de acordo com Triviños (1987, p.129), a diferencia muito em relação à investigação quantitativa, de cunho positivista, “...preocupada só em atingir as aparências dos fenômenos sociais, o que se apresentava à observação e/ou experimentação”.

A quinta característica é que na abordagem qualitativa os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, partindo de observações mais livres e deixando que as dimensões e categorias emergjam durante o processo de coleta e análise de dados.

Apesar de termos como referência estas características, temos ciência de algumas críticas que têm sido feitas às abordagens qualitativas de pesquisa. Minayo (1996) destaca algumas dessas críticas: a) o empirismo presente nos trabalhos de muitos pesquisadores, que consideram ciência a própria descrição fornecida pelos atores sociais; b) a ênfase na descrição dos fenômenos em detrimento da análise dos fatos; c) o envolvimento do pesquisador (com seus valores, crenças, emoções, etc.) na análise da realidade.

Ressaltamos essas críticas pois consideramos fundamental que um trabalho de pesquisa de cunho qualitativo esteja pautado em bases teórico-metodológicas sólidas e que avance em direção a uma análise que extrapole as

informações fornecidas pelos atores sociais, visto que o pesquisador possui uma determinada visão de mundo, crenças e valores.

3.2 O curso de formação continuada

3.2.1 A concepção da estrutura do curso

Tendo em vista o enfoque qualitativo desta pesquisa, um momento de extrema relevância para o desenvolvimento deste projeto foi a concepção de como, efetivamente, deveria ocorrer o processo de formação dos professores. Destacamos três pontos que norteiam nossa concepção de formação continuada no âmbito desta pesquisa (CARVALHO & GIL PÉREZ, 1993; FURIÓ MAS & GIL PÉREZ, 1989; GIL PÉREZ, 1991; MARCELO GARCÍA, 1995; PÉREZ GÓMEZ, 1995; SCHÖN, 1995):

- a) a necessidade de se considerar as concepções e práticas prévias dos professores (visão construtivista do conhecimento);
- b) a importância da reflexão sobre a própria prática pedagógica;
- c) ênfase no trabalho em grupo como possibilidade de troca de idéias, experiências e produções coletivas.

A partir disso, começamos a nos questionar sobre qual deveria ser a estrutura formal que permitiria a realização de um trabalho segundo os fundamentos teóricos aqui adotados.

Nesse sentido, atentamos para um princípio fundamental que não poderia se perder durante o processo inicial de criação do grupo de professores, que era **a necessidade de um real envolvimento dos participantes com a temática discutida e com o grupo**. Relacionado a este princípio, percebemos a importância da **participação voluntária dos professores** e não uma participação imposta por instâncias hierárquicas superiores.²

Inicialmente, pensamos na possibilidade da realização de trabalhos vinculados às Orientações Técnicas (OTs) promovidas pelas Diretorias Regionais de Ensino (DREs). As OTs são reuniões com professores de uma mesma área de conhecimento, onde são discutidos e aprofundados assuntos de cunho didático-pedagógico, organizadas e ministradas por um Assistente Técnico-Pedagógico

(ATP) específico da área. Para a participação nestas reuniões, os professores da área são convocados e ficam dispensados do trabalho em sala de aula naquele dia. Esta característica na organização das OTs contraria um dos princípios citados, que diz respeito à participação voluntária dos professores. Uma outra característica das OTs, percebida no âmbito da DRE-Itapeva, é que um mesmo professor, muitas vezes, não participa de todas as reuniões realizadas no ano, ou da maioria delas. Em muitas escolas, um ou dois professores são incumbidos de participar da OT e repassar as informações para os demais colegas de área da escola. Muitas vezes, há um revezamento dos professores para a participação nas reuniões, contrariando o outro princípio, que diz respeito ao envolvimento dos participantes com o trabalho e com o grupo.

Desta forma, passamos a buscar outra possibilidade para a criação do grupo de formação que fosse coerente com os princípios citados. Uma opção bastante interessante nos apareceu quando tomamos conhecimento da Resolução Unesp nº 73, de 14/09/2002, que regulamenta os Cursos Temáticos, de Atualização, de Extensão e de Difusão Cultural ministrados na UNESP. Das características dos cursos ali apresentados, o Curso de Extensão mostrou-se mais coerente com o que buscávamos. Um dos objetivos desses cursos é difundir ou atualizar conhecimentos sistematizados, o que, em parte, é coerente com o que buscávamos. No §2º do Artigo 4º ressalta-se que esse tipo de curso pode ser dirigido a grupos de pessoas variadas, de acordo com sua finalidade e conteúdo. Desta forma, optamos por estruturar um curso nestes moldes, o que exigiu a definição e aprofundamento de alguns itens relacionados ao plano do curso. O planejamento completo do curso, encaminhado à Pró-Reitoria de Extensão Universitária e Assuntos Comunitários – Unesp (PROEX), pode ser consultado no Apêndice A.

3.2.2 O contato com os professores e as inscrições para o curso

Para que pudessem se inscrever no curso, era necessário que os professores estivessem ministrando aulas de Biologia para o Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Ensino. Inicialmente, pensamos em realizá-lo com professores de Escolas Públicas vinculadas à Diretoria Regional de Ensino (DRE) de Botucatu

² Por instâncias hierárquicas superiores entendemos qualquer cargo funcional de poder sobre o professor, tais como a Direção da escola e a Supervisão Pedagógica da Diretoria Regional de Ensino, além dos Programas de

(SP), conforme consta no planejamento inicial encaminhado à PROEX-Unesp. Porém, ocorreu mudança de local para realização do curso, em função de uma demanda específica da região de domínio da Diretoria Regional de Ensino (DRE) de Itapeva-SP, em que não se registram cursos de Extensão Universitária deste Instituto. A classe de professores da área de Ciências e Biologia do Município de Capão Bonito, vinculado à DRE de Itapeva-SP, vinha se organizando há cerca de 4 anos para a realização de uma Feira Municipal de Ciências, englobando todas as escolas municipais, estaduais e particulares. No nosso entender, este fato potencializaria a realização do curso nessa cidade, com maiores chances de se atingir as escolas, alterando, de fato, a prática pedagógica dos professores e, conseqüentemente, a aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio. Em decorrência disso, portanto, alterou-se o local de realização do curso, bem como as datas de inscrição e desenvolvimento do mesmo.

O período de inscrição, inicialmente previsto para ocorrer entre 10/03 a 04/04/2003, foi estendido até o dia 15/06/2003. Durante esse período, realizamos o contato com professores de Biologia do município de Capão Bonito-SP, no intuito de explicitar os princípios e objetivos dos trabalhos a serem realizados por aquele grupo no transcorrer do curso. Ao final deste período, tivemos um total de 11 professores de Ciências e Biologia inscritos para a participação no curso.

3.3 Coleta de dados

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada em duas grandes etapas. Na primeira delas, fizemos uso da **observação participante** e de **entrevistas** estruturadas durante a realização dos encontros com os professores. Após os encontros, foram realizadas **entrevistas** semi-estruturadas com os professores participantes, no intuito de se esclarecer e aprofundar alguns pontos considerados importantes, a partir das observações realizadas. Como complemento, recorreremos à análise dos planos de ensino utilizados pelos professores participantes dos encontros (**análise documental**). A seguir, são feitas algumas considerações que julgamos pertinentes quanto ao nosso entendimento de observação participante, entrevistas e análise documental.

Entendemos a **observação participante** como um processo pelo qual o observador participa diretamente de uma situação social, em interação direta com os observados e, ao participar desse cenário, colhe dados. Desta forma, o observador torna-se parte do contexto de observação, modificando e ao mesmo tempo sendo modificado pela situação (MINAYO, 1996). Triviños (1987), a respeito da “observação livre”, coloca que, para a realização da observação de um fenômeno social, é necessário separá-lo abstratamente de seu contexto e, então, em sua dimensão singular, estudá-lo em seus atos, atividades, significados, etc. Minayo (1996, p.157) enfatiza algumas premissas metodológicas básicas para a observação de um fenômeno social:

- a necessidade de preparação teórica;
- a relativização das hipóteses frente às evidências do campo;
- a necessidade de integração do pesquisador no campo para a apreensão qualitativa da realidade;
- o uso de instrumentos adequados para a seleção e apreensão dos dados.

Tendo em vista essas colocações e no sentido de aprofundar a nossa compreensão sobre a observação participante e nossa conduta no campo durante a coleta de dados, duas questões fundamentais emergiram: o que deve ser observado? como realizar as observações?

Para responder a essas perguntas, primeiramente é necessário fazer algumas considerações a respeito de nossa visão sobre a relação pesquisador-pesquisados durante o processo de observação. Entendemos, em consonância com Schutz³ (citado por MINAYO, 1996), que a relação pesquisador-pesquisado é um encontro de “intersubjetividades”, já que o campo de observação do cientista social, ou seja, a realidade social, tem um significado específico e uma estrutura de relevância para os seres humanos que vivem, agem e pensam dentro dessa realidade. Como decorrência disso, o autor propõe algumas atitudes do pesquisador para o trabalho de campo. Primeiramente, o pesquisador deve colocar-se no mundo de seus pesquisados, buscando entender os princípios que aquelas pessoas seguem na sua vida cotidiana para organizar sua experiência. Uma segunda atitude preconizada por Schutz é manter uma perspectiva que leve em conta as relevâncias dos atores sociais e, ao mesmo tempo, o conjunto de relevâncias da abordagem teórica do pesquisador, permitindo assim uma interação ativa com o campo. A

terceira atitude enfatizada é a necessidade de abandonar, na convivência, uma postura externa “de cientista”, entrando na vida social dos entrevistados como uma pessoa comum que partilha da vida cotidiana.

É importante observar que, durante a realização da presente pesquisa, o pesquisador já contava com cinco anos de experiência como professor de Biologia para o Ensino Médio e que, além disso, durante o próprio decorrer da pesquisa, estava em atividade como professor da rede pública, inclusive em duas escolas onde quatro professores participantes dos encontros estavam atuando. Isso parece ter contribuído em muito para a realização deste trabalho, já que a própria atividade profissional do pesquisador contribuiu para a compreensão do mundo de significações e valores de seus pesquisados e permitiu a partilha do cotidiano profissional daqueles professores, conforme preconizado por Schutz.

Relacionada a essa visão da relação pesquisador-pesquisados cabe ressaltar a questão do nível de envolvimento do pesquisador quanto à sua inserção no campo. Gold⁴ (citado por MINAYO, 1996) propõe quatro situações teoricamente possíveis, que vão do “participante total” ao “observador total”. Adotando a classificação de Gold, entendemos que nossa relação nesta pesquisa com os professores dos encontros esteve mais próxima a de um “**Participante-como-Observador**”, pois, como observa Minayo (1996), nesse tipo de participação: a) o pesquisador deixa claro para si e para o grupo sua relação como meramente de campo; b) a participação tende a ser a mais profunda possível, através da observação informal, vivências e acompanhamento de rotinas cotidianas; c) há consciência, por parte do pesquisador e dos pesquisados, que se trata de uma relação temporária, ajudando a minimizar os problemas de envolvimento que acontecem no decorrer do processo. Entendemos que a observação realizada nesta pesquisa possuiu as características citadas anteriormente nos itens “a” e “c”, e parcialmente as características citadas no item “b”, já que as observações ocorreram basicamente durante a realização dos encontros com os professores.

Tendo em vista o exposto, retomamos então as duas questões colocadas anteriormente: o que observar? como observar? Entendemos aqui que seria pertinente a observação descritiva de falas, declarações, diálogos, comentários e atitudes dos professores durante os encontros. Inicialmente, pensamos na

³ SCHUTZ, A. *Fenomenologia e Relações Sociais*. Rio de Janeiro: Zahar Ed., 1979.

⁴ GOLD, R. “Roles in Sociological field observations”. *Social Forces*, v.36, p. 217-223, mar. 1958.

possibilidade da utilização de um gravador para se registrar as falas, declarações e diálogos. Porém, como uma das metas do trabalho com os professores era a formação de um grupo em que todos os membros se sentissem à vontade para expor seus pontos de vista e opiniões, julgamos que o uso de um gravador poderia inibir a livre expressão dos participantes, principalmente por ser um grupo que estava se constituindo durante aqueles encontros. Desta forma, optamos pelo uso de um diário de campo, onde foram feitas todas as anotações possíveis em relação às falas, diálogos e atitudes dos professores durante o desenvolvimento das atividades nos encontros. Um dos professores participantes do grupo (designado pela sigla SG) auxiliou no registro dos encontros como uma “secretária”, fato que todo o grupo ficou ciente desde o primeiro dia de atividades. Após o término dos trabalhos de cada encontro, o pesquisador, juntamente com SG, reuniram-se para fazer um relato do dia de atividades, a partir das anotações de ambos e das produções dos participantes⁵.

Após a realização dos encontros, no intuito de aprofundar e esclarecer algumas questões que emergiram em função das observações, foram feitas **entrevistas** com os professores participantes do curso.

Por meio desta técnica de coleta de informações, a fala dos entrevistados possibilita revelar fatos, idéias, crenças, formas de pensar, opiniões, sentimentos, maneiras de sentir e de atuar, comportamentos, razões conscientes ou inconscientes de determinados pensamentos, sentimentos ou ações (MINAYO, 1996), daí a grande importância atribuída a esta técnica no âmbito desta pesquisa e como forma de aprofundamento de questões emergentes a partir das observações dos encontros.

Antes de detalhar como foram feitas as entrevistas no âmbito desta pesquisa, ressaltamos algumas considerações que julgamos pertinentes a respeito da relação do pesquisador com seus entrevistados. Entendemos que esta é uma relação de desigualdade, no sentido de que cada pessoa desempenha um papel diferente. Dependendo da forma como a relação se estabelece, esta pode afetar substancialmente as informações fornecidas pelos entrevistados. Portanto, tendo isso em vista, procuramos sempre tomar o máximo de cuidado em estabelecer relações transparentes com os professores participantes do curso, no que diz

⁵ Como produções dos participantes incluem-se os materiais produzidos durante algumas atividades (textos, resumos, análises de livros didáticos, etc.) e também as respostas dos professores a questionários passados

respeito aos objetivos desta pesquisa e do grupo de formação de professores. Segundo Minayo (1996), um princípio básico de toda a entrevista é que as informações estão sendo sempre controladas: o pesquisador tenta penetrar na “região interior” de seus entrevistados, enquanto estes procuram mostrar apenas as informações que lhes são convenientes, preservando as informações “de bastidores”. De qualquer maneira, conforme enfatiza Berreman⁶ (citado por MINAYO, 1996), o controle das impressões é um aspecto inerente a qualquer interação social e que tanto a visão oficial transmitida pelos entrevistados (região exterior) como os segredos de bastidores (região interior) são componentes fundamentais da realidade.

Existem diversos tipos de entrevistas. Como já colocado anteriormente, nesta pesquisa realizamos tanto entrevistas estruturadas quanto entrevistas semi-estruturadas.

A entrevista estruturada, segundo Minayo (1996), é aquela em que já apresenta as questões fechadas, geralmente através de questionários escritos. No caso desta pesquisa, no decorrer do primeiro encontro, foram passados dois questionários aos professores com uma série de questões já estruturadas (Apêndice B). O primeiro deles (Apêndice B – questionário 1) foi elaborado para a obtenção de informações a respeito da visão dos professores sobre a escola onde atuavam e quais eram suas expectativas em relação aos encontros. O outro (Apêndice B – questionário 2) foi elaborado no sentido de se obterem informações relativas à formação acadêmica, atuação profissional e concepções iniciais dos professores sobre Evolução Biológica.

Segundo Triviños (1987, p.146), a modalidade de entrevista semi-estruturada é:

...aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante.

Segundo esse mesmo autor, a entrevista semi-estruturada valoriza a presença do investigador, ao mesmo tempo em que oferece perspectivas para que o

durante o primeiro encontro.

⁶ BERREMAN, G. Por detrás de muitas máscaras. *Desvendando Máscaras Sociais*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975. p. 123-177.

entrevistado alcance liberdade e espontaneidade, elementos fundamentais para o enriquecimento da pesquisa. Essa é uma condição fundamental para que o informante expresse seus pensamentos e sentimentos mais interiores. Segundo Michelat⁷ (citado por MINAYO, 1996), os componentes afetivos e experienciais dos indivíduos são mais determinantes de seus comportamentos do que o lado racional “intelectualizado” e a entrevista menos estruturada permite emergir e comunicar esse nível sócio-afetivo-existencial.

Após os encontros, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os participantes, no período de 25 de setembro a 02 de outubro de 2003, no intuito de se aprofundar algumas questões que emergiram a partir das observações. As entrevistas foram gravadas em áudio e depois as falas do pesquisador e dos entrevistados foram transcritas.⁸

As entrevistas foram conduzidas tendo como referência o roteiro apresentado no Apêndice C. Este roteiro foi elaborado a partir das observações dos encontros e também das avaliações feitas pelos professores ao final de cada encontro, o que forneceu indicativos de temas que mereceriam ser aprofundados. A partir disso, foram elaborados dois grandes focos de questões para as entrevistas. No primeiro foco, incluímos as questões relacionadas ao conceito de evolução, seu ensino e relação com idéias religiosas. No roteiro de entrevista, apresentado no Apêndice C, organizamos esse foco em dois blocos de questões: aspectos conceituais de Evolução Biológica e seu ensino (bloco 1), evolucionismo e criacionismo (bloco 2). No segundo grande foco foram incluídas questões relacionadas aos encontros realizados com os professores. No roteiro de entrevista (Apêndice C), esse foco foi dividido em dois blocos de questões: contribuição dos encontros para a prática pedagógica (bloco 3), importância do trabalho em grupo (bloco 4)⁹.

Conforme pode ser observado no roteiro, a partir dos quatro blocos, foram definidas perguntas-geradoras, ou seja, a pergunta que primeiramente deveria ser

⁷ MICHELAT, G. Quelques Contributions à la Méthodologie de l'Entretien Non-Directif d'Enquête. *Revue Française de Sociologie*, v.16, 1975. p. 229-247.

⁸ As citações correspondentes às falas dos professores nas entrevistas, bem como as citações relacionadas aos documentos consultados, estão destacadas em itálico, com o núcleo central da fala referente à análise que está sendo efetuada em negrito. Além disso, no processo de transcrição das entrevistas, fizemos uma adequação da linguagem para que a leitura fosse facilitada. Desta forma, expressões muito utilizadas no discurso oral (como “né”, “tá”, “entendeu” etc.) foram extraídas e construções onde percebemos erros de concordância verbal e nominal, por exemplo, foram reformuladas para que não confundissem o leitor.

feita para o aprofundamento daquele bloco. A partir das possíveis respostas às perguntas-geradoras, foram estabelecidos itens para aprofundamento, que deveriam ser abordados não necessariamente na ordem em que aparecem no roteiro.

Inicialmente, antes de começar a entrevista propriamente dita, procuramos reiterar para o entrevistado a importância daquela entrevista no âmbito desta pesquisa, enfatizando a necessidade do fornecimento de informações claras e verdadeiras. A seguir, pedimos a autorização para o entrevistado para que a entrevista pudesse ser gravada em áudio. Ao iniciar a entrevista, primeiramente foi feita uma questão introdutória, no sentido do entrevistado fazer uma avaliação geral sobre o processo vivenciado por ele nos encontros de professores, procurando abordar os principais aspectos positivos e negativos. A partir da resposta a essa primeira questão, passamos então a explorar os diferentes blocos de questões, procurando sempre encadear uma pergunta às respostas dadas pelo entrevistado, de forma a tornar a conversa a mais fluida possível.

Para o bloco de aspectos conceituais, procuramos encaminhar a entrevista de acordo com a resposta dada à pergunta “O que abordar com os alunos?”. Quando o professor citou determinado conteúdo que julgou importante, pedimos uma justificativa e aprofundamento de qual o sentido dado por ele àquele conteúdo. Quando o professor não mencionou algum item do quadro em sua resposta (conceito de evolução, lamarckismo e darwinismo, teoria sintética e genética, evolução como linha unificadora dos conteúdos), questionamos sobre aquele conteúdo em específico.

Para o segundo bloco (evolucionismo e criacionismo), intentamos, a partir da pergunta-geradora, aprofundar as idéias do entrevistado quanto à questão. Procuramos entender como o professor lida com possíveis conflitos em suas aulas, perguntando sobre a maneira de abordar essa questão com os alunos.

Em relação ao terceiro bloco (contribuição dos encontros para a prática pedagógica), buscamos aprofundar em que as discussões, debates, atividades e materiais didáticos dos encontros contribuíram para a prática pedagógica do professor.

⁹ Vale a pena observar que, no âmbito desta pesquisa, foram analisadas as respostas dos professores ao primeiro grande foco de questões, incluindo os dois primeiros blocos do roteiro de entrevista (1- aspectos conceituais; 2- evolucionismo e criacionismo).

Para o quarto bloco (importância do trabalho em grupo), buscamos entender a importância da realização de trabalhos de formação continuada de acordo com o perfil adotado no curso, procurando aprofundar a contribuição das dinâmicas de grupo para a questão do trabalho coletivo.

É importante destacar que, apesar de termos esse roteiro como referência básica para a entrevista, procuramos ficar sempre atentos às respostas dos entrevistados e abertos para a possibilidade de inserção de alguma questão não prevista, caso esta se mostrasse coerente com os pressupostos básicos da pesquisa.

Posteriormente às entrevistas, para aprofundar determinados pontos mencionados pelos professores em suas falas, fizemos uso da **análise documental**, a partir da observação dos planos de ensino utilizados por aqueles professores para elaboração de suas aulas. De acordo com Caulley¹⁰ (citado por LÜDKE & ANDRÉ, 1986), a análise documental busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse. Nesse sentido, a análise dos planos de ensino nos auxiliou a compreender melhor determinados pontos relacionados à visão dos professores em relação à inserção da Evolução no ensino de Ciências e Biologia e elementos de sua prática pedagógica.

Relacionado às questões anteriores, Guba & Lincoln¹¹ (citados por LÜDKE & ANDRÉ, 1986) apresentam algumas vantagens do uso de documentos na pesquisa educacional, entre as quais destacamos: 1. os documentos constituem uma rica fonte de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem determinadas afirmações do pesquisador; 2. os documentos fornecem informações sobre um determinado contexto; 3. a análise documental pode complementar informações obtidas por outras técnicas de coleta. Associado ao último aspecto, uma das situações apresentadas por Holsti¹² (citado por LÜDKE & ANDRÉ, 1986) para o uso da análise documental é quando se pretende ratificar e validar informações obtidas por outras técnicas de coleta, como a entrevista, o questionário ou a observação, o que parece bastante coerente com a situação de coleta de dados ocorrida nesta pesquisa.

¹⁰ CAULLEY, D. N. *Document Analysis in Program Evaluation* (nº 60 na série Paper and Report Series of the Research on Evaluation Program). Portland: Or. Northwest Regional Educational Laboratory, 1981.

¹¹ GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. *Effective Evaluation*. San Francisco: Ca., Jossey-Bass, 1981.

¹² HOLSTI, O. R. *Content Analysis for the Social Sciences and Humanities*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1969.

3.4 A organização e análise dos dados

Para a organização e análise dos dados obtidos, sobretudo os dos questionários das concepções e das entrevistas junto aos professores, foi utilizado o **método de análise de conteúdo**. De acordo com Bardin (1977, p.42), esse método consiste em:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Minayo (1996) faz um breve resumo das tendências históricas desse método, enfatizando que todo o desenvolvimento de técnicas sempre visou, ainda que de formas diversas e até contraditórias, a ultrapassar o nível de senso comum e subjetivismo nas interpretações e alcançar um patamar crítico perante a comunicação de documentos, entrevistas ou observação. Operacionalmente, o método da análise de conteúdo procura evidenciar os significados manifestos e, então, ultrapassá-los, atingindo os significados subjacentes, relacionando a superfície dos discursos com os fatores que determinam suas características, tais como variáveis psicossociais, contexto cultural e contexto de produção da mensagem.

Para se atingir os significados manifestos e latentes em um material com enfoque qualitativo, várias técnicas vêm sendo desenvolvidas, conforme relata Minayo (1996). Nesta pesquisa, para a organização e análise dos dados levantados, julgamos mais pertinente realizar a chamada Análise Temática. Segundo Minayo (1996, p.209), “fazer uma análise temática consiste em descobrir os **núcleos de sentido** que compõem uma comunicação cuja **presença** ou **freqüência** signifiquem alguma coisa para o objetivo analítico visado” [grifo do autor].

Nesta pesquisa, em termos operacionais, o trabalho de análise de conteúdo com o uso das técnicas da Análise Temática foi desenvolvido em três etapas.

Em uma primeira fase, denominada Pré-análise, realizamos o que Minayo (1996) denomina leitura flutuante, quando tomamos contato exaustivo com todo o material levantado (relato dos encontros, questionários, entrevistas), deixando-nos

impregnar pelo seu conteúdo. Neste momento, procuramos estar atentos aos objetivos iniciais da pesquisa e às teorias relacionadas, de forma a tentar ultrapassar o aparente caos inicial dos dados. Então, ocorreu uma primeira organização do material, com o estabelecimento de *unidades de registro e de categorias*, a partir dos próprios dados coletados, orientado, em princípio, pelas hipóteses iniciais e pelos referenciais teóricos do projeto (TRIVIÑOS, 1987). Segundo Gomes (1994), as unidades de registro são elementos obtidos através da decomposição do conjunto da mensagem, que pode ser uma palavra-chave, todas as palavras de um texto, uma frase ou uma oração. No caso desta pesquisa, definimos como unidades de registro frases ou orações presentes nas respostas escritas aos questionários e nas falas dos professores durante os encontros e entrevistas. Além disso, Minayo (1996) ressalta a necessidade do estabelecimento da *unidade de contexto*, ou seja, a delimitação do contexto de compreensão da unidade de registro.

A partir da leitura exaustiva do material, pudemos detectar núcleos de sentido ou de significação nas falas dos professores, o que permitiu sua organização em categorias, tomando-se como referência (unidade de contexto) os conceitos e teorias evolutivas discutidas no capítulo 1 e os princípios para o ensino de Biologia discutidos no capítulo 2. Desta forma, a partir do confronto entre os padrões de falas dos professores e os princípios teóricos de evolução e seu ensino, emergiram as seguintes categorias para análise:

a) referentes às concepções sobre Evolução

▪ Categoria: Conceito de evolução

Núcleos de sentido: 1. transformação/mudança; 2. progresso/melhoria/aperfeiçoamento; 3. diretividade; 4. finalismo/propósito; 5. aumento de complexidade; 6. inovação/modernização; 7. ocorre em nível individual.

▪ Categoria: Evolução e o ser humano

Núcleos de sentido: 1. manifestações culturais humanas têm origem biológica; 2. o ser humano é perfeito, o ápice do processo evolutivo; 3. o ser humano não é perfeito, no sentido biológico; 4. manifestações culturais humanas têm origem em um componente espiritual.

▪ Categoria: Teorias evolutivas

Núcleos de sentido: 1. o processo evolutivo, de acordo com Lamarck, possui uma direção e um propósito; 2. herança dos caracteres adquiridos para explicar

determinadas situações; 3. de acordo com a Teoria Sintética da Evolução, a evolução pode ocorrer tanto em nível individual quanto em nível populacional.

- Categoria: Idéias científicas e religiosas

Sub-categorias e respectivos núcleos de sentido:

- a) visões que potencialmente favorecem o princípio dos magistérios não-interferentes (MNI): 1. particularidade na construção de valores, significados e na concepção de Deus; 2. religião como necessidade humana.
- b) concepção de Deus: 1. ilusão, fuga; 2. força superior.
- c) princípio dos magistérios não-interferentes (MNI): 1. respeita os MNI; 2. não respeita os MNI.
- d) conciliação de visões científicas e religiosas: 1. busca por respostas certas e definitivas; 2. abertura para diferentes visões e possibilidades.

b) referentes às concepções sobre o ensino de Evolução

- Categoria: Evolução enquanto princípio norteador dos conteúdos

Núcleos de sentido: 1. é possível ou necessário realizar tal abordagem; 2. dificuldade, confusão ou desconhecimento para realizar esta abordagem.

- Categoria: Abordagem histórica da vida

Núcleos de sentido: 1. abrange as dimensões do tempo geológico; 2. relação com conhecimentos sobre os fósseis; 3. ênfase na relação de parentesco entre os diversos grupos de seres vivos.

- Categoria: Perspectiva histórica na construção dos conhecimentos

Núcleos de sentido: 1. ciência e conhecimento como processos em constante transformação; 2. conhecimento científico sempre avança para melhor.

Em uma segunda fase, denominada Exploração do Material, aplicamos o que foi definido na fase anterior, consistindo em um aprofundamento daquilo que se iniciou na primeira fase e realizando, em diversos momentos, várias leituras de um mesmo material. Primeiramente, realizamos o recorte dos textos (falas e respostas escritas aos questionários) nas unidades de registro estabelecidas e, a seguir, os dados foram classificados e agregados de acordo com as categorias definidas na Pré-análise.

Em uma terceira e última fase ocorreu o que Triviños (1987) chama de Interpretação Referencial, que consistiu em uma análise mais aprofundada dos

dados na procura de se estabelecerem relações e desvendar o conteúdo subjacente ao que está sendo manifesto. Nesse momento procuramos utilizar muito a reflexão, com embasamento nos materiais empíricos, buscando o estabelecimento de relações com as discussões teóricas mais amplas que norteiam esta pesquisa.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação e discussão dos resultados é feita em quatro itens distintos. Primeiramente, no item “Traçando um perfil do grupo”, buscamos apresentar as características gerais do grupo de professores que participaram do processo de formação continuada.

No segundo item (“Os encontros com os professores”), fazemos uma breve apresentação dos encontros realizados, enfocando os objetivos de cada dia de atividades, as atividades realizadas e a avaliação de cada encontro pelos participantes.

No terceiro item (“As concepções dos professores sobre Evolução Biológica”) são apresentadas nossas análises sobre as concepções de professores a respeito de conceitos evolutivos, tendo como referencial teórico o capítulo 1.

No último item (“As concepções dos professores sobre o ensino de Evolução”) procuramos trazer elementos que mostrassem como os professores concebem a inserção do tema evolução nos currículos de Ciências e Biologia, bem como evidenciar práticas pedagógicas coerentes com estas concepções, tendo como referencial teórico o capítulo 2.

4.1 Traçando um perfil do grupo

Para traçar um perfil do grupo, inicialmente são apresentadas informações relativas à **idade, sexo, formação acadêmica e atuação profissional** dos participantes, a partir das respostas dos professores às questões da parte I do questionário passado durante o 1º encontro (Questionário 2 - Apêndice B). Também são feitas algumas considerações a respeito das **expectativas dos professores em relação ao curso**, com base na questão IV do questionário 1 (Apêndice B), passado no 1º Encontro.

Dos onze participantes do curso, apenas nove responderam às questões, pois dois não estavam presentes. É importante destacar que cada professor, no âmbito desta pesquisa, está sendo designado por um código de duas letras, definido de forma aleatória. Os códigos dos onze professores são: AE, IA, LK, LM, NG, NL, NM, RA, RB, RL, SG. Assim, no decorrer da apresentação e análise dos resultados, fazemos menção aos professores em diversos momentos através das siglas citadas.

No Apêndice D são apresentadas as informações relativas à idade, sexo, formação acadêmica e atuação profissional dos professores.

Quanto à *idade* dos participantes, verificou-se a existência de dois grupos marcantes: cinco professores com idade entre 23 e 29 anos (IA, LK, LM, NG, SG) e quatro professores entre os 41 e 55 anos de idade (AE, NL, RA, RB). Quanto ao *sexo*, o grupo constituiu-se de sete professores do sexo feminino (AE, IA, LM, NL, RA, RB, SG) e dois professores do sexo masculino (LK, NG); os outros dois professores que não responderam a essas questões (NM, RL) também eram do sexo feminino, mostrando um predomínio de participantes do sexo feminino no grupo.

Em relação à *formação* dos professores participantes, verificou-se que:

- a) em nível de graduação, cinco professores foram formados em Ciências Biológicas - três deles nas modalidades Licenciatura Plena e Bacharelado (LK, LM, SG), um na modalidade Médica (NG) e um professor não especificou a modalidade (RA). Os outros quatro professores foram formados em Ciências (Licenciatura Curta), com habilitação em Biologia (AE, IA, NL, RB);

- b) em relação ao tipo da instituição, três professores fizeram o curso em instituição pública (LK, NG, SG) e quatro em instituição privada (AE, IA, LM, NL); dois professores não responderam esse item (RA, RB);
- c) em relação à pós-graduação, dois professores cursaram especialização, um deles em Pedagogia (NL) e o outro não mencionou a área (RB), ambos em instituição privada; apenas um professor estava cursando Mestrado na área de Zoologia em instituição pública (SG).

Em relação à *atuação profissional* dos participantes, verificou-se que quatro professores estavam atuando somente em escola pública estadual (LM, NL, RA, RB) e três professores tanto em escola pública estadual quanto em escola particular (AE, NG, SG). Apenas um professor estava atuando em escola pública estadual e escola pública municipal (IA) e um professor somente em escola particular (LK). Ou seja, dos nove professores, percebeu-se que oito estavam atuando em escolas públicas estaduais, um em escola pública municipal e quatro em escolas particulares¹.

A distribuição dos oito professores que estavam atuando em escolas públicas estaduais, quanto à *situação funcional*, foi a seguinte: quatro como OFA - ocupante de função-atividade (IA, LM, NG, SG), três efetivos (NL, RA, RB) e um estável (AE). É interessante observar como os quatro professores mais velhos do grupo (entre 41 e 55 anos de idade) foram justamente aqueles que possuíam cargos efetivos ou de estabilidade em escolas públicas estaduais e os professores mais novos (entre 23 e 29 anos) estavam com um vínculo temporário (como OFA) ou não atuavam em escolas públicas.

Em relação ao *período* em que esses professores estavam ministrando aulas na escola pública, verificou-se que três professores estavam trabalhando nos períodos da manhã e da noite (LM, RA, RB), três professores apenas no período noturno (IA, NG, SG), um professor nos períodos da tarde e da noite (AE) e um professor nos períodos da manhã e da tarde (NL). Vale a pena observar que os quatro professores que estavam atuando exclusivamente em escolas públicas estaduais (LM, NL, RA, RB) trabalhavam em dois períodos e três professores que

¹ É importante salientar que nem todos os professores, durante a realização dos encontros, estavam atuando em escolas públicas com a disciplina de Biologia. Um deles (NG) estava atuando na escola pública em outra disciplina (Química) e ministrando aulas de Biologia em escola particular. Outro professor (LK), quando inscreveu-se para o curso, estava lecionando Biologia em uma escola pública e outra particular; quando iniciou-se o curso, ele já não estava mais com as aulas da escola pública, daí o fato de oito, dos nove professores, estarem atuando em escolas públicas.

estavam em escola pública estadual e em algum outro tipo de escola (IA, NG, SG) estavam se dedicando à escola pública apenas durante um período, no caso o noturno.

Em relação ao *tempo de magistério*, evidenciou-se a existência de dois grupos marcantes: cinco professores com até sete anos de magistério (IA, LK, LM, NG, SG) e quatro professores com vinte anos ou mais de magistério (AE, NL, RA, RB). Estas informações relacionam-se diretamente à faixa etária e à situação funcional dos participantes nas escolas públicas estaduais, conforme já descrito anteriormente.

Quanto à *disciplina* que o professor estava ministrando ou já havia ministrado aulas, constatou-se que todos os professores assinalaram as disciplinas de Ciências (para o Ensino Fundamental) e Biologia (para o Ensino Médio). Cinco professores assinalaram também as disciplinas de Química e Física, juntamente (AE, IA, LK, NG, SG). A disciplina de Matemática também foi assinalada por cinco professores (AE, IA, LM, NG, NL). Em relação a outras disciplinas não presentes no questionário, foram citadas: Geografia (NG, SG), Educação Ambiental (SG) e Trabalho Social (NG).

Os dados relativos às **expectativas dos participantes em relação aos encontros** são apresentados no Apêndice E, com base nas respostas dos professores à questão “O que você espera deste curso?” (questão IV do questionário 1, Apêndice B).

Conforme pode ser observado no Apêndice E, as respostas dos professores puderam ser agrupadas, sobretudo, em três categorias. Na primeira delas, incluímos as respostas que mencionaram a importância da *troca de idéias, informações e experiências* entre os participantes, sendo citada por seis professores em suas respostas (LK, LM, NG, NL, RA, SG).

Na segunda categoria, foram incluídas as respostas que enfatizaram a necessidade do *aprofundamento de conceitos e conhecimentos* relacionados ao tema evolução (presente em respostas de cinco professores – AE, LM, NL, RA, RB).

Na terceira categoria, foram incluídas as respostas que mencionaram aspectos relacionados à *necessidade de melhoria da prática pedagógica* dos professores, com ênfase no desenvolvimento de ações, ferramentas e técnicas para serem trabalhadas em sala de aula. Dos cinco professores que mencionaram este

aspecto (IA, NG, NL, RB, SG), dois deles enfatizaram a necessidade do desenvolvimento das estratégias coletivamente (NG, SG).

Assim, por exemplo, observando a resposta de SG a essa questão: *“Trocar experiências com os colegas, procurando estratégias para superar as dificuldades no ensino de Biologia, especialmente no tocante ao eixo Evolução”*.

Percebe-se que há elementos que caracterizam duas categorias citadas anteriormente, ou seja, a troca de experiências (no início de sua resposta) e aspectos relacionados à prática pedagógica (quando menciona a busca de estratégias para a superação de dificuldades no ensino de Biologia).

Outra resposta que apresenta elementos que puderam ser incluídos em mais de uma categoria, por exemplo, foi a de LM: *“Troca de conhecimentos e uma visão mais ampla de um tema pouco discutido e muito interessante para professores e alunos. Aprender mais com a prática de outras pessoas”*.

Nessa resposta percebe-se, primeiramente, uma expectativa em se trocar experiências com colegas da área (início da primeira frase e a segunda frase) e também uma busca em se aprofundar conhecimentos (quando menciona “visão mais ampla de um tema pouco discutido e muito interessante”).

Além dessas três categorias principais, um professor (NL) mencionou ainda a possibilidade de *participar de um novo projeto*.

4.2 Os encontros com os professores

Neste momento, apresentamos, de uma maneira geral, as atividades desenvolvidas durante os encontros realizados com os professores. No Quadro 4.1 apresentamos uma visão geral dos cinco encontros, abordando a data de realização de cada um, os participantes presentes, o objetivo de cada dia de trabalho, as atividades realizadas, finalizando com a avaliação do encontro pelos participantes. As atividades desenvolvidas com os professores nos cinco encontros são apresentadas nos Apêndices F, G, H, I e J, respectivamente.

Na seqüência, são abordadas algumas considerações feitas pelos professores ao final de cada encontro, durante o momento da avaliação do dia de atividades. Uma síntese dos aspectos mais relevantes apontados pelos professores é apresentada no Quadro 4.2, a partir das respostas às questões 4 (“O que você aprendeu de mais importante neste dia?”), 5 (“O que faltou?”) e 6 (“O que poderia

ter sido melhor explorado?”) do instrumento de avaliação passado ao final de cada encontro. Na seqüência, são feitas algumas considerações a respeito das respostas dos professores a essas questões. Também abordamos as respostas dos professores à questão 9 (“Como estou saindo após esse dia de trabalho?”), elaborada no sentido de se ter uma frase que sintetizasse o que foi para cada participante aquele dia de atividades.

a) Primeiro encontro

Em relação à *questão 4*, cinco professores (AE, IA, LK, LM, NL) fizeram comentários enfatizando a importância da dinâmica dos “Quadrados Quebrados” e cinco professores (AE, LK, NG, RA, RB) mencionaram aspectos relacionados ao trabalho em grupo. Na resposta de LK, por exemplo, apareceram ambos os elementos citados: “*Sobre trabalho conjunto, a partir da dinâmica realizada*”. Além disso, dois professores (IA, LM) declararam que acharam importante conhecer a variedade de interpretações para o termo Evolução e um professor (SG) declarou que achou o encontro muito importante para conhecer a realidade das escolas públicas da região através do depoimento dos professores.

Na *questão 5*², dois professores (NL, RB) declararam que nada faltou, que estavam satisfeitos. Um professor (SG) respondeu que faltaram mais discussões dos conceitos, que o grupo ouviu e permaneceu passivo. Outro professor (NG) comentou que faltou o conceito prévio de evolução individual e pelo grupo, e um professor (RA) sentiu falta de melhores ou mais formas de se trabalhar com o aluno em sala de aula.

Quanto à *questão 6*³, um professor (IA) declarou que o curso estava sendo bem ministrado. Um professor (SG) declarou que o conceito de evolução poderia ter sido mais aprofundado, procurando dinamizar as idéias e contrapondo às concepções prévias e valores dos participantes. Questionou: “*O tema é ou não polêmico?*” Outro professor (NG) declarou que o trabalho em grupo poderia ter sido melhor explorado e um professor (LM) declarou que sentiu necessidade de se aprofundar mais na discussão da Evolução Biológica nos PCNEM. Um professor (RA), reafirmando o que já havia colocado na questão anterior, escreveu que sentiu falta de melhores ou mais formas de se trabalhar com o aluno em sala de aula.

² Apenas cinco professores responderam a essa questão: NG, NL, RA, RB, SG.

³ Apenas cinco professores responderam a essa questão: IA, LM, NG, RA, SG.

QUADRO 4.1 – SÍNTESE DOS ENCONTROS REALIZADOS COM OS PROFESSORES.

continua

ENCONTRO	PARTICIPANTES	OBJETIVOS	ATIVIDADES E RECURSOS ⁽¹⁾	AValiação DO DIA
1º (05/07/03)	AE, IA, LK, LM, NG, NL, RA, RB, SG	<p><i>Em relação ao grupo de professores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • promover uma interação agradável entre os participantes • favorecer a reflexão sobre a importância do trabalho em grupo • realizar uma primeira reflexão sobre o conceito de Evolução Biológica e sua importância no ensino de Biologia <p><i>Em relação à pesquisa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • investigar concepções dos professores sobre o conceito de evolução • investigar concepções dos professores sobre a inserção do tema evolução no currículo de Biologia no Ensino Médio 	<ul style="list-style-type: none"> • apresentação (questionário 1 – Apêndice B) • questionário: perfil do grupo (questionário 2 – Apêndice B) • a temática “Evolução Biológica” nos PCNEM (F-1) • dinâmica: “Quadrados Quebrados” (F-2) • atividade: as diversas utilizações do termo ‘Evolução’ (F-3) • leitura e discussão de trechos de livros sobre o conceito de “Evolução Biológica” (F-4) 	<ul style="list-style-type: none"> • a dinâmica mostrou a importância e a necessidade do trabalho coletivo • houve pouca discussão dos conceitos; necessidade de maior aprofundamento e contraposição às concepções prévias e valores • necessidade de se pensar metodologias para se trabalhar o assunto com os alunos em sala de aula
2º (02/08/03)	AE, IA, LK, LM, NG, NL, NM, RA, RB, RL, SG	<p><i>Em relação ao grupo de professores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • evidenciar a importância da comunicação para a realização de um trabalho coletivo • favorecer a reflexão e o aprofundamento sobre o conceito de Evolução Biológica • evidenciar a importância de se ensinar o tema <p><i>Em relação à pesquisa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • aprofundar a compreensão das concepções dos professores sobre o conceito de evolução e sua inserção no currículo de Biologia no ensino Médio • investigar concepções dos professores sobre a perspectiva histórica na construção dos conhecimentos acerca da evolução biológica 	<ul style="list-style-type: none"> • apresentação • dinâmicas: “Teste da comunicação”; “Exercício de comunicação oral” (G-1) • leitura e discussão de texto que sintetizou o conceito e a importância da ‘Evolução’ no campo da Biologia (G-2) • proposta de vestibular – Unicamp/2003 (G-3) 	<ul style="list-style-type: none"> • o grupo se envolveu nos debates, propiciando maior discussão do conceito de “Evolução” • evidenciou-se a importância do trabalho em grupo, a partir das diferentes visões e interpretações surgidas nas discussões • houve respeito às diversas idéias e opiniões • o grupo demonstrou maior entrosamento e com força para atuação
3º (16/08/03)	AE, IA, LK, LM, NG, NL, NM, RA, RB, SG	<p><i>Em relação ao grupo de professores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • fortalecer as relações pessoais entre os membros do grupo • avaliar criticamente livros didáticos • aprofundar o conceito de Evolução Biológica <p><i>Em relação à pesquisa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • aprofundar a compreensão das concepções dos professores sobre o conceito de evolução e sua inserção no currículo de Biologia no ensino Médio 	<ul style="list-style-type: none"> • dinâmicas: “Mãos dadas”; “Encontro a dois” (H-1) • atividade de análise de livros didáticos (H-2; H-3) 	<ul style="list-style-type: none"> • o grupo estava mais espontâneo e à vontade, demonstrando outras iniciativas além do espaço do “curso” • evidenciou-se a importância de se avaliar com cuidado livros didáticos a serem utilizados em sala de aula • houve maior discussão do conceito de “Evolução”

conclusão

ENCONTRO	PARTICIPANTES	OBJETIVOS	ATIVIDADES E RECURSOS ⁽¹⁾	AValiação DO DIA
4º (06/09/03)	LK, LM, NG, NL, NM, RA, RB, SG	<p><i>Em relação ao grupo de professores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • fortalecer as relações pessoais entre os membros do grupo • aprofundar conceitos relacionados às idéias de Lamarck, Darwin e ao Neodarwinismo • refletir sobre formas de se trabalhar os conceitos mencionados com os alunos <p><i>Em relação à pesquisa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • investigar concepções dos professores sobre diferentes teorias evolutivas e seu ensino para a disciplina Biologia no nível Médio 	<ul style="list-style-type: none"> • discussão sobre as idéias de Lamarck e Darwin (I-1) • dinâmica: “Gestos em círculo” (I-2) • Jogo da Mutação (I-3) • leitura e discussão de texto sobre Teoria Sintética da Evolução (I-4) 	<ul style="list-style-type: none"> • o grupo demonstrou um pouco de cansaço e apatia • evidenciou-se a necessidade de coesão do grupo • o grupo considerou muito importantes as discussões conceituais • houve dificuldades na execução e interpretação do Jogo da Mutação e na leitura do texto sobre o Neodarwinismo
5º (13/09/03)	AE, IA, LK, LM, NL, NM, RA, RL, SG	<p><i>Em relação ao grupo de professores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • evidenciar a importância do diálogo como forma de se compreender o outro • discutir algumas implicações sociais e éticas do avanço do conhecimento biológico • discutir algumas relações entre conhecimento científico e religioso <p><i>Em relação à pesquisa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • investigar concepções dos professores sobre a relação entre conhecimentos de evolução e aspectos religiosos, a partir da discussão da problemática em torno do evolucionismo e criacionismo • investigar concepções dos professores sobre a inserção do ser humano no processo evolutivo 	<ul style="list-style-type: none"> • discussão sobre o filme “GATTACA – a experiência genética” (J-1) • dinâmica do Diálogo (J-2; J-3) • discussão: evolucionismo e criacionismo (J-4) 	<ul style="list-style-type: none"> • evidenciou-se a importância de se ouvir o outro em um diálogo • grupo mostrou certa dispersão nas discussões • evidenciou-se a importância da complementaridade entre conhecimento científico, filosófico e religioso • alguns membros do grupo demonstraram dificuldades no debate sobre evolucionismo e criacionismo

NOTA:

(1) A letra e o número que aparecem entre parênteses, depois de cada atividade/recurso, indicam o Apêndice no qual a atividade é apresentada e descrita em maiores detalhes.

QUADRO 4.2 – AVALIAÇÃO REALIZADA PELOS PROFESSORES AO FINAL DE CADA DIA DE ATIVIDADES, A PARTIR DAS RESPOSTAS ÀS QUESTÕES 4 (O QUE VOCÊ APRENDEU DE MAIS IMPORTANTE NESTE DIA?), 5 (O QUE FALTOU?) E 6 (O QUE PODERIA TER SIDO MELHOR EXPLORADO?), PRESENTES NOS QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO PASSADOS AO FINAL DE CADA ENCONTRO.

continua

ENCONTRO	QUESTÃO 4: “O que você aprendeu de mais importante neste dia?”	QUESTÃO 5: “O que faltou?”	QUESTÃO 6: “O que poderia ter sido melhor explorado?”
1º (05/07/03)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ importância da dinâmica dos “Quadrados Quebrados” (AE, IA, LK, LM, NL) ▪ aspectos relacionados ao trabalho em grupo (AE, LK, NG, RA, RB) ▪ conhecer a variedade de interpretações para o termo Evolução (IA, LM) ▪ conhecer a realidade das escolas públicas da região através dos depoimentos dos professores (SG) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nada faltou (NL, RB) ▪ discussão de conceitos; o grupo ouviu e permaneceu passivo (SG) ▪ conceito prévio de Evolução individual e pelo grupo (NG) ▪ melhores ou mais formas de se trabalhar com o aluno em sala de aula (RA) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ o curso está sendo bem ministrado (IA) ▪ conceito de Evolução, procurando dinamizar as idéias e contrapondo às concepções prévias e valores dos participantes (SG) ▪ o trabalho em grupo (NG) ▪ discussão sobre a Evolução Biológica nos PCNs do Ensino Médio (LM) ▪ melhores ou mais formas de se trabalhar com o aluno em sala de aula (RA)
2º (02/08/03)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aspectos relacionados ao conceito de evolução (IA, LK, LM, NG, NM, RA, RB, RL, SG) ▪ importância dos debates ou estudo em grupo para se compreender melhor o tema (AE, IA, NL, RA) ▪ materiais didáticos apresentados e discutidos (NL, RB) ▪ dinâmicas de grupo (IA) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nada faltou (RL, SG) ▪ mais tempo para debate (AE, NG, NM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tudo foi bem desenvolvido (IA, RL, SG) ▪ discussões temáticas, em sub-grupos, talvez teriam dado maior profundidade aos temas (NG) ▪ discussões sobre Origem da Vida (NM)
3º (16/08/03)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ conhecer e analisar melhor os livros didáticos (AE, IA, LK, NL, NM, RA) ▪ aprofundamento de conceitos (NG, NM, RB) ▪ melhor relacionamento com o grupo (NM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ análise comparativa entre os livros didáticos (NG) ▪ maior número de apresentação de livros (NG) ▪ conhecer melhor outros livros didáticos (LM) ▪ tempo para conhecer melhor o parceiro, na dinâmica “Encontro a dois” (AE) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ os resultados das análises dos livros (NG) ▪ as discussões surgidas no grupo que não tinham relação com a Evolução poderiam ser direcionadas para o tema (LK)

conclusão

ENCONTRO	QUESTÃO 4: “O que você aprendeu de mais importante neste dia?”	QUESTÃO 5: “O que faltou?”	QUESTÃO 6: “O que poderia ter sido melhor explorado?”
4º (06/09/03)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aspectos relacionados a conceitos evolutivos (LK, NG, NM, RB, SG) ▪ conhecer o Jogo das Mutações (LM, NL, NM) ▪ dinâmica “Gestos em círculo” (RA) ▪ debates gerados a partir da leitura do texto (RB) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ outra dinâmica com alguma atividade que desse ênfase ao trabalho coletivo (NG) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ maior discussão e aprofundamento do conceito de mutação (RB)
5º (13/09/03)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aspectos relacionados à importância das discussões e dos debates (IA, NL, NM, RL) ▪ questões conceituais associadas à discussão entre evolucionismo e criacionismo (AE, LM, SG) ▪ importância do filme “GATTACA” (IA, RA) ▪ possibilidade de aplicação das atividades vivenciadas em sala de aula (IA, RA) ▪ “Dinâmica do diálogo” (IA) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ter vindo mais aos encontros (RL) ▪ tempo para o desenvolvimento das atividades (LM) ▪ na “Dinâmica do diálogo”, faltou respeitar o tempo, as regras e a fala do outro (SG) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ maior profundidade no debate, com um pouco mais de tempo (NM, RL) ▪ a “Dinâmica do diálogo” (SG)

NOTA:

As siglas entre parênteses após cada item indicam os professores que mencionaram aquele tópico em suas respostas.

A *questão 9* (como estou saindo após esse dia de trabalho) foi elaborada no sentido de se ter uma frase que sintetizasse o que foi para cada participante aquele dia de atividades. Assim, transcrevemos as respostas dos professores a esta pergunta:

AE: *“Na expectativa para o dia 02/08”*

IA: *“Muito feliz”*

LK: *“Com um pouco de sono, pois o intervalo para o almoço foi curto, mas estou satisfeito em participar do curso”*

LM: *“Muito bem / eu estou saindo com um sentimento diferente pela troca de informações”*

NG: *“Disposto e com ótimas perspectivas de tecer novas estratégias em grupo para desenvolver o tema”*

NL: *“Quando acabei de sair do encontro me senti: satisfeita, solidária, informada e esperando o próximo encontro.”*

RA: *“Com muita vontade de saber mais e mais”*

RB: *“Com certeza que será um curso que superará as expectativas”*

SG: *“Ansiosa para aprofundar conceitos e discuti-los com outros professores”*

A partir das respostas dos professores, portanto, percebemos que muitos deles enfatizaram a importância da dinâmica dos “Quadrados Quebrados” para a discussão e reflexão de aspectos relativos ao trabalho coletivo. Além disso, foi colocado por alguns professores que houve pouca discussão de conceitos, havendo a necessidade de um maior aprofundamento e contraposição às concepções prévias e valores. Por último, alguns professores enfatizaram a necessidade de se pensar metodologias para se trabalhar o assunto com os alunos em sala de aula.

b) Segundo encontro

Quanto à *questão 4*, nove professores (todos, com exceção de AE e NL) fizeram menção a algum aspecto associado a conceitos de evolução. Assim, por exemplo, SG nos colocou: *“Como o conceito de evolução chegou historicamente à Biologia. As deturpações da idéia original e a opção pelo termo ‘Evolução’”*. Nesse mesmo sentido de compreensão da evolução, RA e LK, por exemplo, enfatizaram a importância da compreensão da diversidade de interpretações sobre o tema: *“Existe uma grande heterogeneidade de linhas de pensamento e tentar compreendê-las”* (LK); *“Aprendi os vários pensamentos de diferentes cientistas. Houve maior esclarecimento sobre o tema”* (RA). Além disso, quatro professores (AE, IA, NL, RA) fizeram menção ao debate ou estudo em grupo como uma forma muito positiva de se compreender melhor um tema. Também, dois professores (NL, RB) enfatizaram a importância de materiais didáticos apresentados e discutidos (textos, proposta de

redação da Unicamp) e apenas um professor (IA) comentou sobre as dinâmicas de grupo realizadas no dia.

Quanto à *questão 5*⁴, dois professores (RL, SG) declararam que nada faltou, que todas as atividades do dia foram muito proveitosas e três professores (AE, NG, NM) indicaram que faltou um pouco de tempo para o grupo debater mais.

Em relação à *questão 6*⁵, três professores (IA, RL, SG) afirmaram que tudo havia sido bem desenvolvido. Um professor (NG) sugeriu que talvez discussões temáticas, em sub-grupos, poderiam ter sido exploradas de maneira a dar mais profundidade aos temas e um professor (NM) declarou que discussões sobre Origem da Vida poderiam ter sido abordadas.

A *questão 9* (como estou saindo após esse dia de trabalho) foi elaborada no sentido de se ter uma frase que sintetizasse o que foi para cada participante aquele dia de atividades. As respostas dos professores a esta pergunta foram:

AE: *"Muito bem"*

IA: *"Esperando o próximo encontro"*

LK: *"Satisfeito por ter havido discussões que possibilitaram reflexões sobre o tema evolução"*

LM: *"Descontraída e com mais conhecimento"*

NG: *"Contente por encontrar um grupo motivado, com força de vontade de atuação, bem como com ótimas expectativas"*

NL: *"Satisfeita"*

NM: *"Ótima. Com muita expectativa de aprimorar o meu conhecimento a respeito do assunto"*

RA: *"Com mais vontade de que quando cheguei"*

RB: *"Contente e com excelente expectativa para o próximo encontro"*

RL: *"Bem, esperando ansiosa pela próxima reunião"*

SG: *"Satisfeita e à vontade no grupo"*

A partir das respostas dos professores, portanto, percebemos que o grupo se envolveu bastante nas discussões. Evidenciou-se a importância do trabalho coletivo, a partir das diferentes visões e interpretações surgidas nas discussões, havendo muito respeito dos participantes às diversas idéias e opiniões. Decorrente disso, o grupo demonstrou maior entrosamento e uma força para atuação além dos limites dos encontros.

⁴ Cinco professores responderam a essa questão: AE, NG, NM, RL, SG.

⁵ Cinco professores responderam a essa questão: IA, NG, NM, RL, SG.

c) Terceiro encontro⁶

Em relação à *questão 4*, seis professores (AE, IA, LK, NL, NM, RA) enfatizaram a importância de se conhecer e analisar melhor os livros didáticos. A esse respeito, por exemplo, AE nos colocou: *“Eu nunca tinha observado um livro didático minuciosamente. Achei legal. Saberei escolher melhor os livros de agora em diante”*. Além disso, três professores (NG, NM, RB) fizeram menção à importância do encontro para o aprofundamento de conceitos e um professor (NM) declarou que o encontro foi importante para que pudesse se relacionar melhor com o grupo.

Sobre a *questão 5*⁷, um professor (NG) comentou que talvez teria sido interessante uma análise comparativa entre os livros didáticos, permitindo uma visão mais crítica, além de um número maior de apresentação de livros. Em um sentido semelhante, LM comentou que faltou conhecer melhor outros livros didáticos. Em relação à dinâmica “Encontro a dois”, AE declarou que faltou tempo para conhecer melhor seu “novo amigo”, evidenciando assim a importância dessa dinâmica para a aproximação entre as pessoas do grupo.

Quanto à *questão 6*⁸, NG, em um sentido similar à sua colocação da questão anterior, declarou que os resultados das análises dos livros poderiam ter sido melhor explorados. Outro professor (LK) sugeriu que as discussões surgidas no grupo que não tinham relação com a evolução poderiam ser direcionadas para tal fim, indicando uma certa preocupação com as dispersões surgidas durante as discussões.

Em relação à *questão 9* (como estou saindo após esse dia de trabalho), as respostas dos professores foram:

AE: *“Muito bem”*

IA: *“Muito feliz, pois foi um dia enriquecedor”*

LK: *“Foi um pouco cansativo (talvez porque já estou cansado), mas foi um dia produtivo por ter proporcionado o conhecimento de alguns livros didáticos”*

LM: *“Cansada, feliz”*

NG: *“Animado e satisfeito. Talvez o rendimento poderia ter sido melhor”*

NL: *“Sabendo um pouco mais. Esperando outro encontro”*

NM: *“Muito bem, pois acho que o encontro favorece a troca de experiências entre os profissionais da área, aprimorando o conhecimento de cada um”*

RA: *“Feliz (animada), mas sem inspiração para escrever”*

RB: *“Contente, ampliando meus conhecimentos”*

⁶ Dos dez professores presentes nesse dia, nove responderam às questões; SG teve que sair 30 minutos antes do término das atividades, não participou do momento da avaliação e, portanto, não respondeu às questões.

⁷ Três professores responderam a essa questão: AE, LM, NG.

⁸ Dois professores responderam a essa questão: LK, NG.

Desta forma, as respostas dos professores evidenciaram que o grupo estava se sentindo mais à vontade e espontâneo, demonstrando outras iniciativas além do espaço do curso, apesar de alguns professores terem demonstrado um pouco de cansaço e apatia. Também os professores enfatizaram a importância de se avaliar com cuidado os livros didáticos a serem utilizados em sala de aula.

d) Quarto encontro

Quanto à *questão 4*, cinco professores (LK, NG, NM, RB, SG) fizeram menção a algum aspecto associado a conceitos de evolução, tais como as idéias de Lamarck e Darwin e os fatores evolutivos da teoria Neodarwinista. Três professores (LM, NL, NM) comentaram que acharam importante conhecer o “Jogo das Mutações”. Apenas um professor (RA) deu ênfase à dinâmica realizada no dia e um professor (RB) comentou sobre a importância dos debates gerados a partir da leitura do texto.

Na *questão 5* perguntou-se aos professores o que faltou naquele dia de atividades⁹. NG declarou que sentiu falta de uma segunda dinâmica com alguma atividade que desse ênfase ao trabalho coletivo.

Quanto à *questão 6*)¹⁰, RB declarou que o conceito de mutações poderia ter sido mais discutido e aprofundado.

As respostas dos professores à *questão 9* (como estou saindo após esse dia de trabalho) foram as seguintes:

LK: *“Sinto-me bem, foi produtivo”*

LM: *“Apesar de cansada, com bastante conhecimento”*

NG: *“Com um estímulo para rever e refletir o papel histórico da Evolução na Biologia como um todo. Satisfeito, embora a força de compenetração não tenha sido a mesma! Contento com a oportunidade do trabalho em grupo”*

NL: *“Descontraída e satisfeita”*

NM: *“Cada vez mais experiente, e com vontade de aprender muito mais”*

RB: *“Apesar do cansaço deu para sentir o quanto é bom estar em grupo. É estimulante”*
RA: *“Satisfeita”*

SG: *“Estou saindo à vontade com o grupo, certa de seu crescimento. O cansaço geral trouxe maior espontaneidade ao grupo”*

Portanto, as respostas dos professores pareceram evidenciar que o grupo considerou muito importante as discussões conceituais. Entretanto, algumas pessoas consideraram difíceis a execução e interpretação do Jogo da Mutação e a leitura e interpretação do texto sobre a Teoria Sintética da Evolução. Além disso, o

⁹ Apenas um professor respondeu a essa questão: NG.

grupo demonstrou um pouco de cansaço e apatia e evidenciou-se, a partir da dinâmica realizada, a necessidade de coesão de grupo.

e) Quinto encontro

Quanto à *questão 4*¹¹, houve uma diversidade interessante de respostas. Quatro professores (IA, NL, NM, RL) mencionaram em suas respostas aspectos que enfatizaram a importância das discussões e dos debates e três professores (AE, LM, SG) fizeram referência às questões conceituais associadas à discussão de evolucionismo e criacionismo. Dois professores (IA, RA) comentaram a respeito da importância do filme apresentado e sobre a possibilidade da aplicação das atividades vivenciadas em sala de aula. Apenas um professor (IA) mencionou sobre a dinâmica realizada no dia.

Na *questão 5*¹², RL declarou que faltou a ele ter vindo mais a esses encontros, pois compareceu apenas ao 2º e a esse 5º encontro. LM comentou a respeito da falta de tempo para o desenvolvimento das atividades e SG colocou, fazendo referência à “Dinâmica do Diálogo”, que faltou “*Respeitar o tempo, as regras e a fala do outro*”. SG, com essa declaração, pareceu não estar satisfeito com a postura do grupo durante o transcorrer da dinâmica que coordenou, o que parece ter prejudicado o desenvolvimento dessa atividade.

Quanto à *questão 6*¹³, dois professores (NM, RL) comentaram que o debate poderia ter sido mais aprofundado, com um pouco mais de tempo. SG, reafirmando sua colocação da questão anterior, declarou que a Dinâmica do Diálogo poderia ter sido melhor trabalhada, desde que a expressão das pessoas tivesse ficado mais clara.

Em relação à *questão 9* (como estou saindo após esse dia de trabalho), as respostas dos professores foram:

AE: *“Triste porque acabou, feliz porque vamos continuar”*

IA: *“Muito feliz e triste por ter chegado ao fim o nosso curso”*

LK: *“Poderia ter saído mais satisfeito, pois não me empenhei direito no debate para evitar que ele pegasse fogo”*

LM: *“Feliz! Com mais conhecimento”*

NL: *“Satisfeita e esperando novo encontro”*

NM: *“Satisfeita, porém com vontade de aprender mais, porque os assuntos foram muito interessantes e dificilmente se esgotam”*

¹⁰ Apenas um professor respondeu a essa questão: RB.

¹¹ Oito professores responderam a essa questão: AE, IA, LM, NL, NM, RA, RL, SG.

¹² Três professores responderam a essa questão: LM, RL, SG.

¹³ Três professores responderam a essa questão: NM, RL, SG.

RA: *“Com um monte de interrogações: quem somos? Qual nosso papel ?????”*

RL: *“Bastante feliz, as horas passaram muito rápido devido aos conteúdos (debates) interessantes”*

SG: *“Bem. Com mais vontade de atuar, mais segura e sentindo-me parte integrante deste grupo”*

A partir das respostas dos professores a essas questões, percebemos, portanto, que as contribuições do 5º encontro para os professores foram, sobretudo, a de propiciar uma reflexão a respeito dos conhecimentos científico, filosófico e religioso e também evidenciar a importância de se ouvir o outro em um diálogo, a partir da realização da dinâmica. Além disso, o grupo apresentou uma certa dispersão nas discussões e algumas pessoas demonstraram dificuldades no debate sobre evolucionismo e criacionismo.

Como esse foi o último dia de atividades, pediu-se também que os professores colocassem quais tinham sido as maiores **contribuições dos encontros** para eles (Questão 10 – Apêndice J-5). Três aspectos fundamentais foram enfatizados:

- 1) estabelecimento de relações pessoais (citado por AE, IA, LK, LM, RA, RL, SG);
- 2) aprofundamento sobre conhecimentos relacionados à Evolução (citado por AE, IA, LM, NM, RA, RL);
- 3) troca de experiências e idéias com profissionais da mesma área (citado por IA, LK, RA, SG);

Além desses três pontos, dois professores (AE, NM) salientaram a importância dos encontros para que pudessem refletir melhor sobre determinados conhecimentos e dois professores (IA, RA) ressaltaram a contribuição das dinâmicas vivenciadas nos diferentes encontros. Por fim, RA chamou a atenção desses encontros como uma via que possibilitou a formação de um grupo de trabalho e ação pedagógica na cidade.

4.3 As concepções dos professores sobre Evolução Biológica

Neste item, procuramos aprofundar alguns pontos relacionados às concepções dos professores associadas à evolução, destacando tópicos que percebemos evidenciar idéias dos professores acerca da teoria evolutiva e sua relação com questões religiosas. Para isso, procuramos tecer relações entre informações dos questionários iniciais, os relatos dos encontros e as entrevistas realizadas após o período do curso, buscando interpretar os dados a partir de nossos referenciais teóricos de Evolução (capítulo 1).

4.3.1 O conceito de Evolução

A partir da análise das colocações dos professores nas entrevistas, nos encontros e nas respostas aos questionários, pudemos observar os seguintes núcleos de sentido presentes em seus discursos: 1. transformação/mudança; 2. progresso/melhoria/aperfeiçoamento; 3. diretividade; 4. finalismo/propósito; 5. aumento de complexidade; 6. inovação/modernização; 7. ocorre em nível individual.

Na seqüência, destacamos alguns momentos dos encontros, de trechos de entrevistas e de respostas a algumas questões que evidenciaram esses núcleos de significação.

A partir das respostas à afirmação 1¹ do questionário passado no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B), pudemos perceber uma associação entre evolução e aperfeiçoamento dos seres vivos, pois seis professores (AE, IA, LM, NL, RA, RB) consideraram tal afirmativa verdadeira (ver quadro-síntese dessas respostas no Apêndice K). Ainda assim, três desses professores (IA, LM, NL) e também LK, NG e SG afirmaram ser verdadeira a afirmativa 2²; sendo que AE, RA e RB consideraram-na falsa. Isso indica que: 1. LK, NG e SG apresentaram uma concepção de evolução associada a transformação, mas não a aperfeiçoamento; 2. IA, LM e NL associaram evolução tanto a transformação quanto a aperfeiçoamento; 3. as respostas de AE, RA e RB indicam uma incoerência, já que associaram

¹ **Afirmativa 1:** Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo (falsa).

² **Afirmativa 2:** A idéia fundamental associada à Evolução dos seres vivos é a transformação, diferentemente da concepção fixista, segundo a qual todas as espécies foram criadas e permanecem inalteradas até os dias atuais (verdadeira).

evolução com aperfeiçoamento (o que implica em transformação), mas também à concepção fixista (baseada na imutabilidade das espécies ao longo do tempo).

Ainda no 1º Encontro, foi realizada uma atividade em que os participantes tiveram que avaliar qual o significado do termo “Evolução” utilizado em diversos materiais, tais como propagandas de revistas, páginas de internet e manchetes de jornais (vide atividade no Apêndice F-3 e quadro de comentários dos participantes no Apêndice L). A partir da exposição dos professores, os seguintes significados foram evidenciados:

- 1- sentido de *progresso*: melhoria, aperfeiçoamento, crescimento, valorização, aumento, multiplicação, desenvolvimento, maior eficiência, maior capacidade, maior produtividade (presente nas apresentações dos materiais de AE, IA, LK, LM, NL, RA, RB, SG);
- 2- sentido de *algo novo ou moderno*: inovação, modernidade, tecnologia (presente nas apresentações de IA, LM, NL, RB);
- 3- sentido de *transformação*: alteração qualitativa, mudança, transformação, transfiguração (presente na apresentação de NG).

Depois dessa atividade, foram apresentados trechos de livros contendo o conceito biológico de Evolução, com ênfase nos conceitos dados por Futuyama (1992) e Lima (1988), no intuito de se comparar com os diversos significados levantados na atividade anterior (ver Apêndice F-4). Desta forma, procuramos trazer para os professores os três aspectos fundamentais do conceito biológico de Evolução: a ênfase na transformação, as populações de organismos como unidade evolutiva, a transmissão dessas alterações via material genético.

Ainda no intuito de se discutir o conceito de evolução, no 2º Encontro ocorreu a leitura e discussão de um texto³ (Apêndice G-2) que procurou mostrar como, historicamente, ocorreu a associação do termo “evolução” com o significado de “descendência com modificação” no campo da Biologia. Em diversos pontos do texto o autor enfatiza o significado da evolução biológica (transformação dos seres vivos) e alerta para o perigo da associação entre evolução e progresso.

Durante a leitura e discussão do trecho 2 (linhas 10 à 17), realizada por RL, enfatizou-se que Darwin, Lamarck e Haeckel não utilizaram o termo “evolução”, mas sim “descendência com modificação”, “transformismo” e “transmutações”,

³ GOULD, S.J. O dilema de Darwin: a odisséia da evolução. In: _____. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. 2ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992. p. 25-29. (Ciência Aberta)

respectivamente. Desta forma, evidenciou-se que três grandes evolucionistas do século XIX estavam direcionados para a mesma idéia, a da transformação e alteração nas características dos seres vivos de uma geração para outra. Ainda a respeito deste texto, SG realizou a leitura do trecho 10 (linhas 114-128), mostrando que Darwin insistiu que a mudança orgânica levaria a uma maior adaptação entre os organismos e seu meio ambiente e que a associação entre evolução e progresso é um dos piores preconceitos antropocêntricos imagináveis.

Ainda no 2º Encontro, ocorreu a discussão da proposta de redação do vestibular da Unicamp/2003 (Apêndice G-3), onde o termo evolução foi empregado em diversos contextos e com diferentes significados, como transformação, desenvolvimento e progresso. A discussão no grupo seguiu no sentido de perceber se havia a associação ou não com progresso em cada um dos 8 trechos de textos que o vestibulando dispunha para compor sua redação.

Durante e após essas atividades, permanecemos atentos às concepções dos professores em relação ao conceito de evolução, no sentido de observar se ocorreria algum tipo de associação com aperfeiçoamento, melhoria ou progresso.

Desta forma, LK, por exemplo, ao comentar a respeito da importância de se ensinar evolução para seus alunos, em sua entrevista declarou que:

LK: "... para quê ficar estudando os seres vivos, só as diferenças, sendo que tem uma ligação direta entre um indivíduo e outro, em espécies totalmente diferentes?"

Também ao ser questionado sobre o que seria interessante de se abordar com os alunos do Ensino Fundamental e Médio a respeito do tema, LK declarou que, para os alunos do Ensino Fundamental o interessante seria trabalhar apenas a noção de transformação dos seres vivos, para que os alunos pudessem depois, no Ensino Médio, ter a base conceitual para entender os aspectos históricos e mecanismos evolutivos com mais profundidade:

Pesquisador: Você acha, por exemplo, que o conteúdo de evolução deve aparecer no Ensino Médio, somente, ou também é possível trabalhar a partir do Ensino Fundamental?

LK: *"Sim, eu acho que é possível trabalhar e que deveria se trabalhar no Ensino Fundamental, não em termos de Lamarck, Darwin, sabe, em termos que ocorre mudanças, somente..."*

Pesquisador: Mais ênfase na transformação?

LK: *"Isso, isso, na ênfase da transformação. Depois, a parte conceitual mesmo de evolução deveria ser dada no Ensino Médio. Depois de estar sendo trabalhado no Ensino Fundamental que daí poderia servir para eles durante o curso de Biologia, em si."*

Em outro momento da entrevista, quando questionado como abordaria um possível conflito que emergisse em sala de aula entre idéias evolucionistas e religiosas, em meio à sua fala LK colocou que:

LK: *“Porque sempre aparece um ou outro [aluno]: falam que teve um cara que falou que o homem veio do macaco. Daí você tem que explicar que não veio do macaco, do ancestral comum do macaco.”*

Relacionada a essas colocações feitas na entrevista, durante a realização do debate entre evolucionismo e criacionismo (5º Encontro – Apêndice J-4), LK participou do grupo que deveria defender as idéias evolucionistas, juntamente com RA e LM. A primeira pergunta elaborada por este grupo para ser respondida pelo outro grupo (que deveria defender o criacionismo) foi: “Se Deus criou tudo em sete dias, tudo existente hoje, por que encontramos vestígios que interligam diferentes espécies vivas hoje e também com espécimes fósseis?”.

Percebe-se, portanto, que esse professor (LK) possui uma concepção de evolução que inclui as idéias de transformação (mudança), a relação de parentesco entre os seres vivos e, associado a isso, a noção de ancestralidade comum.

Por outro lado, em algumas colocações de outros professores pudemos perceber alguma relação da evolução com progresso, aperfeiçoamento ou até mesmo diretividade do processo. Isto se deu de maneira mais clara quando o professor declarou diretamente que acredita que com o processo evolutivo ocorre progresso, ou através da exposição de idéias que indiretamente relacionam o processo evolutivo com melhoria, diretividade ou propósito.

Na atividade de discussão da proposta de redação do vestibular da Unicamp/2003 (2º Encontro – Apêndice G-3), durante a exposição e discussão do trecho 1⁴, NG disse ter percebido duas vertentes no fragmento de texto: a primeira no sentido de um desenvolvimento ordenado, um aperfeiçoamento, contrapondo uma segunda, uma idéia científica de mudança. Para este professor, essa oposição

⁴ Trecho 1 – Evolução significa um desenvolvimento ordenado. Podemos dizer, por exemplo, que os automóveis modernos *evoluiram* a partir das carruagens. Frequentemente, os cientistas usam palavras num sentido especial, mas quando falam de evolução de climas, continentes, planetas ou estrelas, estão falando de desenvolvimento ordenado. Na maioria dos livros científicos, entretanto, a palavra se refere à evolução orgânica, ou seja, à teoria da evolução aplicada a seres vivos. Essa teoria diz que as plantas e animais se modificaram geração após geração, e que ainda estão se modificando hoje em dia. Uma vez que essa mudança tem-se prolongado através das eras, tudo o que vive atualmente na Terra descende, com muitas alterações, de outros seres que viveram há milhares e até milhões de anos atrás (*Enciclopédia Delta Universal*, vol.6, p.3134).

se mostrou muito clara no texto devido à colocação da palavra “entretanto”. Por outro lado, AE (que realizou a apreciação do fragmento de texto juntamente com RL) declarou que o argumento poderia ser utilizado pelo vestibulando para fortalecer a idéia de progresso; conforme suas colocações, como no texto apareceu a idéia de futuro, ele e RL entenderam que deveriam ocorrer mais mudanças e isso indicaria que estaria ocorrendo progresso. NG, a esse respeito, complementa que mudanças não significam necessariamente progresso; a idéia de futuro gera uma expectativa, porém a mudança pode não ser para melhor.

Durante a realização da mesma atividade, ao fazer a exposição e discussão do trecho 6⁵, RL declarou que a própria natureza evolui. Comentou a respeito do exemplo clássico associado às idéias de Lamarck, que a girafa ia se esticando para comer folhas e então seus descendentes nasceriam com pescoço mais comprido. Conclui então que as idéias de Lamarck foram desmentidas; que o progresso existe, é automático e faz parte da natureza. Sobre este mesmo fragmento de texto, LK interpretou que ele poderia ser utilizado pelo vestibulando a favor da idéia de progresso, porque nele há uma idéia de que o homem “subiu” ao topo da escala orgânica e que no futuro estará ainda mais alto. Ressaltou achar estranho o texto ser de Darwin e acredita que a idéia está descontextualizada, pois segundo seus conhecimentos, Darwin não associava evolução com progresso.

Nota-se, portanto, pelas discussões realizadas nessa atividade, que, por um lado, AE e RL expressaram idéias que evidenciaram uma associação entre evolução e progresso. Já as colocações de NG e LK parecem evidenciar a interpretação do caráter de transformação da evolução sem um vínculo com a idéia de melhoria e progresso.

Outro professor que mostrou fazer uma relação da evolução com a idéia de progresso foi IA. Durante sua entrevista, quando comentava a respeito da possibilidade de se pensar a evolução enquanto linha unificadora dos conteúdos, declarou que:

Pesquisador: Quer dizer, dar uma linha evolutiva para a Citologia, ou para a Zoologia? É porque isso é o que aparece como proposta. Você acha que isso é possível, dentro do planejamento que você falou?

⁵ Trecho 6 – O homem pode ser desculpado por sentir algum orgulho por ter subido, ainda que não por seus próprios esforços, ao topo da escala orgânica; e o fato de ter subido assim, em vez de ter sido primitivamente colocado lá, pode dar-lhe esperanças de ter um destino ainda mais alto em um futuro distante (Charles Darwin, *A descendência do homem*, www.gutenberg.net).

IA: “Olha, eu acho que até pode estar se fazendo. No caso, você quis dizer isso, pegar Citologia e fazer uma **evolução da Citologia**, é isso? Eu acho que é possível, com certeza. (...) Eu, pelo menos, quero seguir à risca o planejamento. Mas eu acho que dá, lógico que dá para você estar fazendo isso daí. Igual em Botânica mesmo, em Zoologia, com certeza dá para estar colocando sim.”

Pesquisador: Essa linha evolutiva?

IA: “Isso, dá sim. Dá para fazer até uma linha, alguma coisa aí de..., dá sim para estar colocando. Igual mesmo da parte de Citologia você pode fazer a parte de microscópio, **quando ele começou, como ele era, como ele foi, como ele surgiu, como ele é agora**, as tecnologias que foram com eles. **Com a tecnologia veio a ampliação...**”

O exemplo utilizado por IA ao final de sua fala, quando procura pensar a questão da evolução incorporada aos conteúdos de Citologia, parece evidenciar uma associação entre evolução e progresso. Sobre isso, exemplifica com a evolução do estudo das células e o avanço das tecnologias associadas à microscopia, parecendo haver uma associação entre evolução e melhoria dos equipamentos microscópicos e sua capacidade de ampliação, ou ainda, entre evolução e inovação tecnológica. É importante ressaltar que durante o 2º Encontro, quando ocorreram as discussões a respeito do conceito de evolução, IA não se mostrou muito envolvido, expondo seus pontos de vista em poucas oportunidades. Durante a discussão do texto sobre evolução, ao explicar o trecho de texto que lhe cabia⁶, IA inverteu as idéias de von Haller com as de Darwin, evidenciando uma certa dificuldade na compreensão de conceitos a partir da leitura e interpretação do texto.

Na fala de outros três professores, também ao expor as possibilidades de se trabalhar a evolução enquanto linha unificadora dos conteúdos, pareceu haver uma associação entre evolução e progresso:

Pesquisador: E nos PCNs aparecem para tratarmos os conteúdos da Biologia sob o enfoque evolutivo.

LM: “É. Eu acho que no 3º ano, no planejamento, já dá para fazer isso. Porque eles estão vendo, eles vão apresentar os Reinos, os mais importantes, as espécies mais importantes. Daí dá para ir trabalhando, principalmente na parte dos vegetais, para mostrar que **houve evolução, de uma planta, das Briófitas até chegar nas Angiospermas**. Então, aí nesse ponto, trabalho a evolução, dando o foco da evolução e é o que eu cobro deles é essa parte. É a questão evolutiva.”

Pesquisador: Mas uma abordagem evolutiva dos outros conteúdos, por exemplo, os seres vivos, você falou dos reinos. Você faz uma abordagem evolutiva disso?

NL: “Faço, **começo a dar os vírus, as bactérias e chego até o homem**. Mas não, assim, profundo. A gente vê Botânica, assim, as partes das plantas. O que é que vai dar bem de classificação. Então, não dá tempo mesmo, né”.

⁶ Texto incluído no Apêndice G-2. O trecho destinado à leitura e interpretação por IA durante a atividade compreendeu as linhas 39 até 48 (Trecho 4).

Pesquisador: Você parte da Origem da Vida?

RA: “É, da Origem da Vida. **E daí vai até o *Homo sapiens*.**”

Pesquisador: Você conta um pouco a história dos seres vivos, é isso?

RA: “A história, é. Na verdade, eu começo com o Big Bang, sabe. Eu começo lá com o Big Bang. E vou. Sabe, acho que é isso que entusiasmo, é uma história para eles”.

Nos dois primeiros trechos, parece que os professores possuem a idéia da linha da evolução, no sentido de um aumento da complexidade dos seres vivos, o que pode ter uma associação com progresso, conforme observa Gould (1990). Nos três trechos destacados também parece haver uma visão finalista do processo evolutivo, já que LM utiliza a expressão “...das Briófitas até chegar nas Angiospermas”, NM declara que “...começo a dar os vírus, as bactérias e chego até o homem” e RA diz que trabalha o tema Origem da Vida e “daí vai até o *Homo sapiens*”.

É interessante notar, no entanto, que durante a discussão do texto no 2º Encontro, ao expor sobre sua interpretação do trecho lido⁷, NL enfatizou que os professores não devem utilizar inferior ou superior ao descrever a estrutura dos seres vivos, pois se cada um vive bem em seu ambiente, é difícil afirmar qual é melhor ou pior. NG, coerente com as colocações de Gould (1990), acrescentou a essa fala que entende que geralmente há uma associação entre aquilo que é superior com algo complexo e daquilo que é inferior com algo mais simples, mas que nem sempre o mais complexo é necessariamente melhor, exemplificando com a complexidade das tecnologias modernas e a dificuldade em mantê-las sempre em funcionamento.

Durante a realização dessa mesma atividade do 2º Encontro, LM realizou a leitura e interpretação do trecho 6 (linhas 66 a 78), concluindo para o grupo que Darwin utilizou “evoluir” como última palavra de seu livro, mas não gostava do termo e usava-o raramente. Declarou que Darwin não queria usar a palavra evolução para explicar a transformação dos seres vivos, mas para contrastar a fluidez dos processos orgânicos com a fixidez das leis físicas. Destacamos também que, durante a atividade de avaliação dos livros didáticos realizada no 3º Encontro (Apêndices H-2 e H-3), LM participou de um grupo (juntamente com LK e NM) que observou uma idéia errônea em um livro didático analisado, onde ocorria associação de evolução com aprimoramento das espécies.

⁷ Texto incluído no Apêndice G-2. O trecho destinado à leitura e interpretação por NL durante a atividade compreendeu as linhas 79 até 87 (Trecho 7).

Esses momentos dos encontros mostram situações em que LM e NL discutiram os fundamentos do conceito biológico de evolução e parecem se contrapor às idéias colocadas durante suas entrevistas.

Na entrevista realizada com SG, ao ser questionado a respeito de como tem trabalhado a evolução em sala de aula, em um determinado momento de sua fala, colocou que:

*SG: “E quando eu vou trabalhar, por exemplo, as plantas, eu trabalho dentro do enfoque evolutivo também. Eu falo das algas, eu falo das briófitas, eu falo das pteridófitas, eu falo do sentido da evolução **no sentido de se libertar da água**, das plantas **conseguirem conquistar o meio terrestre**. Eu mostro a existência de todas as plantas nos tempos atuais, o que não faz de uma mais evoluída que a outra. Então, eu falo das **gramíneas, que são as plantas, as últimas que apareceram e que não as árvores, as grandes árvores**. Eu falo das **florestas de pteridófitas, de samambaias gigantes que existiam no tempo dos dinossauros**. São coisas que os alunos fixam, eles gostam bastante”.*

Ao fazer referência a uma possível abordagem evolutiva na Botânica, SG declara que procura mostrar os grupos vegetais e sua evolução “no sentido de se libertar da água” e “conseguirem conquistar o meio terrestre”, colocação que parece mostrar uma visão de direcionamento do processo evolutivo. Diferente das falas de LM e NL, porém, SG procura enfatizar o aparecimento recente, no tempo geológico, das gramíneas e comenta a respeito das pteridófitas gigantes do tempo dos dinossauros, parecendo não haver uma relação entre evolução e aumento de complexidade, o que pode evitar uma associação entre evolução e progresso. Se esse professor, por um lado, utilizou expressões que dão a entender diretividade no processo evolutivo, por outro lado procurou evidenciar, com exemplos de grupos vegetais, que não ocorre necessariamente aumento de complexidade estrutural ao longo desse processo.

Um professor que deixou evidente em sua fala que há um direcionamento do processo evolutivo foi RA:

RA: “Daí, de vez em quando alguns perguntam: professora, mas a senhora não acredita em Deus? Atrás disso tem uma força maior.”

Pesquisador: Você coloca para eles que existe uma força...

*RA: “Que contribui para tudo isso. Tanto é que, se a gente for pensar: **nós, os últimos seres, os mais perfeitos**. Senão, tudo seria só matéria. E cadê a parte espiritual?”*

Pesquisador: Como explicar isso?

*RA: “Como explicar? Como explicar tanta coisa que a gente vê, que acontece pelo poder da mente? Tem gente, diz poder da mente, quem não acredita em Deus. E quem acredita em Deus sabe que é uma força vinda de Deus. E esse é, de tudo que aconteceu há milhares de anos, hoje, vindo demonstrar através do **último ser, o mais evoluído das espécies**, essa força, esse poder para formar tudo que aconteceu antes. **Não é***

simplesmente uma transformação, uma transformação. Tem um poder superior por detrás disso.

Esse trecho evidencia que esse professor acredita que Deus, sendo uma força maior, direciona todo o processo evolutivo, culminando com o último ser, o mais evoluído das espécies, no caso, o ser humano. Essa colocação parece mostrar uma visão de evolução associada a melhoria, remetendo-nos à imagem da evolução como uma escada do progresso. Ao final de sua fala, fica evidente que RA entende que a evolução não é simplesmente uma transformação, mas que existe um poder superior direcionando o processo.

Pelas colocações feitas nesse item, portanto, podemos sintetizar as análises nos seguintes pontos:

- (i) Pudemos observar uma associação de evolução com a idéia fundamental de *transformação ou mudança* nas respostas dos professores LK, NG e SG ao questionário inicial passado no 1º Encontro. LK, além disso, em momentos diversos dos encontros e em sua entrevista, também fez referência à relação de parentesco entre os seres vivos e ao conceito de ancestralidade comum. Os professores IA, LM e NL também evidenciaram associar evolução com *transformação ou mudança* no questionário inicial do 1º encontro, porém, segundo esses professores, essa transformação implicaria em aperfeiçoamento ou melhoria dos seres vivos. A associação de evolução com a idéia de transformação também foi relatada por Chaves (1993) ao analisar a concepção de um professor de Biologia do Ensino Médio.
- (ii) A idéia de *progresso, melhoria ou aperfeiçoamento* foi inicialmente observada nas respostas de seis professores (AE, IA, LM, NL, RA, RB) ao questionário passado no 1º Encontro. Além disso, os professores AE e RL, em discussões realizadas durante a atividade de avaliação da proposta da redação da Unicamp/2003 (2º Encontro), manifestaram claramente uma associação da evolução com progresso. Essa associação da evolução com progresso também foi observada por outros autores ao fazerem análise de concepções de professores sobre o tema (CARNEIRO & ROSA, 2004; CHAVES, 1993; CICILLINI, 1997a, 1997b, 1999; TIDON & LEWONTIN, 2004). Outras idéias que podem levar à vinculação da evolução com progresso são discutidas nos quatro itens seguintes.

- (iii) A idéia de *diretividade*⁸ foi observada na colocação de dois professores. SG, em sua entrevista, ao relatar a possibilidade de abordar a evolução vegetal com seus alunos, fez referência à evolução no sentido das plantas se libertarem da água e conquistarem o meio terrestre. A idéia de diretividade expressa por SG parece ser uma propriedade inerente ao processo evolutivo. Em um sentido diferenciado, RA declarou, em sua entrevista, que existe uma força maior (Deus) que impulsiona e direciona a evolução, ou seja, a diretividade é caracterizada por um agente externo ao processo, a força maior provinda de Deus. Autores como Cicillini (1997a, 1997b, 1999), Daniel (2003), Daniel & Bastos (2004) e Tidon & Lewontin (2004) também observaram concepções onde os professores vincularam a noção de diretividade ao processo evolutivo.
- (iv) A associação da evolução com *finalismo ou propósito*⁹ do processo evolutivo pôde ser percebida nas colocações de três professores. LM, ao comentar sobre a possibilidade de trabalhar a evolução vegetal com seus alunos, declarou que procura apresentar aos alunos os grupos vegetais, das Briófitas “até” as Angiospermas, como se essas fossem o objetivo final da evolução das plantas. Em um sentido semelhante, NL declarou que procura trabalhar os seres vivos, dos vírus e bactérias “até” chegar ao ser humano e RA procura trabalhar desde a Origem da Vida “até” o Homo sapiens. Essa concepção de finalismo ou propósito do processo evolutivo também foi relatada por Cicillini (1997a, 1997b, 1999) e por Chaves (1993); essa última autora relatou uma concepção de que existe na natureza uma escala dos seres vivos, culminando com o ser humano, visão semelhante às idéias expressas por NL e RA em suas falas.
- (v) Associado aos dois pontos anteriores, dois professores expressaram a idéia de que ao longo do processo evolutivo ocorre *aumento de complexidade* da vida (LM, ao falar da evolução vegetal, das Briófitas até as Angiospermas; NL, quando comentou a respeito de se ensinar os seres vivos, dos vírus e bactérias até o ser humano). Esse tipo de associação também foi relatada por

⁸ Entendemos que um processo possui diretividade quando possui um rumo, um caminho ou uma linha a ser seguida. Isto não implica em um objetivo ou meta a ser alcançada pelo processo, mas apenas o caminho que ele segue.

⁹ A idéia de finalismo ou propósito implica que um processo caminha visando alcançar determinados objetivos ou metas. Por exemplo, como se o processo evolutivo tivesse como objetivo o aparecimento da espécie humana, da

Chaves (1993) e Cicillini (1997a, 1997b, 1999) ao analisarem a concepção de professores sobre Evolução. Por outro lado, é importante observar que dois professores enfatizaram que não se pode associar, necessariamente, evolução com aumento de complexidade. SG, em sua entrevista, ao comentar sobre a evolução vegetal, fez referência às pteridófitas gigantes do tempo dos dinossauros e às gramíneas como um grupo mais recente, procurando mostrar que o processo evolutivo não traz necessariamente um aumento de complexidade. NG, durante discussão do texto no 2º Encontro, fez uma colocação a uma fala de NL, afirmando que não podemos associar aumento de complexidade com melhoria, procurando desta forma dissociar a relação que se faz entre evolução, aumento de complexidade e progresso.

- (vi) A idéia de *inovação ou modernização* foi expressa por IA em sua entrevista, quando este professor comentou a respeito da possibilidade de abordar os conteúdos da Biologia sob a perspectiva evolutiva. Ao fazer referência aos conteúdos de Citologia, declarou que poderia abordar, por exemplo, o desenvolvimento das tecnologias associadas à microscopia e observação das células.
- (vii) Alguns professores, ao responderem à afirmativa 6¹⁰ do questionário passado no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B), revelaram a idéia de que a evolução pode ocorrer em *nível individual*. Para essa afirmativa, apenas quatro professores assinalaram falso (LK, NG, RB, SG); os demais assinalaram verdadeiro ou indicaram estar com dúvidas, demonstrando não conhecer um princípio fundamental do atual conceito biológico de evolução, relativo à transformação do conjunto gênico de populações (e não de indivíduos isolados) ao longo das gerações. A esse respeito, por exemplo, autores como Cicillini (1997a, 1997b, 1999), Jiménez Aleixandre (1994) e Tidon & Lewontin (2004), ao analisar concepções de professores sobre Evolução, observaram que alguns deles entendem que a Evolução é um processo que ocorre em nível individual e não populacional. Também Chaves (1993), ao analisar as concepções de um professor de Ensino Médio sobre Evolução, observou que esse professor não expressou dois aspectos

cultura e da racionalidade; ou ainda, com se a evolução vegetal tivesse como objetivo o aparecimento das grandes árvores e das plantas com flores.

fundamentais do conceito de evolução: o caráter populacional e a natureza hereditária das transformações.

Segundo Futuyma (1992), o conceito de Evolução Biológica abrange a noção de transformação, as populações como unidades evolutivas e a transmissão das alterações via material genético. Desses três aspectos, o primeiro ficou evidente na expressão de apenas três professores (LK, NG, SG); os demais professores evidenciaram, em diferentes momentos dos encontros e das entrevistas, concepções que revelaram associação com progresso, diretividade, finalismo, aumento de complexidade ou inovação. Em relação ao segundo aspecto, apenas quatro professores (LG, NG, RB, SG) manifestaram que a evolução é um processo que ocorre em nível populacional. Em nenhum momento das entrevistas ou dos encontros houve referência ao terceiro aspecto, embora não tenhamos questionado diretamente aos professores a esse respeito. De qualquer forma, tomando como referência os dois primeiros aspectos do conceito de Futuyma (1992), apenas três professores expressaram concepções coerentes com tais aspectos, evidenciando que existem deficiências dos professores em se entender de maneira correta o conceito biológico de Evolução.

4.3.2 Evolução e o ser humano

Embora discussões específicas sobre Evolução Humana não tenham sido abordadas durante os encontros, alguns momentos de determinadas atividades ou das entrevistas revelaram concepções dos professores quanto à inserção do ser humano no processo evolutivo.

Em especial, podemos destacar alguns momentos da atividade realizada no 2º Encontro, onde os professores discutiram o significado de fragmentos de textos da proposta de vestibular da Unicamp/2003 (Apêndice G-3), revelando, basicamente, quatro núcleos de significação em suas falas: 1. manifestações culturais humanas têm origem biológica; 2. o ser humano é perfeito, o ápice do processo evolutivo; 3. o ser humano não é perfeito, no sentido biológico; 4. manifestações culturais humanas têm origem em um componente espiritual.

¹⁰ **Afirmativa 6:** Segundo o Neodarwinismo, a unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar na evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie (falsa).

Durante a exposição de sua interpretação a respeito do fragmento 5¹¹, SG menciona que o progresso cultural não depende de uma alteração biológica. Acrescenta que o texto mostrou que o ser humano é cosmopolita, não especializado como os outros animais e que o progresso da civilização humana deu-se independentemente de uma evolução biológica. A seguir, faz um questionamento se realmente pode-se afirmar isso. Segundo SG, tratam-se de escalas de tempo completamente diferentes: o tempo da civilização humana é muito menor do que o tempo geológico, tornando difícil sua comparação. Desta forma, SG acha difícil afirmar se há ou não uma relação entre o desenvolvimento cultural humano e a especialização de uma estrutura orgânica, como o cérebro, por exemplo.

Durante a discussão sobre o fragmento de texto 6 (vide nota 5, p.88), conforme já exposto no item anterior, LK declarou que seu grupo (formado também por SG e NM) interpretou que havia uma visão de progresso naquele texto, já que aparece a idéia de que o ser humano “subiu” ao topo da escala evolutiva e que no futuro estará ainda mais alto.

Nesse momento, fazendo referência à discussão sobre o fragmento 5, AE conclui, com entusiasmo, que nós (seres humanos) não somos completos, citando a dependência de equipamentos em nossa vida. Na seqüência, cita um exemplo de formigas que “sabem” quando vai chover: segundo AE, as formigas ficam todas alvoroçadas e procuram fazer um estoque de alimento. Conclui que os seres humanos não possuem essa capacidade, que dependemos de um equipamento para realizar a previsão do tempo. A esta fala de AE, RA acrescenta que nos tempos primitivos o ser humano era mais perceptivo, mas aos poucos essa capacidade foi se perdendo porque o homem passou a ser mais dependente de equipamentos e parou de usar a capacidade perceptiva.

¹¹ Trecho 5 – Na história evolucionária, relativamente curta, documentada pelos restos fósseis, o homem não aperfeiçoou seu equipamento hereditário através de modificações corporais perceptíveis em seu esqueleto. Não obstante, pôde ajustar-se a um número maior de ambientes do que qualquer outra criatura, multiplicar-se infinitamente mais depressa do que qualquer parente próximo entre os mamíferos superiores, e derrotar o urso polar, a lebre, o gavião, o tigre, em seus recursos especiais. Pelo controle do fogo e pela habilidade de fazer roupas e casas, o homem pode viver, e vive e viceja, desde o Círculo Ártico até o Equador. Nos trens e carros que constrói, pode superar a mais rápida lebre ou avestruz. Nos aviões, pode subir mais alto que a águia, e, com os telescópios, ver mais longe que o gavião. Com armas de fogo, pode derrubar animais que nem o tigre ousa atacar. Mas fogo, roupas, casas, trens, aviões, telescópios e revólveres não são, devemos repetir, parte do corpo do homem. Pode colocá-los de lado à sua vontade. Eles não são herdados no sentido biológico, mas o conhecimento necessário para sua produção e uso é parte do nosso legado social, resultado de uma tradição acumulada por muitas gerações, e transmitida, não pelo sangue, mas através da fala e da escrita (Gordon Childe. *A evolução cultural do homem*. Rio de Janeiro, Zahar, 1966. p.39-40).

Na seqüência, SG declara que compreende o que AE estava querendo dizer, concordando com a afirmação de que o ser humano é incompleto, se comparado aos demais animais. Segundo SG, os seres humanos são biologicamente frágeis, dependentes de equipamentos para sua sobrevivência perante as adversidades ambientais e por isso habitamos todas as regiões do mundo.

Já para NG, a capacidade do ser humano de criar instrumentos (desenvolvimento cultural) está intimamente ligado à nossa capacidade cerebral, ou seja, a complexidade orgânica da nossa matéria. Ou seja, segundo NG, a capacidade inventiva do homem deve ter sua origem biológica, a partir da especialização do cérebro.

SG responde a NG que não se pode afirmar isso com certeza, trata-se de uma hipótese, pois pouco se conhece do cérebro humano. Pede licença para o grupo para colocar uma hipótese absurda do ponto de vista científico: e se essa capacidade cultural humana não estiver ligada a um componente orgânico como o cérebro, mas a uma capacidade específica da alma humana, espiritual, divina? Com isso, complementa SG, devolvemos a questão para Deus, dizendo que não podemos limitar a nossa visão.

Relacionada a essa idéia de SG da possibilidade do ser humano ser uma expressão de algo divino, podemos retomar a declaração de RA em sua entrevista, já comentada no item anterior:

RA: *“Daí, de vez em quando alguns perguntam: professora, mas a senhora não acredita em Deus? Atrás disso tem uma força maior.”*

Pesquisador: *Você coloca para eles que existe uma força...*

RA: *“Que contribui para tudo isso. Tanto é que, se a gente for pensar: nós, os últimos seres, os mais perfeitos. Senão, tudo seria só matéria. E cadê a parte espiritual?”*

Pesquisador: *Como explicar isso?*

RA: *“Como explicar? Como explicar tanta coisa que a gente vê, que acontece pelo poder da mente? Tem gente, diz poder da mente, quem não acredita em Deus. E quem acredita em Deus sabe que é uma força vinda de Deus. E esse é, de tudo que aconteceu há milhares de anos, hoje, vindo demonstrar através **do último ser, o mais evoluído das espécies, essa força, esse poder para formar tudo que aconteceu antes. Não é simplesmente uma transformação, uma transformação. Tem um poder superior por detrás disso.**”*

Esse trecho evidencia que esse professor acredita que existe uma força maior (expressão de Deus) que direciona todo o processo evolutivo, culminando com o último ser, o mais evoluído das espécies, no caso, o ser humano. É interessante

observar que, se por um lado SG colocou a existência da alma humana como uma hipótese para o grupo refletir, RA indicou que acredita que realmente existe um poder superior que direciona o processo evolutivo, sendo o ser humano o ápice desse processo.

Em outro trecho já comentado no item anterior, também pôde-se observar uma idéia de direcionamento do processo evolutivo, culminando com o aparecimento do ser humano:

Pesquisador: Mas uma abordagem evolutiva dos outros conteúdos, por exemplo, os seres vivos, você falou dos reinos. Você faz uma abordagem evolutiva disso?
 NL: *“Faço, começo a dar **os vírus, as bactérias e chego até o homem**. Mas não, assim, profundo. A gente vê Botânica, assim, as partes das plantas. O que é que vai dar bem de classificação. Então, não dá tempo mesmo, né.”*

A partir das colocações anteriores, pode-se perceber algumas tendências na forma de conceber o ser humano no processo evolutivo:

- (i) Por um lado, NG evidenciou uma busca de uma *origem biológica para as manifestações culturais humanas*, não expressando uma concepção do ser humano como o “mais evoluído” das espécies. Isso se mostra coerente com as observações realizadas sobre esse professor no item anterior, a respeito de suas concepções de evolução estar associada ou não a progresso.
- (ii) Por outro lado, as colocações de RA durante sua entrevista evidenciaram uma concepção de *perfeição do ser humano*, este entendido como o *ápice do processo evolutivo*. Também pudemos detectar uma idéia de direcionamento da evolução rumo ao ser humano nas idéias expressas por NL. Essas observações mostram-se coerentes com os resultados de algumas pesquisas. Por exemplo, Cicillini (1997a, 1997b, 1999) e Chaves (1993) mostraram que muitos professores entendem que os seres vivos evoluem de forma crescente e o ser humano é o ponto máximo de complexidade.
- (iii) É interessante também observar as colocações feitas por AE durante o 2º Encontro, quando coloca que *o ser humano não é perfeito (no sentido biológico)* e depende de muitos equipamentos para sua sobrevivência. Parece que, nesse momento, esse professor passou a interpretar o ser humano desvinculado de idéia do “mais perfeito” dos seres vivos. Vale lembrar que AE foi um dos professores que respondeu afirmativamente à idéia de melhoria e

aperfeiçoamento da Evolução no questionário inicial passado aos professores no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B).

- (iv) Se pudemos perceber essas três posições bem distintas, as colocações de SG evidenciaram que esse professor deixa essa questão em aberto, levantando possibilidades para sua interpretação. Desta forma, ao expressar seu entendimento sobre o fragmento 5, SG declara que acha difícil saber se há realmente uma relação entre evolução biológica e cultural do homem. Depois, concordou com AE, afirmando que os seres humanos são biologicamente frágeis. Por fim, ao responder a NG sobre a relação entre evolução biológica (cérebro) e evolução cultural, levanta para o grupo a possibilidade da *capacidade cultural humana estar associada a um componente espiritual (alma)*.

4.3.3 Teorias evolutivas

Nesse item, são feitas algumas considerações a respeito de idéias de professores a respeito da teoria evolutiva de Lamarck e da Teoria Sintética da Evolução, procurando mostrar concepções que se aproximaram ou diferiram dos aspectos fundamentais de cada uma dessas teorias. A partir das respostas dos professores aos questionários e de suas colocações ao longo dos encontros e nas entrevistas, pudemos observar os seguintes núcleos de significação: 1. o processo evolutivo, de acordo com Lamarck, possui uma direção e um propósito; 2. herança dos caracteres adquiridos para explicar determinadas situações; 3. de acordo com a Teoria Sintética da Evolução, a evolução pode ocorrer tanto em nível individual quanto em nível populacional.

Em relação às idéias relacionadas à teoria de Lamarck, é importante retomar alguns dados referentes às respostas à afirmação 3¹² do questionário passado no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B). Sete professores (AE, IA, LK, LM, NL, RA, RB) consideraram a afirmativa verdadeira e dois professores apresentaram dúvidas ao respondê-la, assinalando verdadeiro com um asterisco (NG) e falso com um asterisco (SG) (ver quadro-síntese dessas respostas no Apêndice K). Isso parece indicar uma certa familiaridade com os mecanismos

evolutivos propostos por Lamarck (lei do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos). Entendemos que essa familiaridade deve estar associada à presença desse conteúdo nos livros didáticos e nas propostas de ensino, o que faz com que os professores conheçam suas idéias básicas e os exemplos geralmente utilizados.

Essa familiaridade pôde ser observada também em alguns momentos dos encontros. Na atividade de discussão do tema Evolução nos documentos oficiais de ensino (1º Encontro – ver Apêndice F-1), durante a exposição do trecho III sobre os Conhecimentos de Biologia, RB comentou a respeito de uma reportagem que assistiu na televisão, a respeito das mulheres africanas que colocam colares para alongamento do pescoço. Comparou o comportamento das mulheres com as idéias de Lamarck, fazendo referência ao exemplo do pescoço da girafa. A esse respeito, o pesquisador acrescentou outro exemplo, o das tribos indígenas brasileiras que usam arcos na boca (lábio inferior), concluindo que esses seriam bons exemplos para serem citados para os alunos para evidenciar que não ocorre a herança dos caracteres adquiridos.

No 4º Encontro, durante a discussão das idéias fundamentais de Lamarck e Darwin (Apêndice I-1), nenhum dos grupos teve problemas ao responder às questões propostas na atividade. Ao responderem à questão 2, NL e RA identificaram a Lei do Uso e Desuso, porém não fizeram nenhuma menção ao finalismo¹³ do processo evolutivo, idéia implícita na concepção lamarckista de evolução. Em relação à questão 3, LK e NM identificaram as idéias fundamentais de Lamarck (Lei do Uso e Desuso) e Darwin (Seleção Natural), porém também não mencionaram a idéia lamarckista de finalismo presente no processo evolutivo. Em relação à questão 4, NG identificou as idéias de Lamarck, enfatizando que o hábito de um indivíduo estava levando à uma maior adaptação, evidenciando assim que o professor percebeu a idéia de direcionamento ou propósito do processo evolutivo segundo Lamarck. Para essa questão, NG também fez menção ao conceito de seleção natural proposto por Darwin para explicar a segunda afirmativa.

¹² **Afirmativa 3:** De acordo com Lamarck, o pescoço da girafa tornou-se comprido devido à sua necessidade de alcançar o alimento nas copas das árvores; isso gerou um maior uso e desenvolvimento dessa região do organismo, o que foi sendo transmitido de uma geração a outra (verdadeira).

¹³ A concepção finalista de evolução, presente na teoria de Lamarck, pode ser evidenciada pela idéia de que, segundo Lamarck, os seres vivos possuiriam uma energia interna, uma tendência inerente que levaria ao aumento de complexidade e à perfeição. Utilizamos o termo finalista com o mesmo significado citado anteriormente, ou seja, com vistas a atingir determinados objetivos ou metas; no caso, na concepção lamarckista, os seres vivos evoluiriam sempre tendendo a um aumento de complexidade, visando atingir a perfeição.

Em relação à questão 1 dessa mesma atividade, o grupo formado por NM, RB e SG chegou à conclusão de que as modificações adquiridas durante a vida de um indivíduo não são hereditárias. Apesar disso e dos outros momentos em que foram citados exemplos a respeito da não transmissão hereditária de caracteres adquiridos, RB, durante sua entrevista, ao expor suas idéias sobre o que trabalhar com os alunos a respeito da evolução, declarou que:

Pesquisador: O que trabalhar com eles em evolução? Você falou de Lamarck, de Darwin. Teria alguma outra coisa que você trabalharia com eles em evolução? Por exemplo, a questão da teoria Neodarwinista, a relação com a Genética. Você chega a trabalhar isso com eles?

RB: *“Sim, sim.”*

Pesquisador: E os alunos têm muita dificuldade em relação a isso?

RB: *“É, têm uma certa dificuldade sim.”*

Pesquisador: O foco maior fica mais na questão do Lamarckismo e Darwinismo?

RB: *“Não, também o Neodarwinismo. Estar associando à genética... E aí, inclusive, trabalhando até medidas de prevenção: olha gente, a questão tem a evolução, mas, a questão da genética e vocês, por exemplo, **dependendo do que vocês fizerem, vocês podem estar alterando no organismo de vocês a genética e a consequência ser para os filhos de vocês. Aí que eu entro no alcoolismo, no tabagismo, droga de uma forma geral, levo recortes de jornal.**”*

Pesquisador: E a possibilidade de isso estar sendo passado para...

RB: *“Para os filhos.”*

Pesquisador: Para os descendentes?

RB: *“Para os descendentes. Criança com retardo mental decorrente de alcoolismo. E sendo que pai e mãe nasceram geneticamente normais.”*

Esse professor colocou que, além das idéias de Lamarck e Darwin, também procura trabalhar com seus alunos a relação da evolução com a genética. Nesse ponto, exemplifica com uma questão de prevenção, afirmando que, dependendo do que os alunos fizerem (alcoolismo, tabagismo, drogas), isso poderia gerar alterações no organismo que, inclusive, poderiam ser transmitidas para os descendentes. Esta relação nos remete à idéia da herança dos caracteres adquiridos de Lamarck e parece evidenciar uma falta de conhecimento mais profundo de alguns aspectos básicos do surgimento de variabilidade entre os indivíduos de acordo com a Teoria Sintética da evolução. Embora RB tenha interpretado corretamente as idéias de Lamarck durante a atividade do 4º Encontro, onde isso aparecia de forma bem contextualizada, não ocorreu o mesmo quando esse professor procurou aprofundar suas idéias sobre a Teoria Sintética, evidenciando concepções lamarckistas de herança de caracteres adquiridos. No mesmo encontro, durante a discussão do texto sobre a Teoria Sintética, RB colocou que as mutações, quando não letais, são as responsáveis pela diversidade

morfológica entre os indivíduos, mostrando haver compreendido um dos fundamentos da origem da variabilidade entre os indivíduos segundo essa teoria, porém isso não se mostrou consistente com suas colocações anteriores.

Ainda em relação à Teoria Sintética da Evolução, ao retomarmos as respostas dos professores a duas afirmativas do questionário passado no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B), pudemos perceber uma situação interessante. Em relação à afirmativa 5¹⁴, sete professores assinalaram verdadeiro (AE, IA, LK, LM, NG, NL, SG), enquanto que dois professores (RA, RB) indicaram a afirmativa apenas com um asterisco¹⁵. Desta forma, as respostas a essa afirmativa apontaram uma possível compreensão dos aspectos gerais da Teoria Sintética da Evolução pelos professores. Entretanto, a afirmativa 6¹⁶ parece ter sido um pouco mais problemática: quatro professores assinalaram falso (LK, NG, RB, SG); os outros cinco professores (AE, IA, LM, NL, RA) assinalaram verdadeiro ou um asterisco, indicando haver dificuldades na afirmação. Apesar da maioria dos professores assinalar corretamente a afirmativa 5, indicando um conhecimento geral da Teoria Sintética, eles demonstraram não conhecer um princípio fundamental dessa teoria, relativo às populações como unidades evolutivas.

Essas breves considerações a respeito das idéias de alguns professores sobre aspectos das teorias evolutivas permitiram evidenciar alguns pontos, a saber:

- (i) Por um lado, não houve problemas em identificar as idéias fundamentais de Lamarck e Darwin em questões retiradas de livros didáticos ou quando se fez referência a alguma situação mais familiar aos professores, como o pescoço da girafa ou o alongamento do pescoço de mulheres africanas. Mesmo assim, poucos professores evidenciaram entender que, segundo Lamarck, o processo evolutivo possui uma finalidade ou propósito, o que parece coerente com os resultados dos itens anteriores, quando alguns professores expressaram idéias que dão uma conotação de finalidade e diretividade à evolução. Apenas NG, ao expor sua interpretação da questão 4, expressou-se de forma a mostrar que *há direcionamento ou propósito no processo evolutivo*

¹⁴ **Afirmativa 5:** A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as idéias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética (verdadeira).

¹⁵ Para responder às afirmativas, pedimos para que o professor assinalasse V (verdadeiro), F (falso) ou, caso estivesse em dúvidas, colocasse um asterisco ao lado da afirmativa.

¹⁶ **Afirmativa 6:** Segundo o Neodarwinismo, a unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar na evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie (falsa).

de acordo com a concepção lamarckista. Alguns autores, como Chaves (1993), Daniel (2003), Daniel & Bastos (2004) e Jiménez Aleixandre (1994), ao levantarem concepções de professores acerca da evolução, verificaram que alguns deles entendem que os seres vivos têm intencionalidade ou motivações internas que os impulsionam a evoluir, dando uma conotação de diretividade ou finalismo ao processo evolutivo.

- (ii) Por outro lado, tomando como exemplo as idéias expressas por RB em sua entrevista, evidenciou-se a interpretação de uma situação a partir da idéia de *herança dos caracteres adquiridos*. Isso mostra-se coerente com pesquisas realizadas sobre concepções de evolução de alunos (SANTOS, 2002) e professores (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1994), onde foi utilizado o modelo da herança dos caracteres adquiridos para explicar a transmissão das características hereditárias de uma geração para outra.
- (iii) Em relação à Teoria Sintética da Evolução, cinco professores (AE, IA, LM, NL, RA) demonstraram dificuldades na compreensão de que a evolução ocorre em nível populacional. Ou seja, esses professores tiveram dúvidas quando questionados se a *evolução ocorre em nível individual ou populacional*. Outras pesquisas com professores, tais como Chaves (1993), Cicillini (1997a, 1997b, 1999), Jiménez Aleixandre (1994) e Tidon & Lewontin (2004), mostraram que muitos professores concebem a evolução como um processo que ocorre em nível individual.

4.3.4 Idéias científicas e religiosas

Neste item, são feitas algumas considerações sobre as idéias religiosas dos professores e sua relação com os conhecimentos de evolução. Para tal, tomamos como referencial teórico o conceito de Magistérios Não-Interferentes (MNI) proposto por Gould (2002). Segundo este autor, ciência e religião são áreas de conhecimento distintas, cabendo à ciência desenvolver os conhecimentos relativos à factualidade da natureza, enquanto que a religião deve se ocupar em compreender os aspectos relacionados ao significado e valores da vida humana. Desta forma, cada um destes dois magistérios tem uma área delimitada para sua investigação, não devendo uma interferir sobre o magistério da outra. Cabe a cada indivíduo

realizar a síntese dos conhecimentos factuais e de significados e valores para constituir uma vida verdadeiramente sábia.

A partir da observação das colocações dos professores em suas entrevistas e em alguns momentos dos encontros, pudemos observar os seguintes núcleos de significação em seu discurso:

- a) visões que potencialmente favorecem o princípio dos MNI: 1. particularidade na construção de valores, significados e na concepção de Deus; 2. religião como necessidade humana.
- b) concepção de Deus: 1. ilusão, fuga; 2. força superior.
- c) princípio dos magistérios não-interferentes: 1. respeita os MNI; 2. não respeita os MNI.
- d) conciliação de visões científicas e religiosas: 1. busca por respostas certas e definitivas; 2. abertura para diferentes visões e possibilidades.

a) visões que potencialmente favorecem os MNI

Um professor que pareceu expressar uma concepção próxima ao conceito dos MNI foi LK. Em sua entrevista, ao ser questionado a respeito da possibilidade de conciliar as idéias evolucionistas com suas crenças religiosas pessoais, declarou que:

Pesquisador: Você consegue conciliar as idéias evolucionistas com as suas crenças religiosas pessoais?

LK: *“Consigo, porque eu vejo da seguinte forma: **são vertentes, são coisas diferentes, em primeiro lugar. Coisas diferentes como, substâncias polares e apolares, coisa do tipo que não são miscíveis.** Então você não pode, eu acho que você não pode ficar colocando Deus, colocando lá no meio da parte evolucionista porque, se você coloca, deixa de ter o aspecto evolutivo, eu acho. Perde. Sabe, se você ficar pensando, você tendência a contaminar as suas idéias evolutivas com as idéias religiosas. Contaminar entre aspas, eu não sou ateu.”*

Pesquisador: Entendo. Você quer dizer: você acha que a gente tem que ter muito cuidado?

LK: *“Cuidado. Cuidado sim. Cuidado para levar as discussões com relação ao evolucionismo e essa parte religiosa.”*

Pesquisador: Você acha que não é possível as duas discussões seguirem juntas?

LK: *“Não, não que não seja possível. Eu só estou falando o seguinte: não é possível você misturar, entendeu? Por exemplo, eu não concordo com aquelas coisas que falam: segundo a Bíblia Deus criou o mundo em 7 dias. Daí, tem aquela vertente evolucionista que fala: não, esses 7 dias poderiam ser explicados dessa forma. Não, **o que está escrito na Bíblia é uma coisa e aspecto evolutivo é outro. Não precisa ficar misturando as coisas. Acho que você tem que separar, suas crenças religiosas têm que estar diferentes dos aspectos evolutivos.** Não que você não poderia fazer uma discussão dessas duas vertentes. Então, eu acho perigoso, mesmo porque não é conclusivo. Você só teria discussões enriquecedoras sim, mas não conclusivas e que poderiam causar muitos desafetos entre as pessoas.”*

Percebe-se, primeiramente, que esse professor entende que ciência e religião são duas coisas distintas, que não podem se misturar, tal como substâncias polares e apolares. Assim, comenta que não concorda com algumas vertentes que procuram explicar os relatos da Bíblia sobre a criação do Universo, por exemplo, afirmando que cada dia da Criação equivaleria a determinados fatos explicados pela ciência. Intuitivamente, esse professor parece se remeter à idéia dos MNI proposta por Gould. Além disso, também é interessante observar a ênfase dada por LK em sua fala sobre a necessidade do cuidado em se discutir esse tipo de assunto no intuito de se evitar possíveis desafetos e mal-entendidos entre as pessoas, principalmente por se tratar de uma discussão não-conclusiva.

O fato de entender a discussão desse assunto como não-conclusiva parece mostrar que LK entende que existe uma particularidade sobre a compreensão dessa questão. Na concepção dos MNI de Gould, o magistério da religião busca compreender os significados e valores humanos, fornecendo princípios sobre os quais as pessoas podem delinear suas ações. Como o universo de significados é pessoal, existe portanto uma particularidade na construção desses valores. Este ponto pode estar relacionado, então, à idéia da discussão não ser conclusiva, como colocado por LK.

Também a respeito da necessidade de não se misturar ciência com religião, em sua entrevista AE nos coloca que:

Pesquisador: Depois desses encontros, você acha que você consegue conciliar as idéias de evolução com suas crenças pessoais, com suas crenças religiosas?

AE: *“Ah, sim. Porque eu sempre achei que as Ciências, **a Ciência, ela não pode misturar com religião.** Sempre achei isso. Sempre achei também que a gente não pode misturar mesmo. E que a idéia, a minha idéia é que realmente Deus não criou, entendeu? Mas eu tenho um Deus, se eu for levar em questão a minha discussão hoje, eu acredito em Deus, rezo, sou católica, acho que as pessoas têm que procurar um Deus, porque senão ela fica louca, porque os problemas são demais. Então, eu acho ainda que é uma fuga. Sabe, a religião é uma fuga. E que a ciência ela é, é através de uma evolução mesmo.”*

Primeiramente, esse professor, assim como LK, entende que a ciência e a religião são duas coisas que não deveriam se misturar, nos remetendo novamente à idéia dos MNI. Na seqüência, salienta que acredita que a crença em Deus e a religião são fugas, como um artifício do ser humano para lidar com seus próprios problemas na vida. Apesar disso, declara que crê em um Deus pessoal, que faz seu

próprio Deus, evidenciando assim uma idéia de particularidade na construção de Deus. Essa particularidade na construção de Deus, segundo a nossa interpretação, contribui para reforçar a tese dos MNI, pois a criação de novos conhecimentos no magistério da religião implica na construção de significados e valores pessoais da vida.

Nesse mesmo sentido da particularidade da construção de Deus, em sua entrevista, NG colocou que:

Pesquisador: Minha pergunta para você é a seguinte: depois dos encontros com o grupo de professores, você acha que é possível conciliar as idéias evolucionistas com suas crenças religiosas?

NG: “*Sim.*”

Pesquisador: Totalmente possível? Existem pontos de choque entre elas? Como é que fica isso para você?

NG: “*Não, para mim é possível. Particularmente, possível. Mas, isso é fruto de muita reflexão. Não foi algum pensador, não foi nenhum autor que trouxe uma idéia nova, e sim um equilíbrio que a gente tem que buscar. Mas como esbarra muito na cultura, isso acaba sendo bem particular. Não só de região, como de comunidade, como de indivíduo para indivíduo.*”

É interessante observar que esse professor entende que conseguiu conciliar as idéias evolucionistas e criacionistas a partir de muita reflexão, não tendo encontrado a resposta pronta para isso com nenhum autor ou pensador em específico. Desta forma, entende que isso é uma questão bastante particular, sendo muito influenciada pela cultura, o que, a nosso entender, determina em muito a construção de significados e valores. Esta forma de abordar essa questão também foi expressa pelo professor ao ser questionado em como deveria abordar a discussão do evolucionismo e criacionismo em sala de aula:

Pesquisador: Como você trabalha isso com seus alunos em sala de aula? Essas questões aparecem?

NG: “*Trabalho, aparecem.*”

Pesquisador: E como você aborda isso com eles?

NG: “*Como uma teoria. Uma teoria que, daqui a algum tempo pode ser derrubada.*”

Pesquisador: O que você diz, a evolução?

NG: “*A evolução. Então, ela é atualmente aceita, mas ela não é uma verdade absoluta, assim como **Deus não é uma verdade absoluta para todos.** (...) Isso é uma colocação permitindo com que eles [os alunos] não tenham sua formação religiosa atingida.*”

Este professor procura colocar que nem a evolução e nem Deus são verdades absolutas para todos, entendendo que existe uma particularidade na visão das pessoas a respeito desse assunto, demonstrando respeito aos diferentes pontos de vista de seus alunos.

No 5º Encontro, durante a discussão do trecho 1 do filme “GATTACA – a experiência genética” (Apêndice J-1), em um determinado momento LM declarou que entende que a mente de cada pessoa cria Deus, que cada pessoa tem que procurar e descobrir seu próprio Deus e que ele não é imposto. Desta forma, assim como para LK, AE e NG, percebe-se uma concepção de que cada pessoa deve construir sua própria idéia ou conceito de Deus.

Outro professor que demonstrou respeito pelas diferentes visões de seus alunos foi SG:

Pesquisador: Como lidar com os conflitos que possam surgir em sala de aula?

SG: *“Ah, isso é uma questão que é importante. É preciso ter muito tato, eu uso muito da intuição para poder resolver isso, eu realmente já li alguma coisa sobre disciplina, ou sobre adolescência e uso desses conhecimentos, mas cada caso é um caso. Depende do aluno, depende da pergunta, do conflito, depende do grau de fervor da discussão. Cada caso é um caso, mas acho que é sempre bom **procurar mostrar os dois lados da questão**. Então, se existe uma polêmica, um conflito entre dois grupos, ou dois alunos simplesmente, **é preciso mostrar que o olhar de um é tão válido quanto o olhar do outro**. Nunca dizer: fulano está certo, ciclano está errado. Isso jamais. Mas sempre mostrar que **cada um, cada pensamento tem o seu valor**. Um pende mais para um lado, outro pende mais para o outro, **é preciso respeitar que todo mundo tem seu motivo para agir, para pensar e para ser do jeito que é**. Então, eu procuro resolver essas questões simplesmente aceitando o conflito. O conflito existe e a vida é assim, sempre haverá conflitos.”*

É interessante observar como esse professor aceita o conflito como algo inerente às relações humanas, como algo natural em sua vida. Desta forma, procura sempre trabalhar o conflito quando este emerge em sala de aula, procurando mostrar as razões de cada pessoa (ou grupo) pensar de determinada maneira. Além disso, pelo início de sua fala, percebe-se que esse professor também leva muito em consideração a particularidade de cada situação, cada grupo, cada aluno e de cada dúvida. Isso, a nosso entender, parece demonstrar respeito do professor pelos diferentes pontos de vista que possam surgir a respeito do assunto, evidenciando uma concepção de que existe uma particularidade na construção dos conhecimentos, significados e valores.

No nosso entender, a visão de que a construção de conhecimentos e a concepção de Deus é um processo particular e individual favorece a tese dos MNI, pois indica um respeito às diferenças de significados e valores pessoais.

Outra idéia que a nosso entender fortalece a idéia dos MNI é a concepção de que a religião é uma necessidade humana. Em sua entrevista, questionado se consegue conciliar as idéias de evolução com as crenças religiosas, NL colocou que:

Pesquisador: Depois dos encontros, você acha que você consegue conciliar isso dentro de você, as idéias de evolução e religião?

NL: *“Eu tenho bem claro. Eu sou católica, mas não sou muito praticante. Eu sou mais, particularmente, do ponto das Ciências. Eu acho que tudo fundamentalmente foi as Ciências. Mas creio em Deus também. Então, **acredito que tem uma força, um Deus superior.** Mas tem muita coisa na religião que também não bate com o que eu penso, porque eu penso assim: se tem os padres assim, o pessoal da religião, eles também são humanos, eles também erram. Mas eu acho que **o homem tem que ter uma fé em alguma coisa.**”*

Pesquisador: Você acha que é uma necessidade do homem?

NL: *“Uma necessidade do homem. **A fraternidade, pedir, doar, acho que é uma necessidade.** Não necessariamente através de uma religião só, pode ser que encontre pessoas, outros rituais que nós sabemos que existe. Existe a Maçonaria, existe o Rotary Clube, espiritismo, alguma coisa tem que mover, para unir o homem. Porque sozinha às vezes você não faz, você não faz uma mudança. Acho que quando você une mais pessoas, você consegue mudar alguma coisa.”*

Conforme coloca Gould (2002), uma das razões para os conflitos entre idéias científicas e religiosas é que muitas pessoas buscaram um significado intrínseco na natureza. Segundo este mesmo autor, isso é uma das mais antigas e principais violações dos MNI, o que ocorreu, por exemplo, quando interpretou-se que toda a natureza foi criada com o propósito de servir a nós, seres humanos.

A visão da religião como uma necessidade humana pode ser conseqüência da compreensão da pequenez do ser humano diante da imensidão do universo, favorecendo a tese dos MNI. A manifestação religiosa ou outros rituais, conforme coloca NL, contribui para a união dos homens e para uma ação conjunta que pode efetivamente realizar algum tipo de transformação.

As colocações feitas até aqui mostraram que alguns professores procuram não misturar suas concepções científicas e religiosas, como AE e LK, e que duas visões parecem reforçar a tese dos MNI: 1. a particularidade na construção dos valores individuais e na concepção de Deus (AE, LK, LM, NG, SG); 2. a religião entendida como uma necessidade humana (NL). Além disso, pudemos também perceber algumas idéias divergentes em relação a alguns pontos, que são explorados nos itens seguintes.

b) Concepção de Deus

No trecho em que AE expressou sua concepção sobre religião, percebe-se que esse professor entende que Deus é uma fuga. No 5º Encontro, durante a realização da atividade sobre o filme “GATTACA – a experiência genética” (Apêndice J-1), AE reafirmou seu ponto de vista, afirmando que Deus é uma ilusão criada pelo

ser humano. Por outro lado, as falas de NL (citada anteriormente) e a de RA (já discutida nos itens 4.3.1 e 4.3.2) mostraram que esses professores acreditam que existe uma força ou um Deus superior que, na visão de RA, por exemplo, direciona todo o processo evolutivo. No 5º Encontro, durante a discussão do filme “GATTACA – a experiência genética”, RL também expressou sua concepção de que existe um Deus criador de todos os seres vivos na natureza. RB, em sua entrevista, ao expor como aborda a diversidade de religiões na sala de aula, mostrou a idéia de um ser superior responsável pela perfeição na natureza e do ser humano:

RB: *“A questão da religião...”*

Pesquisador: Da religião.

RB: *“E numa sala de aula, nossa, isso também surge. Porque, numa sala de aula, principalmente, têm alunos das mais variadas religiões.”*

Pesquisador: E como você trata isso? Como você aborda isso com os alunos quando aparece?

RB: *“Lógico, aparece e tal, e aí uns não aceitam, outros sim. Mas, eu tenho trabalhado no sentido de que: gente, **tudo é essa perfeição a nível de natureza, a nível humano, de animal e tudo. Existe um ser superior**, independente de qual seja a religião, todas são ótimas, todas levam a Deus, desde que levadas a sério.”*

Percebe-se, portanto, que as idéias colocadas por NL, RA, RB e RL, afirmando acreditarem em Deus ou alguma força superior, divergem um pouco do sentido atribuído para Deus por AE.

c) Respeito ou violação dos MNI

Ao tomar como referência o princípio dos MNI, pudemos perceber uma diferença marcante em como as concepções religiosas relacionam-se ao conhecimento sobre a evolução dos seres vivos, sobretudo quando observamos as colocações dos professores em como têm trabalhado essa questão em sala de aula.

A colocação de RB parece violar este princípio, já que este professor procura encontrar um significado intrínseco de perfeição (um valor humano, que deve ser trabalhado pelo magistério da religião) na constituição da natureza (que deve ser compreendida em sua factualidade pelo magistério da ciência). Gould (2002) mostra alguns exemplos históricos da interpretação de que há beleza e bondade intrínseca nos fenômenos naturais, denominando-os defensores de “todas as coisas brilhantes e belas”. Nesse mesmo sentido, entendemos que a visão que RA procura passar aos seus alunos de que o processo evolutivo é direcionado por uma força superior também viola o princípio dos MNI.

Uma outra forma de violação desse princípio pareceu se manifestar em uma fala de NM, em sua entrevista:

Pesquisador: E no caso das crianças, quando esse conflito aparece na sala de aula. Como você lida com isso? Como é que fica?

NM: *“Tranquila. Porque eu estou passando um conhecimento, uma informação. (...) **Eu tento fazer o aluno acreditar naquilo que eu estou passando.**”*

Pesquisador: Que seria mais a questão da evolução?

NM: *“Isso, **da evolução, é, da evolução.**”*

Pesquisador: E mesmo porque essa angústia que a gente tem, eles provavelmente também têm.

NM: *“Tem. (...) Mas eu **tento fazer com que o aluno acredite naquilo que eu estou passando.** Senão, ficaria sem sentido ficar passando conhecimento sendo que, não posso demonstrar certas aflições.”*

Pesquisador: Você procura não demonstrar essa aflição para eles?

NM: *“Não demonstrar, isso, é. Mas, mas existe.”*

Na colocação deste professor, parece ocorrer um outro tipo de violação dos MNI. Se por um lado RA e RB afirmaram existir uma força divina responsável pela perfeição da natureza ou pelo direcionamento do processo evolutivo, NM parece não deixar espaço para a manifestação religiosa, filosófica ou de valores de seus alunos. Entendemos que ambas as posturas podem limitar a liberdade de pensamento e livre questionamento dos alunos sobre um assunto aberto e apaixonante.

É fundamental que o professor delimite muito bem as esferas de discussão, no caso, as esferas da ciência e a dos significados e valores (religião e filosofia)¹⁷, o que, a nosso ver, representa um respeito ao conceito dos MNI. RL, por exemplo, parece procurar deixar essas esferas bem delimitadas em seu trabalho com os alunos em sala de aula:

Pesquisador: Isso. Os alunos, hora ou outra, perguntam alguma coisa. Como você lida com isso?

RL: *“Já me questionaram. Aí, eu fui para o lado científico, da Ciência, explicando para eles que isso são estudos segundo o cientista Lamarck, segundo o cientista Darwin, esse diz isso, aquele diz aquilo. Mas aí um lá do fundo perguntou: mas professora, mas Deus, está escrito na Bíblia. Então você, aí você dá aquela jogada, aí você pára e fala assim: olha, **aquí é a Ciência, é o estudo, está aquí, nós temos um livro. Agora estes**”*

¹⁷ Essa afirmação não exclui a compreensão de que essas esferas estão intimamente relacionadas e imbricadas. Justamente por isso é que temos que desenvolver a clareza da percepção entre pontos que mereçam maior atenção do magistério da ciência (fatos e fenômenos) ou da religião e filosofia (significados e valores). Entendemos, portanto, que este exercício de percepção deve ser realizado permanentemente, nas diversas situações da vida. O professor, nesse sentido, deve procurar esclarecer seus alunos a respeito dessas diferenças de magistérios, para que não se estabeleçam discussões “entre surdos”. Por exemplo, uma discussão a respeito dos mecanismos evolutivos (seleção natural, mutações, deriva genética, etc.) estaria se dando no magistério da ciência; por outro lado, quando discutimos se o processo evolutivo ocorre devido apenas às propriedades da matéria ou se existe alguma força divina direcionadora, isso ocorre no magistério da filosofia e da religião.

daqui já são os princípios de Deus, que é o estudo da Bíblia. Então, isso daqui, a gente pode ver depois, porque muitas vezes eles trazem da casa já essa bagagem. Aí, eles começam: e o Adão veio da costela do macaco, professora, será que é verdade? Será que é isso? Então você tem que ter aquele negócio, nunca dizendo realmente que aquilo é certo, mas também nunca concordando com ele. Porque você é cheio de dúvidas também.”

Percebe-se, pela fala desse professor, que ele procura salientar para os alunos as diferentes idéias trazidas por diferentes cientistas sobre o assunto. Caso algum aluno questione a respeito dos escritos da Bíblia, o professor então procura argumentar no sentido de diferenciar os dois grupos de idéias, ou seja, científicas (salientando o conhecimento dos cientistas e até mesmo mostrando o livro didático) e religiosas (que compreendem os princípios de Deus, presentes na Bíblia). Ao final de sua fala, o professor parece evidenciar uma certa dificuldade em lidar com essa situação ao afirmar que também é cheio de dúvidas e isso parece fazer com que ele não se sinta seguro em afirmar nada ao certo para seus alunos. De qualquer forma, parece haver uma delimitação do estudo da evolução sob o ponto de vista científico (idéias dos cientistas Lamarck e Darwin) e dos princípios de Deus (Bíblia).

A declaração de IA, em sua entrevista, mostra uma idéia semelhante:

IA: “(...) você tem que saber dosar, saber o que você está transmitindo para o aluno para ele não usar também para esse lado [da religião]. Eu, pelo menos, o dia que eu expus essa aula, foi o ano passado, que eu tinha 1º colegial, eu já falei para eles: **olha, religião, cada um tem a sua, aqui nós estamos falando de evolução, biologia, ciência.** (...) Não sei se fiz corretamente, mas eu fiz isso. (...) Ainda mais, lá onde que eu dava aula o ano passado, no Ribeirão, eles são muito assim, sabe, mais...”

Pesquisador: Religiosos?

IA: “É, isso. Então você tem que saber como você expõe as palavras corretas que você usa, porque, conforme se você não expor, não colocar, não assim se explicar com eles, eles já vão levar para o outro lado. Então você tem que saber expor certinho. Mas eles adoraram.”

(...)

IA: “Olha, eu, pelo menos, faço isso. Falo: olha, gente, **religião é uma coisa, eu também tenho a minha religião, com certeza cada um tem a sua, só que agora nós vamos ter que deixar um pouco de lado a religião, e vamos adentrar aqui a aula, vamos ver o que o tema em si fala.** Depois, nós até podemos fazer alguma comparação no final da aula, alguma coisa assim. **Mas depois que vocês entenderem o que é ciência, o que a biologia tem a dizer, sobre evolução.**”

Esse professor, assim como RL, também procura delimitar bem as esferas de discussão, procurando evidenciar para os alunos que o assunto daquela aula enfocaria evolução, biologia e ciência. Nesse sentido, pede aos alunos para deixar um pouco a religião de lado para realmente haver um envolvimento e compreensão do tema. Essa atitude pareceu necessária, já que o professor declarou

que seus alunos eram bastante religiosos, o que poderia dificultar um pouco a compreensão dos conceitos científicos relacionados à evolução biológica.

Desta forma, percebemos, até o momento, que as colocações de RA, RB e NM violam o princípio dos MNI, enquanto que RL e IA fizeram declarações que parecem respeitar tal princípio. Por outro lado, a colocação de dois professores evidenciaram, ao mesmo tempo, pontos de respeito e de violação dos MNI. Observemos as seguintes declarações de AE:

AE: *“Porque eu acho que cada um, cada aluno, tem a sua maneira, a sua educação. Ele foi educado daquela maneira. Quem sou eu para falar para ele que não é assim? Eu não sei também. É o meu ponto de vista. Então, **eu tenho que respeitar a individualidade de cada um.**”*

Pesquisador: E essa questão da religião: quando você trabalha evolução, ela aparece? Como você lida com isso com os alunos?

AE: *“Aparece. **Cada um acredita, cada um tem a sua religião, sua crença. Tem que ser respeitada.** Nenhum momento eu falo para eles que não tem Deus, de jeito nenhum, isso é o meu ponto de vista, eu é que estou falando para você. Porque, você já pensou se o homem não acreditasse que todo pecado que ele faça ele vai pagar um dia? Então eu continuo afirmando ainda que é uma ilusão.”*

Pesquisador: Você chega a afirmar isso para os alunos?

AE: *“Não, para eles não. Deixo na expectativa, lógico.”*

Pesquisador: Porque o momento mais crítico é quando o conflito se estabelece na classe.

AE: *“Para a 5ª série, eu finjo muito, sabe, **eu falo muito de Deus, que as árvores são lindas, que Deus é perfeito, que Deus é maravilhoso, sabe. Assim, que Deus colocou tudo certinho.**”*

Em sua primeira colocação, esse professor salienta que cada aluno tem sua própria individualidade, sua própria maneira de ser, sua própria educação, parecendo mostrar um respeito pelas diferentes histórias de vida de cada pessoa. Nesse sentido, estende essa idéia em relação à formação religiosa, procurando enfatizar que também cada aluno tem sua formação religiosa e que, portanto, ele próprio evita colocar que considera Deus uma ilusão e uma fuga, pois entende que isso é o seu próprio ponto de vista. Essas colocações, a nosso ver, parecem respeitar as particularidades na construção do conceito de Deus, o que representa um respeito ao princípio dos MNI. Apesar disso, é interessante notar as colocações feitas no final desse trecho, quando AE afirma para suas 5^{as} séries que Deus é perfeito e maravilhoso e criou tudo de maneira certa na natureza. Podemos interpretar isso de duas formas possíveis: a) há uma incoerência entre o início de sua fala (respeito aos diferentes pontos de vista) e essa colocação onde afirma que Deus criou tudo de maneira perfeita na natureza, não existindo um respeito real por diferentes concepções de Deus ou pontos de vista que excluam sua existência; b)

essa colocação é absolutamente coerente com o início de sua fala, pois grande parte das crianças da cidade, segundo informações dos professores ao longo dos encontros, tem uma formação religiosa, seja católica, evangélica ou de outras religiões; nesse sentido, portanto, ao afirmar para as crianças que Deus criou tudo de forma perfeita na natureza, esse professor procurou respeitar a formação religiosa de cada um, pois em grande parte das religiões existe um Deus criador do universo e da vida.

Outro professor que expressou tanto idéias de respeito quanto de violação dos MNI foi NL:

Pesquisador: Você acha que dá para ensinar esse conteúdo [Evolução] no Fundamental? Você acha possível?

NL: *“Dá. Eu já ensinei e eles gostaram. Mas eu fico bem neutra, assim, quanto à religião. Se alguém começa a discutir a religião, eu deixo discutir, as ciências. Se eu vejo que está agitando muito, eu falo: então cada um tem a sua opinião, é certo, cada um vai chegar à sua conclusão. **Eu não levo nem para um lado nem para o outro.**”*

Pesquisador: É quando surge o conflito?

NL: *“É, deixo os dois lados falarem e aí eu falo: **cada um chega à sua conclusão, porque, cientificamente, não tem nada.**”*

Pesquisador: Os dois lados você diz o quê?

NL: *“Ah, porque tem gente que fala que foi Deus, outros falam que foi as Ciências.”*

(...)

NL: *“Muitos [alunos], principalmente aqui em Capão Bonito, que nós tínhamos outras religiões, a Assembléia [de Deus], eles liam a Bíblia mesmo, discutem profundamente. Aí eles falam: e a senhora? Falei: olha, como pessoa eu falo lá fora. **Como professor, a gente não pode provar nada para você, são tudo hipóteses. Não tem alguma coisa que eu vou afirmar para você.** Então, se ele acha que foi Deus que criou a Terra, tudo bem. Se a gente acha que foi as Ciências, a gente mostra os dois lados.”*

Esse professor, por um lado, procura respeitar os diferentes pontos de vista de seus alunos a respeito do tema, declarando que deixa as discussões ocorrerem quando emergem em sala de aula. Por outro lado, o professor declara que procura não levar a discussão “...nem para um lado nem para o outro”, parecendo colocar as duas esferas no mesmo plano, sem uma delimitação clara entre seus objetos de discussão. Desta forma, ocorre uma violação dos MNI ao se colocar, no mesmo plano de discussão, fatos, valores e significados. Além disso, é interessante também notar como esse professor coloca para seus alunos que, em relação à Ciência, nada pode afirmar, pois “...são tudo hipóteses”. Neste ponto, parece haver uma insinuação de que a Ciência trabalha apenas com elucubrações, sem levar em consideração o método científico e a construção desse conhecimento.

d) A conciliação das visões científicas e religiosas

Enquanto alguns professores expressaram algum conflito para conciliar suas visões científicas e religiosas, outros mostraram uma visão mais integradora dessas duas visões. A esse respeito, ao ser questionado sobre qual ponto da evolução sentia mais necessidade de aprofundar seus conhecimentos, RL colocou que:

Pesquisador: Teria algum tema que você, a princípio, quando se fala em evolução, pensaria: isso aqui, realmente, acho que é a primeira coisa que eu estudaria. O que te chama a atenção nesse aspecto?

RL: *“Ah, sim. É a parte justamente que entra Deus, que foi aquela última reunião que chocou e de repente até nós lá, entre os professores. Aí você lê a Bíblia, de repente você vê aquilo e você... Então, é uma parte que eu fiquei **cheia de dúvidas** e eu vou, até vou procurar, quero assistir mais vezes esse filme [GATTACA – a experiência genética] que eu não entendi direito e vou procurar. Porque é uma coisa assim, que realmente a gente quer saber pela gente, para a gente, assim realmente **tentar acreditar e se apegar em algo**. Como você, você que está fazendo esse curso, você também está cheio de interrogações, como você falou. Até agora você não concluiu realmente o que é o certo.”*

Pelas colocações desse professor, percebe-se que ele tem dificuldades em conciliar suas crenças religiosas com as idéias a respeito da evolução. Disse que ficou cheio de dúvidas e que vai procurar assistir novamente ao filme para tentar entender e se apegar em algo. Percebe-se, portanto, que esse professor parece ter uma grande necessidade de uma crença, o que fica evidente ao final de sua fala quando coloca que durante o curso não se concluiu muito bem o que é o certo, fazendo referência às atividades realizadas nos encontros.

RA, em sua entrevista, também expressou uma necessidade de acreditar em algo:

Pesquisador: Você consegue conciliar as idéias de evolução com as suas crenças religiosas?

RA: *“Ah, sim. Você sabe que, depois desse curso, vou te confessar que eu fiquei assim, um tantinho, sabe, depois do que eu ouvi que o padre falou, que vieram me contar, naquele curso do padre. Eu falei: gente, eu vou voltar lá na minha origem. (...) Então, daí eu fiquei, assim, meio questionando, e falei: não, **você sempre acreditou e vai continuar acreditando**. Não que eu tivesse deixado de acreditar, foi um dia, dois dias. Ficou aquilo, martelando na minha cabeça. **Mas eu consigo, acho que eu consigo sim**. Deus é aquela força superior, mas as Ciências, é através da evolução que as coisas estão acontecendo. Daqui a milhares de anos, nós não seremos os mesmos, o mesmo físico. Mas eu acredito que a espiritualidade vai estar aprimorando também. Eu acredito.”*

Percebe-se, por essas colocações, que RA ficou se questionando sobre alguns pontos de suas crenças pessoais a partir de algumas discussões realizadas

durante o curso. Porém, coloca que não deixou de acreditar em suas idéias iniciais, isso ocorreu apenas por um dia ou dois. Na seqüência afirma (parece que para si próprio, como uma auto-afirmação para poder realmente ter certeza e acreditar no que estava falando) que realmente Deus é uma força superior e que a evolução é um processo que realmente ocorre, citando como exemplo que daqui a milhares de anos, nós (os humanos) não seremos os mesmos, não teremos o mesmo aspecto físico.

As colocações feitas anteriormente por RA e por RL parecem evidenciar uma necessidade por respostas certas e definitivas para questões como a origem e evolução da vida. Nesse sentido, portanto, suas idéias parecem se contrapor às colocações feitas por LK, quando afirmou que essa é uma questão aberta e não-conclusiva, e por NG, quando afirmou que suas idéias são fruto de muita reflexão, não tendo encontrado em nenhum autor ou pensador em específico as respostas certas. Também SG, assim como LK e NG, deixou evidente em sua entrevista que está sempre em busca para entender melhor essa questão:

Pesquisador: Depois dos encontros com o grupo de professores, você acha que é possível conciliar as idéias evolucionistas com as suas crenças religiosas?

SG: *“Ah, eu acho que sim, essa é uma questão que eu **sempre estou buscando**, isso não é uma questão que um curso vai resolver. Não desmerecendo o curso, mas é uma **questão da vida**, a gente está contrapondo idéias científicas com idéias religiosas e filosóficas e acho que isso é viver. A gente vive assim, para a gente entender a vida, entender o mundo. (...) Se a gente tivesse três olhos, seriam os três olhos: o olho da ciência, o olho da filosofia, o olho da religião, na minha opinião. Então, é algo que eu sempre estou lendo. Agora, nesse momento, eu estou lendo e aprendendo muito mais as questões filosóficas e até religiosas. Eu estou procurando essas informações para poder compor a minha visão de mundo aí, que até então era muito biológica, muito científica. Então, eu acredito que o curso contribuiu com isso sim, mas ainda não resolveu essa questão.”*

É interessante observar como esse professor se coloca relativamente aberto à questão da evolução e da religião, pois afirma que ainda está em busca de uma crença religiosa. Afirma que para entender o mundo, procura sempre vê-lo com três olhos, o olho da ciência, o olho da filosofia e o olho da religião, procurando sempre entender a vida e o mundo que o cerca. Acrescenta que sua visão de mundo sempre foi muito científica, biológica, e que agora está estudando mais as questões filosóficas e até religiosas. Tendo em vista o princípio dos MNI, parece que esse professor sempre se aprofundou em questões da factualidade da natureza (Ciência)

e que agora tem se dedicado mais às questões de valores e significados da vida (religião e filosofia).

Pelas colocações feitas nesse item, portanto, podemos sintetizar as análises nos seguintes pontos:

- (i) Alguns professores, como LK e AE, expressaram idéias, ainda que de forma não muito elaborada, que nos remeteram à noção dos MNI de Gould.
- (ii) A nosso ver, visões dos professores que potencialmente podem fortalecer a noção dos MNI são a compreensão da *particularidade da construção de significados, valores humanos e na concepção de Deus* (expressas por AE, LK, LM, NG, SG) e o entendimento de que a *religião é uma necessidade humana* (NL).
- (iii) Em relação à concepção divina, por um lado AE afirmou categoricamente que Deus é uma *ilusão e fuga*, enquanto outros professores expressaram acreditar em um Deus ou *uma força superior* (NL, RA, RB, RL). De qualquer forma, a diversidade da expressão de Deus (por exemplo, para RL Deus criou todos os seres da natureza, para RA existe uma força superior que direciona o processo evolutivo e para RB a natureza expressa a perfeição de Deus) evidencia a particularidade na concepção de Deus.
- (iv) A forma de abordar o tema evolução em sala de aula mostrou que NM, RA e RB parecem *violar o princípio dos MNI*, enquanto que IA, LK, NG, RL e SG parecem *respeitá-lo*. Os professores AE e NL mostraram, por um lado, elementos que respeitam esse princípio e, por outro, elementos que o violam. Desta forma, AE procura respeitar a particularidade de cada pessoa na construção de Deus, porém com seus alunos de 5^a série afirma que Deus é o responsável pela perfeição de tudo que existe. NL, por sua vez, procura deixar os alunos expressarem sua forma de pensar a esse respeito, porém parece não delimitar os campos de discussão da ciência (fatos e fenômenos) e da religião (significados e valores). A esse respeito, Carneiro & Rosa (2004) observaram que, na visão de professores não-licenciados de Biologia, o objeto de estudo da evolução muitas vezes associa-se à discussão de questões éticas, o que, segundo Gould (2002), cabe ao magistério da religião (e também em parte à filosofia).

- (v) Alguns professores, como RA e RL, evidenciaram uma necessidade de se obter *respostas certas e definitivas* para as questões de evolução e religião, enquanto que outros professores, como LK e NG, mostraram-se *abertos a diferentes pontos de vista* sobre a questão e SG declarou que essa é uma questão inerente à própria vida e que, portanto, deve ser buscada permanentemente.

4.4 As concepções dos professores sobre o ensino de Evolução

Neste item, primeiramente abordamos alguns aspectos relacionados à visão dos professores acerca do ensino de evolução nas disciplinas de Ciências (para o Ensino Fundamental) e Biologia (para o Ensino Médio). Na seqüência, fazemos algumas considerações a respeito da visão dos professores sobre os pontos que consideramos fundamentais no tocante à inserção do tema Evolução no ensino de Biologia: a evolução enquanto princípio norteador dos conteúdos, abordagem histórica da vida e a perspectiva histórica na construção dos conhecimentos.

Para isso, procuramos tecer relações entre informações dos questionários iniciais, os relatos dos encontros, as entrevistas realizadas após o período do curso e os planos de ensino seguidos pelos professores, buscando interpretar os dados a partir de nossos referenciais teóricos (capítulo 2).

4.4.1 A Evolução no currículo de Ciências e Biologia

Nesse item, procuramos abordar como a evolução têm aparecido nos currículos de Ciências e Biologia que serviram de referência para as aulas dos professores que realizaram o curso, buscando observar similaridades e diferenças quanto à forma de se abordar o tema em sala de aula.

Uma das questões feitas aos professores nas entrevistas foi a respeito de quais tópicos eles têm ensinado ou considerariam ideais para serem ensinados a respeito da evolução. Oito professores (AE, IA, LM, NL, NM, RA, RB, RL) responderam que procuravam seguir o plano de ensino proveniente da Diretoria Regional de Ensino (DRE) local.

Quanto à disciplina de *Ciências para o Ensino Fundamental*, os conteúdos presentes no plano de ensino da DRE local estavam distribuídos em quatro grandes eixos presentes nas quatro séries (5^a a 8^a): Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Terra e Universo, Tecnologia e Sociedade.

Os conteúdos relacionados diretamente à temática da evolução dos seres vivos foram observados nos planos de ensino da 6^a e 8^a séries. Na 6^a série, no eixo Vida e Ambiente, destacamos dois tópicos: 1) A adaptação dos seres vivos, com ênfase nas adaptações dos organismos em meio a um ecossistema, considerando os fatores bióticos e abióticos, cadeias alimentares e níveis tróficos; 2) A evolução dos seres vivos, abordando o conceito de evolução (processo que ocorre ao longo de muitas gerações), as explicações de Lamarck e Darwin, seleção natural, seleção artificial e adaptações ao ambiente como decorrência da evolução¹⁸. Ainda na 6^a série, no eixo Terra e Universo, salientamos dois tópicos relacionados à evolução: 1) Fósseis: registro da história, enfocando sua importância enquanto objetos de estudo científico e como registro da história evolutiva; 2) A crosta do nosso planeta e as condições para a existência da vida, enfocando as condições geológicas que permitem a existência da vida na Terra¹⁹.

Depois dessa abordagem na 6^a série, o primeiro capítulo do eixo Vida e Ambiente da 8^a série intitulava-se A evolução da vida, propondo que o professor abordasse os conceitos de adaptação e sobrevivência, a importância dos fósseis como objeto de estudo científico e como registro da história evolutiva, a escala de tempo geológico e o conceito de seleção natural²⁰. Parece, portanto, que este capítulo da 8^a série procura fazer uma retomada dos conceitos trabalhados anteriormente na 6^a série. Também o capítulo seguinte (Reprodução dos seres vivos e variabilidade dos descendentes), ao tratar da importância da reprodução sexuada para o aumento da variabilidade dos descendentes, relaciona-se a conceitos evolutivos, já que a variabilidade é condição fundamental para a ação da seleção natural.

¹⁸ No eixo Vida e Ambiente para a 6^a série, a ordem dos capítulos presentes no plano de ensino era a seguinte: 1. A adaptação dos seres vivos, 2. Biodiversidade, 3. Diversidade da vida animal, 4. Diversidade da vida vegetal, 5. Diversidade da vida dos fungos, 6. Principais ecossistemas brasileiros, 7. A evolução dos seres vivos.

¹⁹ No eixo Terra e Universo para a 6^a série, a sequência dos capítulos do plano de ensino era a seguinte: 1. Estações do ano: regularidades da natureza, 2. As fases da Lua e as constelações, 3. Fósseis: registro da história, 4. A crosta do nosso planeta e as condições para a existência de vida.

²⁰ No eixo Vida e Ambiente para a 8^a série, dois capítulos foram propostos no plano de ensino: 1. A evolução da vida, 2. Reprodução dos seres vivos e variabilidade dos descendentes. Esse último capítulo incluiu os tópicos Ciclos reprodutivos, Reprodução assexuada e sexuada, A importância da reprodução sexuada para a variabilidade dos descendentes.

Percebe-se, portanto, que esse plano de ensino privilegia alguns tópicos “clássicos” que têm sido tratados sobre a evolução, como as idéias de Lamarck e Darwin, seleção natural e artificial, adaptação, fósseis, história evolutiva dos seres vivos e tempo geológico. No entanto, os professores que estavam trabalhando com a disciplina de Ciências e que declararam seguir o plano de ensino proveniente da DRE local (IA, NL, NM, RA, RL)²¹, ao citar os conteúdos que abordavam, deram ênfase às idéias de Lamarck, Darwin e à seleção natural. É curioso que nenhum deles fez menção ao estudo dos fósseis, história evolutiva da vida ou à importância do tempo geológico. Apenas NL, durante a apresentação dos participantes realizada no 1º Encontro, declarou que já ensinou sobre fósseis no Ensino Fundamental e que seus alunos participaram oralmente e mostraram bastante interesse pelo assunto.

Esse processo de exclusão de conteúdos do planejamento por parte dos professores foi relatado por Cicillini (1997a). Essa autora, ao observar aulas de professores de Biologia sobre o tema Evolução e comparar os conteúdos trabalhados em aula com os conteúdos propostos no plano de ensino, observou que grande parte deles realizou um processo de exclusão de determinados conteúdos, entre os quais destacou o tema “As grandes linhas de evolução”, que abrangeria o estudo dos fósseis e a dimensão do tempo geológico.

Os professores, ao excluir os conteúdos de fósseis, história evolutiva da vida e a dimensão do tempo geológico, parecem não relacionar a Teoria da Evolução com uma abordagem histórica dos seres vivos, o que poderia comprometer a construção de uma visão de síntese do conhecimento biológico pelos alunos.

Três professores, no entanto, ao refletir sobre a abordagem dos conteúdos de evolução no Ensino Fundamental, expressaram idéias que não estavam presentes diretamente no plano de ensino, mostrando uma certa reflexão sobre a própria prática pedagógica. LK, por exemplo, colocou que:

Pesquisador: Você acha, por exemplo, que o conteúdo de evolução deve aparecer no Ensino Médio, somente, ou também é possível trabalhar a partir do Ensino Fundamental?

LK: *“Sim, eu acho que é possível trabalhar e que deveria se trabalhar no Ensino Fundamental, **não em termos de Lamarck, Darwin, sabe, em termos que ocorre mudanças, somente...**”*

Pesquisador: Mais ênfase na transformação?

²¹ Os professores que estavam ministrando aulas de Ciências na época da realização dos encontros eram: IA, NL, NM, RA, RL (em escolas públicas) e LK, NG, SG (em escolas particulares).

LK: *“Isso, isso, **na ênfase da transformação**. Depois, a parte conceitual mesmo de evolução deveria ser dada no Ensino Médio. Depois de estar sendo trabalhado no Ensino Fundamental que daí poderia servir para eles durante o curso de Biologia, em si. Em Ciências já misturaria um monte de coisas, Física, Química. Eu acho que poderia ser abordado sim, mas com restrições.”*

Para esse professor, no Ensino Fundamental os alunos deveriam apenas ter noções a respeito do que é evolução, no sentido de entender bem a idéia da transformação, e que as teorias exigiriam um nível de abstração que esses alunos ainda não têm, devendo ser ensinadas no Ensino Médio. Percebe-se, portanto, uma preocupação desse professor em dar uma ênfase ao conceito fundamental de evolução (associada a transformação) para os alunos do Ensino Fundamental.

As colocações feitas por NG mostram uma outra possibilidade de se trabalhar o tema evolução no Ensino Fundamental, a partir de observações e reflexões sobre sua prática pedagógica:

Pesquisador: O que você abordaria, por exemplo, no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio? Ou, qual o nível de profundidade que você daria para cada um dos dois?

NG: *“No Ensino Fundamental as crianças trazem muito, deixam aflorar muito a **curiosidade pelos fósseis**. Então, talvez, no momento em que, dentro da Geologia, que é uma matéria que eu trabalho, a gente trabalha toda 6ª série lá na escola, surge um momento em que você fala dos fósseis ou eles mesmos trazem esse questionamento. E nesse momento seria interessante você puxar, **você pode fazer uma extensão e chegar à evolução**, você pode chegar e trazer a importância desses dados para o estudo de toda essa área. (...) Mas, voltando à questão do Ensino Fundamental, existe um certo ar de abstração. Querendo ou não, não é um processo que você vivencia de um dia para o outro. Pelo próprio processo evolutivo exigir uma **escala de tempo grande**, então isso exige uma abstração. Você falar em milhares de anos se passando, para a criança isso não é muito, está longe do concreto dela. Então isso já seria **uma grande barreira para você de repente estar trazendo um conceito ou mecanismo evolutivo**, discutir um pouco mais o mecanismo. Coisa que para o [Ensino] Médio já trato isso com maior tranquilidade.”*

Percebe-se, primeiramente, que esse professor procura discernir bem o que se deve ensinar sobre evolução no Ensino Fundamental e no Médio. Para o Ensino Fundamental, ele coloca que, na 6ª série, quando trabalha conteúdos de Geologia, surgem questionamentos e curiosidades a respeito dos fósseis. A partir dos questionamentos, NG procura colocar algumas idéias a respeito da evolução, mostrando a importância dos fósseis para o estudo de toda a vida. Assim como LK, NG acredita que esse conceito exige um grau de abstração que os alunos do Ensino Fundamental ainda não têm, por ser um processo que geralmente ocorre em milhares de anos e que fica longe do concreto das crianças.

Outro professor que mostrou uma visão diferenciada para se abordar o tema foi SG:

Pesquisador: Você acha que esse conteúdo deve aparecer desde o Ensino Fundamental ou somente a partir do Ensino Médio?

SG: *“Não, eu acho que Evolução é um conteúdo que deve aparecer desde o Ensino Fundamental, logicamente que respeitando o nível de aprofundamento e de acordo com **a capacidade cognitiva de cada faixa etária**. Eu acho importante, por exemplo, no Ensino Fundamental, trabalhar a questão da diversidade, **a diversidade da vida**. Isso é um elemento importantíssimo, é bem concreto, o aluno pode sair, observar a natureza, ver formas variadas de folhas, de flores, de insetos, coisas que ele vai ter ali, num jardim qualquer, numa pracinha, ou mesmo no quintal da escola, e esse conhecimento é fundamental para que ele entenda a evolução de uma forma muito mais profunda no Ensino Médio, quando ele precisar unir, reunir todos esses conhecimentos. Agora, **eu sou absolutamente contra ensinar abstratamente evolução, darwinismo, lamarckismo, essas questões no Ensino Fundamental**. Acho que o aluno não tem, ainda, estrutura cognitiva para abstrair teorias de tamanha complexidade, mesmo o darwinismo, mesmo que ele não seja mais a teoria aceita atualmente, mas ela tem uma complexidade que o aluno de Ensino Fundamental ainda não está preparado para receber, a não ser talvez numa 8ª série. Mas aí acredito que precisaríamos testar ou fazer trabalhos para ver se isso se adequaria a uma 8ª série. Mas eu acredito que a evolução, propriamente dita, deve ser trabalhada no Ensino Médio.”*

Assim como LK e NG, esse professor possui também idéias a respeito do que deva ser ensinado sobre evolução no Ensino Fundamental, fruto de suas reflexões e experiência. Esse professor entende que os conteúdos de Ciências devam contribuir para que o aluno construa o conceito de diversidade, tanto a diversidade da vida, quanto a diversidade de minerais, rochas, elementos químicos etc. Isso deve ocorrer a partir de atividades em que os alunos conheçam os diversos elementos da natureza a partir da experiência e da vivência, enfatizando, desta forma, o conhecimento concreto das crianças. Esse ponto parece se aproximar da visão de LK e NG, que também entendem que o conceito de evolução não deva ser trabalhado no Ensino Fundamental por se tratar de um conhecimento muito abstrato para essa faixa etária. É interessante observar como SG é enfático ao afirmar que é contra o ensino de lamarckismo e darwinismo no Ensino Fundamental, pois entende que as crianças dessa idade não possuem estrutura cognitiva para abstrair esse tipo de conhecimento.

Os três professores citados, portanto, ao fazer suas colocações a respeito do ensino de conteúdos de evolução para o nível Fundamental, evidenciaram serem contra uma abordagem muito abstrata ou específica desse conteúdo, justificando principalmente em função da capacidade cognitiva das crianças. Apesar de ocorrerem diferenças em suas idéias do que ensinar ou abordar, os três professores

parecem privilegiar o conhecimento concreto (mais evidente nas falas de SG e NG) e as noções gerais que podem fornecer subsídios para a construção posterior do conceito de evolução no Ensino Médio (a noção de transformação para LK e de diversidade para SG).

Quanto à disciplina de *Biologia para o Ensino Médio*, os conteúdos relacionados à evolução presentes no plano de ensino da DRE local constavam no 1º e 2º anos²². No 1º ano do Ensino Médio, o segundo capítulo a ser trabalhado intitulava-se A diversidade e a regularidade dos seres vivos na Terra, incluindo: vida no presente e no passado, origens da vida (algumas hipóteses); os diferentes níveis de organização dos seres vivos.

No 2º ano, o último capítulo a ser trabalhado no ano deveria ser Teoria da Evolução, abordando aspectos históricos, teoria sintética e grandes linhas da evolução. É importante observar que, ao ser deixado como último item do plano de ensino, geralmente o conteúdo de evolução acaba não sendo trabalhado por “falta de tempo”, conforme pôde ser verificado por Cicillini (1991) ao observar a organização dos conteúdos em livros didáticos de Biologia. Esse acaba sendo um processo que determina a exclusão desse conteúdo programático do real ensino praticado em sala de aula. Pudemos observar isso na declaração de um professor em sua entrevista, ao ser questionado em que série ou séries tem abordado o tema em sala de aula:

LM: “O próprio tempo, assim, curto... então, como fica para o final do ano, tem salas que nem entram nesse assunto. **Não dá tempo**. Aí, como eles seguem um planejamento, o 2º ano, que na verdade, é que pede para entrar nessa parte. (...) Eles pedem para entrar, na verdade, no 2º ano. Mas o 2º ano, o planejamento deles tem muito mais conteúdo num tempo curto. Então, fica assim, entre o 1º e o 2º ano, **mas também no 2º ano não dá tempo de voltar nesse assunto.**”

Outro aspecto que nos chama a atenção é quanto aos sub-itens propostos para serem trabalhados no capítulo de evolução nesse plano de ensino. Na Proposta Curricular para o Ensino de Biologia do 2º grau (SÃO PAULO, 1988, 1992) e nos conhecimentos disciplinares de Biologia dos Parâmetros Curriculares

²² Os conteúdos propostos no plano de ensino de Biologia foram os seguintes:

- 1º ano – 1. Biologia, ciência da vida, **2. A diversidade e a regularidade dos seres vivos na Terra**, 3. Ecossistema, 4. Os seres vivos e suas interações, 5. O homem na natureza e a qualidade de vida no mundo atual, 6. Qualidade de vida do homem e preservação ambiental.
- 2º ano – 1. Célula e manutenção da vida, 2. Célula e energia, 3. Núcleo, 4. Concepções de hereditariedade, 5. O mendelismo e a teoria cromossômica da herança, 6. Ampliação dos princípios de Mendel, 7. A natureza química e a expressão dos genes, **8. Teoria da evolução**.

Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) são indicados tópicos a serem trabalhados pelos professores. Dois tópicos apresentados nessas propostas e que geralmente não aparecem nos planos de ensino ou que sofrem processo de exclusão pelos professores são Genética de Populações e Evolução do Homem (CICILLINI, 1997a). Isso ocorre provavelmente devido à dificuldade que os professores sentem em compreender esses assuntos, conforme recentemente relatado por Tidon & Lewontin (2004).

Alguns professores que trabalham com a disciplina de Biologia no Ensino Médio declararam procurar seguir esse plano de ensino (AE, IA, LM, RA, RB)²³. Os professores NG e LK, por trabalharem com a disciplina de Biologia em escola particular com sistema apostilado, declararam ter que seguir os conteúdos propostos no material apostilado. NG, a esse respeito, ao ser questionado sobre a importância atribuída ao tema evolução, declarou que:

*NG: “(...) Sempre achei e continuo achando que é um tema ligeiramente marginalizado. Por eu ter trabalhado em sistema apostilado e, como na reunião eu já falei que **essa aula fica contida em duas, três páginas.**”*

Percebe-se, por essa colocação de NG, que esse professor considera que o tema é abordado muito superficialmente, de forma muito rápida e, conforme suas palavras, parece ser ligeiramente marginalizado naquele material didático.

De qualquer forma, LK enfatizou a necessidade dos alunos conhecerem as teorias evolutivas sob uma perspectiva histórica, procurando mostrar uma visão de processo na construção de conhecimento. NG, de forma semelhante, procura trabalhar com seus alunos as diferentes correntes evolutivas e a compreensão dos mecanismos evolutivos associados às diferentes teorias.

Além disso, dois professores (LK, SG) deram ênfase em suas falas a respeito da necessidade de se abordar os conteúdos sob uma perspectiva evolutiva, tema que tratamos com mais profundidade no sub-item a seguir.

Podemos, portanto, sintetizar o exposto nesse item nos seguintes pontos:

- (i) Os conteúdos programáticos de Ciências para o Ensino Fundamental relacionados ao tema Evolução constantes no plano de ensino da Diretoria Regional de Ensino (DRE) local foram: 1. 6^a série – Adaptação dos seres

^{3º} ano – 1. Reinos do mundo vivo, 2. Fisiologia vegetal, 3. Fisiologia animal.
²³ Os professores que estavam ministrando aulas de Biologia no ano da realização dos encontros eram: AE, IA, LM, RA, RB, SG (em escolas públicas) e LK, NG (em escolas particulares).

vivos; Evolução dos seres vivos; Fósseis; Crosta terrestre e as condições para existência da vida; 2. 8ª série – A evolução da vida; Reprodução dos seres vivos e variabilidade dos descendentes.

- (ii) Os professores de Ciências que declararam estar seguindo o plano de ensino da DRE (IA, NL, NM, RA, RL), ao serem questionados sobre quais conteúdos de evolução costumam abordar, deram ênfase às idéias de Lamarck, Darwin e ao conceito de seleção natural, não fazendo menção ao estudo dos fósseis, história evolutiva da vida e importância do tempo geológico, conteúdos também constantes naquele plano de ensino.
- (iii) Três professores expressaram possibilidades diferentes do plano de ensino da DRE local para a abordagem do conteúdo de evolução: 1. LK acredita que no Ensino Fundamental o aluno deva ter condições de entender o conceito de transformação; 2. NG procura discutir a evolução (não necessariamente tendo que conceituá-la) a partir da curiosidade de seus alunos pelos fósseis; 3. SG considera fundamental que o aluno do Ensino Fundamental construa o conceito de diversidade como base para a posterior compreensão do conceito de evolução.
- (iv) Em relação ao plano de ensino de DRE sobre a disciplina de Biologia para o Ensino Médio, os conteúdos programáticos relacionados ao tema Evolução foram: 1º ano – A diversidade e regularidade dos seres vivos na Terra (2º capítulo); 2º ano – Teoria da Evolução (último capítulo).
- (v) Cinco professores (AE, IA, LM, RA, RB) declararam procurar seguir tal plano de ensino; em relação a isso, LM declarou que muitas vezes esse tema não é abordado por falta de tempo, já que consta como último capítulo do rol de conteúdos a serem trabalhados no 2º ano. Por outro lado, os professores LK e NG disseram ter que seguir os conteúdos trazidos pelo material didático apostilado com que trabalham; a esse respeito, NG colocou que considera o tema ligeiramente marginalizado nesse material, já que é abordado em apenas duas ou três páginas.
- (vi) Os professores LK e SG enfatizaram, em suas falas, a necessidade de se abordar os conteúdos biológicos sob a perspectiva evolutiva.

4.4.2 A Evolução como eixo norteador dos conteúdos

A evolução dos seres vivos é um tema de extrema importância no campo biológico, já que possibilita a articulação das informações aparentemente soltas, integrando os conhecimentos das diversas sub-áreas da Biologia. Nesse sentido, portanto, a evolução é um princípio ordenador do conhecimento biológico.

Isso tem se refletido em documentos oficiais que trazem alguns princípios para o ensino de Biologia. Na Proposta Curricular para o ensino de Biologia – 2º grau (SÃO PAULO, 1988, 1992), o ensino desta disciplina deveria ser guiado por princípios metodológicos, destacando-se *a evolução como linha unificadora dos conteúdos*. Recentemente, nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (BRASIL, 1999), sugere-se que os conhecimentos disciplinares de Biologia sejam trabalhados sob uma *perspectiva ecológico-evolutiva*.

Em sua entrevista, ao ser questionado a respeito da importância de se ensinar evolução para seus alunos, LK remeteu-se à evolução enquanto princípio norteador dos conteúdos em Biologia:

Pesquisador: Você acha importante ensinar evolução para os seus alunos?

LK: *“Nossa! Em aspectos pessoais, eu acho que sim, porque seria como uma base. Você pensa: para quê ficar estudando os seres vivos, só as diferenças, sendo que tem uma ligação direta entre um indivíduo e outro, em espécies totalmente diferentes? Então, eu acho interessantíssimo nesse aspecto pessoal. Agora, em termos de educação, também eu acho, já que é colocado nos Parâmetros Curriculares como sendo **princípio norteador de todos os conteúdos de Biologia**. Só que é difícil de ser aplicado diretamente.”*

Pesquisador: Você consegue, nesse sistema fechado [sistema apostilado]?

LK: *“Não, não consigo, definitivamente não. Não dá tempo, não dá tempo. Eu tentei até, durante aulas no Estado, de abordar dessa maneira. (...) Dá resultado quando você traz algo muito próximo deles [dos alunos], que eles conseguem visualizar. Por exemplo, aspectos morfológicos muito concretos, entre organismos que eles conhecem.”*

É importante observar como LK enfatiza a importância da evolução no ensino de Biologia, por ser o princípio norteador de todos os conteúdos nessa disciplina. Adverte, porém, a respeito de sua dificuldade em trabalhar diretamente esse princípio. Nesse momento, compara um pouco sua experiência como professor em escolas particulares e públicas. Em escola particular, com material didático apostilado, afirma que definitivamente não consegue trabalhar os conteúdos tendo a evolução como princípio norteador. Já em escola pública, LK coloca que consegue

trabalhar melhor esse princípio, principalmente quando traz informações concretas e próximas dos alunos, em organismos que eles conhecem.

É interessante observar como esse professor traz o princípio da evolução como linha unificadora dos conteúdos no ensino de Biologia para justificar a importância do assunto. A discussão sobre esse princípio com outros professores, porém, ocorreu a partir de um questionamento do próprio pesquisador durante a entrevista:

Pesquisador: Você acha que é possível trabalhar esse tipo de coisa, dar esse enfoque ecológico-evolutivo para os conteúdos de Biologia?

NG: *“Aí eu vejo que precisaria ser feito um planejamento bem detalhado. Você precisaria esmiuçar bem sua programação, ter bem claro essa linha unificadora, e fazer o possível para não fugir. Então, possível seria, mas é um exercício, porque, você mesmo falou agora na introdução: **isso é o que está em documentos, mas a gente acaba tratando, ou a evolução vem como assunto isolado.** Ela não aparece... nós não temos essa abordagem, a orientação dessa abordagem ligada ao assunto de citologia, ou qualquer outra área. Então, **caberia muito mais ao exercício do professor de ter isso bem claro para poder exercitar, de fazer.** Mas possível seria.”*

(...)

Pesquisador: Você acha que, da forma como está estruturado hoje, o currículo não permite muito, não dá muito margem para se trabalhar essa linha?

NG: *“Eu estou falando assim **com base mais no material apostilado.** Isso é importante porque eu não tenho, eu não estou trabalhando com Biologia no Estado e **num material apostilado eu não vejo essa linha temática forte.** Para mim não fica claro isso.”*

Esse professor, assim como LK, também tinha uma maior experiência no ensino de Biologia com material didático apostilado. No final de sua fala, percebe-se que ele também não vê a possibilidade de se trabalhar os conteúdos sob o enfoque evolutivo, quando afirma que em um material apostilado não vê essa linha temática forte. Esse é um ponto que aproxima sua visão das idéias de LK, expostas anteriormente. Além disso, percebe-se uma preocupação quanto ao plano de ensino, quando inicia suas colocações afirmando que para se introduzir essa abordagem seria necessário um planejamento detalhado. É importante salientar sua declaração de que caberia muito mais ao exercício do professor de ter isso tudo bem claro para poder exercitar, fazer acontecer em sua prática pedagógica. Entendemos, portanto, que NG acredita que seria possível trabalhar a questão da evolução como linha unificadora a partir da revisão de seu plano de ensino. A efetiva incorporação dessa linha na prática pedagógica ocorreria em função de um exercício pessoal do professor de ter esse princípio sempre bem claro e que, em sua própria prática com material apostilado, não vê o tema evolução como uma linha forte nos conteúdos de Biologia.

Um professor que foi bastante enfático em sua fala a respeito da importância da evolução enquanto princípio norteador dos conteúdos foi SG:

Pesquisador: É possível abordar os conteúdos sob o enfoque ecológico-evolutivo? Como?

SG: *“Sim, eu acredito que **essa é a única forma de se trabalhar, com o enfoque ecológico-evolutivo.** O ecológico remete o aluno para um tempo mais presente e o evolutivo vai recorrer a um tempo geológico. Então, eu acho que, a partir do momento que o aluno compreende a Ecologia, a relação que os seres têm na natureza entre si e com o meio no presente ou num tempo curto, anos, alguns anos, essa é uma condição necessária para que ele possa compreender o que aconteceu em milhares, milhões de anos atrás. Extrapolando um pouco, eu acredito até que nós possamos dizer que o Ensino Fundamental se preocupa mais com as questões ecológicas e **o Ensino Médio mais com as questões evolutivas, perpassando todas as sub-áreas da Biologia.**”*

É interessante observar como esse professor entende o enfoque ecológico-evolutivo, o ecológico remetendo o aluno para as relações entre os seres vivos no tempo presente e o evolutivo remetendo ao tempo geológico. SG coloca ainda que acredita até que as questões ecológicas podem ser trabalhadas melhor no Ensino Fundamental e as evolutivas no Ensino Médio, mostrando uma coerência com o que já havia comentado antes a respeito do nível de abstração desses tipos de conhecimento e da faixa etária dos estudantes. Questionado a respeito de como tem trabalhado a evolução em sala de aula, em um determinado momento de sua fala, coloca que:

SG: *“Agora, mesmo quando eu vou falar, por exemplo, **dos reinos da natureza, eu também dou uma abordagem evolutiva.** É quase impossível a gente iniciar a Biologia sem falar dos reinos, é necessário. Se o aluno passou pelo Ensino Fundamental e conheceu a diversidade da vida, ele chega no 1º colegial, ele precisa organizar essas informações. Então, eu geralmente começo com os reinos da Biologia. Coloco os 5 reinos e vou comparando um com o outro e vou dizendo qual é mais primitivo, qual veio depois, em termos de tempo. Falo do Monera originando Protista e do Protista originando as plantas e os animais. Falo do reino dos Fungos, falo da semelhança dos fungos com os animais, falo de que os fungos já foram classificados como plantas em outros tempos. Falo um pouco sobre classificação biológica, Lineu. Eu **acredito que esses assuntos, que eu trabalho no 1º ano, já estão abordando a evolução,** já, desde aí, apesar disso não ser chamado de evolução. Mas o tema evolução está presente. E quando eu vou trabalhar, por exemplo, **as plantas, eu trabalho dentro do enfoque evolutivo também.** Eu falo das algas, eu falo das briófitas, eu falo das pteridófitas, eu falo do sentido da evolução no sentido de se libertar da água, das plantas conseguirem conquistar o meio terrestre. Eu mostro a existência de todas as plantas nos tempos atuais, o que não faz de uma mais evoluída que a outra. Então, eu falo das gramíneas, que são as plantas, as últimas que apareceram e que não as árvores, as grandes árvores. Eu falo das florestas de pteridófitas, de samambaias gigantes que existiam no tempo dos dinossauros. São coisas que os alunos fixam, eles gostam bastante. Em **Zoologia também eu procuro comparar os diferentes filós animais,** mostrando como cada um resolveu seu problema de adaptação naquele ambiente em que ele vive, viveu e que condições permitiram que ele fosse assim como é hoje. Então, eu acho que toda a Biologia, toda a*

Biologia, ela deve ser trabalhada dentro do enfoque ecológico e evolutivo mesmo, como a gente falou antes.”

De uma maneira geral, percebe-se que esse professor entende que todos os conteúdos da Biologia devam ser trabalhados dentro do enfoque ecológico-evolutivo, conforme pode ser observado ao final de sua fala e com os exemplos citados. Primeiramente, SG comenta a respeito dos Reinos dos Seres Vivos e a classificação biológica, enfatizando que esses assuntos já abordam a evolução, apesar de não serem chamados de evolução. Na seqüência, fala sobre a abordagem evolutiva na Botânica, procurando mostrar a evolução dos grupos vegetais, e na Zoologia, enfatizando a importância do ambiente na determinação das características de cada grupo animal e suas adaptações. Percebe-se, portanto, que esse professor possui uma preocupação em articular os diferentes conteúdos da Biologia, tendo como referência o enfoque ecológico-evolutivo.

Outro professor que também demonstrou uma preocupação em trabalhar os conteúdos sob a perspectiva evolutiva foi LM:

Pesquisador: E nos PCNs aparecem para tratarmos os conteúdos da Biologia sob o enfoque evolutivo.

LM: *“É. Eu acho que no 3º ano, no planejamento, já dá para fazer isso. Porque eles estão vendo, eles vão apresentar os Reinos, os mais importantes, as espécies mais importantes. Daí dá para ir trabalhando, principalmente na **parte dos vegetais, para mostrar que houve evolução, de uma planta, das Briófitas até chegar nas Angiospermas.** Então, aí nesse ponto, trabalho a evolução, dando o foco da evolução e é o que eu cobro deles é essa parte. É a questão evolutiva.”*

Percebe-se, pela fala desse professor, uma preocupação em trabalhar os conteúdos sob a perspectiva evolutiva. Conforme já observado em um item anterior, esse professor parece expressar uma visão de direcionamento e aumento de complexidade do processo evolutivo, já que comenta que procura mostrar que houve evolução das plantas, “das Briófitas até chegar nas Angiospermas”. SG, por outro lado, em sua fala anterior, procura enfatizar o aparecimento recente, no tempo geológico, das gramíneas e comenta a respeito das pteridófitas gigantes do tempo dos dinossauros, parecendo não haver uma relação entre evolução e aumento de complexidade, o que pode evitar uma associação entre evolução e progresso. De qualquer forma, parece que LM concebe a evolução como um princípio que pode dar um sentido mais amplo para alguns conteúdos biológicos.

Por outro lado, alguns professores não mostraram a mesma segurança para se trabalhar os conteúdos sob a perspectiva evolutiva. RB, por exemplo, colocou que:

Pesquisador: Você acha que é possível tratar esses outros conteúdos sob o enfoque evolutivo?

RB: “Ah, eu tenho **dificuldade com isso**. Eu acho que, sabe, **essa coisa de generalizar muito, perde muito a qualidade**. Eu sempre achei assim que, muito melhor se trabalhar assim, certinho, os conteúdos, que aí você dá o devido enfoque, a devida profundidade, tudo, e realmente tem continuidade. E ter o devido aprofundamento.”

É interessante observar como esse professor admite que tem dificuldades quanto a esse aspecto, complementando que o excesso de generalização pode levar a uma diminuição da qualidade do ensino. Por isso, diz que prefere trabalhar os conteúdos com o devido enfoque, aprofundamento e continuidade. Parece, nesse sentido, que o professor trabalha os conteúdos de forma isolada e desarticulada, privilegiando as informações e dados biológicos em detrimento de princípios que poderiam dar um sentido mais amplo a esse conhecimento.

Além de RB, outros professores, em declarações feitas nas entrevistas, também expressaram dificuldades em conceber a evolução enquanto princípio ordenador dos conteúdos biológicos. IA, por exemplo, ao pensar em como abordar o assunto Citologia sob o enfoque evolutivo, exemplificou com a possibilidade de ilustrar o avanço das tecnologias associadas à microscopia:

Pesquisador: Quer dizer, dar uma linha evolutiva para a Citologia, ou para a Zoologia? É porque isso é o que aparece como proposta. Você acha que isso é possível, dentro do planejamento que você falou?

IA: “Olha, eu acho que até pode estar se fazendo. No caso, você quis dizer isso, pegar Citologia e fazer uma **evolução da Citologia**, é isso? Eu acho que é possível, com certeza. (...) Eu, pelo menos, quero seguir à risca o planejamento. Mas eu acho que dá, lógico que dá para você estar fazendo isso daí. Igual em Botânica mesmo, em Zoologia, com certeza dá para estar colocando sim.”

Pesquisador: Essa linha evolutiva?

IA: “Isso, dá sim. Dá para fazer até uma linha, alguma coisa aí de..., dá sim para estar colocando. Igual mesmo da parte de Citologia você pode fazer **a parte de microscópio, quando ele começou, como ele era, como ele foi, como ele surgiu, como ele é agora**, as tecnologias que foram com eles. Com a tecnologia veio a ampliação...”

Este professor, ao fazer esta colocação, evidenciou não compreender muito bem o princípio de se incorporar a evolução enquanto linha unificadora dos conteúdos, já que seu exemplo, já discutido em um item anterior, parece mostrar uma associação entre evolução e melhoria dos equipamentos e tecnologias

associadas ao estudo das células. Na seqüência de sua fala, IA fez uma colocação que pareceu evidenciar que, na realidade, esse professor ainda não havia considerado a possibilidade de se abordar as diversas sub-áreas da Biologia sob o enfoque evolutivo:

Pesquisador: Você percebeu alguma contribuição desses encontros para sua prática pedagógica?

IA: *“Tudo, mais conhecimento. Algumas coisas que, às vezes, a gente fica... igual essa parte de evolução que você falou nas outras disciplinas, às vezes **a gente não pára para nós pensarmos que nós poderíamos estar colocando isso daí também, nos outros ramos da Biologia também.** Mas foi muito bom.”*

Também ao ser questionado sobre a possibilidade de se abordar os conteúdos biológicos sob o enfoque evolutivo, RA declarou que:

RA: *“Pois é, você sabe que você falando agora, pois é, até que é possível. (...) Já que Biologia é o estudo da vida e vida é uma sucessão de...de... houve, através de uma evolução, comprovadamente aí, sabe, que eu acho que é possível. **Tudo que você tratar está dentro da evolução, não é?**”*

(...)

RA: *“Não, eu não parei para pensar, mas é, realmente, uma evolução. De qualquer estudo que você vá falar de Mendel, **de qualquer estudo relacionado, é uma evolução, da vida.** Você colocando agora que eu parei assim... Eu não parei para observar isso.”*

É interessante observar como esse professor admite nunca ter observado a importância da evolução para os conhecimentos biológicos, e que, naquele momento da entrevista, assim como para IA, parece ter percebido que os diversos temas da Biologia podem ser tratados sob a ótica da evolução.

Colocações feitas pelos professores a respeito da evolução enquanto linha unificadora que evidenciaram dúvidas e incertezas sobre o tema (IA, RA, RB), nos levaram a refletir sobre a importância da atividade realizada no 1º Encontro que enfocou a Evolução Biológica nos documentos oficiais (Apêndice F-1). Entendemos, a princípio, que por ter ocorrido no 1º Encontro, nesta atividade os professores ainda não estavam à vontade para expor suas opiniões e dúvidas, prejudicando, assim, o aprofundamento e compreensão do tema em foco. Também revelou que alguns professores do grupo não concebem a evolução enquanto um princípio-chave para o ensino de Biologia.

A partir do exposto, pudemos perceber a existência de duas posições em relação à possibilidade de abordar os conteúdos biológicos sob o enfoque evolutivo:

- (i) Quatro professores consideraram *possível ou necessário abordar os conteúdos biológicos tendo a evolução como princípio unificador*. 1. LK declarou a importância do tema evolução para o ensino de Biologia justamente por ser seu princípio ordenador, porém admitiu não conseguir realizar tal abordagem ao se ensinar em um sistema apostilado e ser difícil nas aulas com a rede pública; 2. NG colocou que seria possível realizar tal abordagem, mas que dependeria muito do exercício do professor em sua própria prática; assim como LK, admitiu não ser possível realizar tal abordagem ao se trabalhar com material didático apostilado; 3. SG declarou que a abordagem evolutiva é a única forma de se trabalhar os conteúdos da Biologia, perpassando todas as suas sub-áreas; exemplificou com tópicos como a Classificação dos Seres Vivos, Evolução Vegetal e Zoologia; 4. LM considerou a importância desse princípio ao se trabalhar, por exemplo, a evolução das plantas, no sentido de comparação de um grupo vegetal para outro.
- (ii) Três professores expressaram *dificuldades, confusão ou desconhecimento em relação à possibilidade de se abordar os conteúdos sob o enfoque evolutivo*: 1. RB declarou que sente dificuldades em relação a isso e que o excesso de generalização pode levar a uma diminuição da qualidade do ensino; 2. IA admitiu ser possível realizar essa abordagem, porém ao expor um exemplo de como poderia abordar os conteúdos de Citologia sob o enfoque evolutivo associou evolução com melhoria dos equipamentos e tecnologias associadas ao estudo das células; 3. RA declarou que nunca tinha pensado nesta possibilidade, parecendo, no momento da entrevista, estar tomando consciência da importância de se abordar os diversos conhecimentos biológicos sob a ótica da evolução.

4.4.3 A abordagem histórica da vida

Ao se considerar a Evolução enquanto tema-chave para a compreensão das diversas áreas da Biologia, torna-se imperativo realizar uma abordagem histórica dos seres vivos. Isso tem se refletido como proposta em documentos oficiais de ensino, como, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (BRASIL, 1999). Em relação aos conhecimentos de Biologia discutidos

nesse documento, propõe-se que os conteúdos sejam abordados sob o enfoque ecológico-evolutivo, com ênfase na configuração dos continentes, das águas e das manifestações de vida que marcaram cada período ou era geológica.

Alguns professores, em suas entrevistas, manifestaram a possibilidade de abordar aspectos da história da vida no planeta. RA, por exemplo, ao ser questionado sobre os conteúdos que trabalharia com seus alunos do Ensino Médio, em meio à sua fala, declarou que:

Pesquisador: Você conta um pouco a história dos seres vivos, é isso?

RA: *“A história, é. Na verdade, **eu começo com o Big Bang**, sabe. Eu começo lá com o Big Bang. E vou, e vou, e vou. Sabe, então, acho que é isso que entusiasma, é uma história para eles. (...) Eu falo assim: imaginem o espaço, imaginem o universo. Então, para os adultos, isso para eles, nossa, nessa idade nunca ouvi falar nisso. E tem uns livros bons na biblioteca sobre o Big Bang também. Tem.”*

Pesquisador: Você fala da formação dos planetas?

RA: *“Dos planetas, **da formação da Terra**. Daí eu falo assim: agora chegamos na Terra. Coloco assim: agora estamos aqui na Terra, no nosso planeta. E nem era e nem tinha essa forma.”*

(...)

RA: *“Daí surgiu a água. Falo para eles: daí **surgiu a água, depois os vapores**, com a **combinação dos gases**. Aí surgiu a água. Daí conto a história lá da **molécula de aminoácido**, e vou até... daí povoou o oceano, aí começa a sair [da água para o ambiente terrestre]. (...) Daí eu mostro para eles, conto bem para eles: olha, nós temos exemplos até hoje. Dos **anfíbios**... (...) Daí, então, a partir disso vêm os **répteis**, tenho livro lá que tem uns **fósseis**, dos répteis alados.”*

(...)

RA: *“Daí, de vez em quando alguns perguntam: professora, mas a senhora não acredita em Deus? Atrás disso tem uma força maior.”*

Pesquisador: Você coloca para eles que existe uma força...

RA: *“Que contribui para tudo isso. Tanto é que, se a gente for pensar: nós, os últimos seres, os mais perfeitos. Senão, tudo seria só matéria. E cadê a parte espiritual?”*

Esse professor, ao ser questionado sobre os conteúdos que costuma abordar com seus alunos do Ensino Médio, declarou que procura contar um pouco a história do Universo, desde seu surgimento, do planeta Terra, da origem e da evolução da vida. Conforme pode ser observado ao final de sua fala (já discutida em itens anteriores), para esse professor essa história é um processo direcionado por uma força maior rumo ao surgimento do ser humano.

Outro professor também fez algumas colocações quanto à possibilidade de abordar a história dos seres vivos, ao ser questionado em como lidaria com possíveis conflitos que surgissem em sala de aula a respeito de questões religiosas manifestadas pelos alunos:

RL: “Aí a gente explica do **serzinho** lá, **dos seres vivos que vieram da água**, explica a **explosão, os primeiros seres vivos habitantes da água**, depois eles foram se **evoluindo, crescendo, alcançaram a terra** e foram se multiplicando. Daí toda aquela história que vem, mesmo, na Ciência e que você vai explicando e eles acabam, porque eu sei que mais tarde, eu acho que... eles vão conseguir captar coisas melhores.”

Este professor declarou fazer esta abordagem quando os alunos questionam a respeito de aspectos relacionados à origem da vida segundo a ciência e segundo os relatos bíblicos. Com isso, RL procura trazer com mais força para os alunos a visão da ciência de como a vida pôde ter surgido. É importante observar que, para esse professor, parece haver uma associação entre evolução, crescimento e aumento de complexidade à medida que a vida foi se multiplicando e ocupando o ambiente terrestre.

SG, ao ser questionado em como tem trabalhado o assunto evolução com seus alunos em sala de aula, em meio à sua fala, declarou que:

SG: “Mas, desde o 1º colegial, 1º ano do Ensino Médio, eu trabalhava evolução. Então, por exemplo, eu me lembro de usar um jogo de transparências que fala da **história da vida na Terra** e conta quais foram os **primeiros seres**, fala um pouco dos **fósseis**. E os alunos, eles adoram essa aula. Eu uso 4 aulas, mais ou menos, para contar toda a história da vida na Terra, da história do planeta. Eu começo lá, de **quando o planeta surgiu**, das teorias, e eu vou chegando até os dias atuais, dou uma idéia de tempo geológico, dependendo da classe, da disciplina da classe, eu faço uma dinâmica de construção de uma **coluna de tempo geológico**. Quando a classe é muito bagunceira, indisciplinada, eu mesma comento, mostro numa transparência para eles a escala de tempo e comento, faço uma **comparação com o tempo de um dia, em horas** assim, e eles realmente gostam muito. E dali, nessas aulas, existe muita polêmica, muita idéia, muita discussão, os alunos realmente curtem bastante.”

Esse professor, assim como RA e RL, declarou que procura trabalhar com seus alunos a história da vida no planeta, desde o surgimento da Terra e dos primeiros seres vivos até os dias atuais. É interessante observar como esse professor enfatiza a importância de se abordar o tempo geológico, procurando fazer uma atividade exclusivamente para a construção de uma coluna do tempo geológico e sua compreensão, ou então comparando a escala do tempo geológico com o tempo de um dia (24 horas). A respeito do uso de metáforas para a compreensão do tempo geológico, Gould (1991, p.15) coloca que:

Um entendimento abstrato, intelectual, do tempo profundo não é difícil – todos nós sabemos quantos zeros acrescentar a 1 quando dizemos bilhão. Mas sentir na pele o tempo profundo já é bem outra coisa. O tempo profundo é tão estranho a nós que só podemos realmente compreendê-lo por metáforas. E assim fazemos em toda a nossa pedagogia: falamos da milha geológica, em que a história humana ocupa apenas as últimas

polegadas, ou do calendário cósmico, no qual o *Homo sapiens* surge somente alguns instantes antes dos rojões do ano-novo. (...) John McPhee nos oferece a mais notável de todas as metáforas (em *Basin and range*): tomemos a história da Terra como a antiga medida da jarda inglesa, isto é, a distância entre o nariz do rei e a ponta da sua mão com o braço estendido. Uma lixada na unha do seu dedo médio aniquilaria a história humana.

Em outros momentos de sua entrevista, SG também mostrou a importância que atribui à compreensão do tempo geológico como necessidade para o real entendimento da evolução biológica:

Pesquisador: Você acha importante ensinar evolução? Por quê?

SG: *“Sim, porque o tema evolução requer muitos outros conhecimentos, é um tema abrangente que requer que o aluno conheça Biologia, de uma forma ampla, Geografia, de uma forma ampla, História, tenha noção de tempo, de espaço, entender o que é o tempo presente e o que é o **tempo passado**, o que é o **tempo geológico**.”*

(...)

Pesquisador: É possível abordar os conteúdos sob o enfoque ecológico-evolutivo? Como?

SG: *“Sim, eu acredito que essa é a única forma de se trabalhar, com o enfoque ecológico-evolutivo. O ecológico remete o aluno para um tempo mais presente e o **evolutivo vai recorrer a um tempo geológico**. Então, eu acho que, a partir do momento que o aluno compreende a Ecologia, a relação que os seres têm na natureza entre si e com o meio no presente ou num tempo curto, alguns anos, essa é uma condição necessária para que ele possa compreender o que aconteceu em **milhares, milhões de anos atrás**. Extrapolando um pouco, eu acredito até que nós possamos dizer que o Ensino Fundamental se preocupa mais com as questões ecológicas e o Ensino Médio mais com as questões evolutivas, perpassando todas as sub-áreas da Biologia.”*

Outros professores também se remeteram à questão do tempo como uma necessidade ao real entendimento do conceito de evolução. LM, ao comentar sobre a abordagem de tópicos da evolução para alunos do Ensino Fundamental, declarou que:

LM: *“É, porque não está visualizando isso no dia a dia. São fatos que ocorreram há **milhões de anos atrás** e que ainda estão ocorrendo, sempre vai estar acontecendo. Então, é difícil estar observando essas mudanças. (...) É lento, é muito lento. Então, os alunos, eles não conseguem ver. E o que eles não conseguem pegar, não conseguem estar vendo, eles acham que não existe, que é mentira.”*

A colocação revela a dificuldade de se abordar tópicos como o do tempo geológico com alunos do Ensino Fundamental, já que eles parecem ainda não ter desenvolvido o pensamento abstrato. Essa colocação de LM aproxima-se com as palavras finais da colocação de SG quando afirmou que o Ensino Fundamental deve focar mais as questões ecológicas (no tempo presente) e o Ensino Médio as questões evolutivas (abrangendo as dimensões do tempo geológico). Nesse mesmo

sentido, ao ser questionado sobre o que acharia mais adequado abordar com os alunos do Ensino Fundamental sobre o tema, NG declarou que:

NG: *“Mas, voltando à questão do Ensino Fundamental, existe um certo ar de abstração. Querendo ou não, não é um processo que você vivencia de um dia para o outro. Pelo próprio processo evolutivo exigir uma **escala de tempo grande**, então isso exige uma abstração. Você falar em **milhares de anos se passando**, para a criança isso não é muito, está longe do concreto dela. Então isso já seria uma grande barreira para você de repente estar trazendo um conceito ou mecanismo evolutivo, discutir um pouco mais o mecanismo. Coisa que para o [Ensino] Médio já trato isso com maior tranquilidade.”*

Percebe-se que, assim como SG e LM, esse professor também considera que a evolução torna-se difícil de ser verdadeiramente entendida pelos alunos do Ensino Fundamental por exigir a compreensão de grandes períodos de tempo. Assim como SG, esse professor também entende que isso torna-se mais fácil de ser abordado com os alunos do Ensino Médio.

Essa dificuldade para se ensinar evolução também foi declarada por LK, ao responder uma das questões do questionário passado no 1º Encontro (Questionário 2 – Apêndice B):

Questão: Na sua opinião, quais são as principais dificuldades que um professor pode sentir no desenvolvimento de aulas sobre Evolução Biológica?

LK: *“A evolução **não é possível de se observar em um espaço curto de tempo**, o que não a torna muito palpável.”*

Percebe-se, portanto, pelas declarações de SG, LM, NG e LK, em diferentes momentos, que eles consideram que a compreensão do conceito de evolução pressupõe o entendimento do tempo geológico.

Relacionada a essa temática do tempo geológico, alguns professores fizeram menção aos fósseis para exemplificar os diversos seres que já viveram no planeta em tempos passados (RA e SG quando comentaram sobre a história da vida no planeta). A esse respeito, NG, ao ser questionado sobre o que poderia abordar com seus alunos do Ensino Fundamental, declarou:

NG: *“No Ensino Fundamental as crianças trazem muito, deixam aflorar muito a **curiosidade pelos fósseis**. Então, talvez, no momento em que, dentro da Geologia, que é uma matéria que eu trabalho, a gente trabalha toda 6ª série lá na escola, surge um momento em que você fala dos fósseis ou eles mesmos trazem esse questionamento. E nesse momento seria interessante você puxar, **você pode fazer uma extensão e chegar à evolução**, você pode chegar e trazer a importância desses dados para o estudo de toda essa área.”*

Se o estudo dos fósseis, por um lado, permite a discussão do tempo de ocorrência do processo evolutivo, por outro permite discutir o próprio conceito de evolução, já que a interpretação do registro fóssil pode levar à compreensão da relação de parentesco entre os diversos grupos de seres vivos e à noção de transformação das populações ao longo das gerações.

Relacionado a isso, LK, ao ser questionado sobre a importância de se ensinar evolução para seus alunos, enfatizou que o tema permite a compreensão da relação de parentesco entre os diferentes seres, em diferentes espécies:

Pesquisador: Agora, pensando no tema evolução em si, você acha importante ensinar evolução para os seus alunos?

LK: *“Nossa! Em aspectos pessoais, eu acho que sim porque seria como uma base, uma base para você pensar: para quê ficar estudando os seres vivos, só as diferenças, sendo que **tem uma ligação direta entre um indivíduo e outro, em espécies totalmente diferentes?** Então, eu acho interessantíssimo nesse aspecto pessoal.”*

A partir do exposto, podemos sintetizar as idéias discutidas nos seguintes pontos:

- (i) Três professores declararam que procuram abordar a *história da vida no planeta* com seus alunos: 1. RA, ao fazer o relato de como realiza tal abordagem, evidenciou uma concepção de que o processo evolutivo é direcionado por uma força superior rumo ao surgimento do ser humano (perfeição); 2. RL, por sua vez, evidenciou uma associação de evolução com crescimento e aumento de complexidade à medida que a vida foi ocupando o ambiente terrestre, dando uma conotação de progresso ao processo evolutivo; 3. SG, em sua fala, enfatizou a importância de se abordar a relação da história da vida e do tempo geológico, procurando mostrar a amplitude do tempo de existência da vida no planeta.
- (ii) Além de SG, também LM, NG e LK fizeram menção à importância de se compreender o *tempo geológico* como base conceitual para a compreensão da evolução. Por exigir maior nível de desenvolvimento cognitivo, a compreensão do tempo geológico, segundo SG, LM e NG, torna-se bastante difícil para os alunos do Ensino Fundamental, e, conseqüentemente, a evolução não pode ser verdadeiramente entendida nesse nível de ensino.
- (iii) Os professores RA e SG também fizeram menção aos *fósseis* durante suas colocações sobre a abordagem da história da vida no planeta. NG, por sua

vez, declarou que seus alunos do Ensino Fundamental muitas vezes expressam curiosidade pelos fósseis e que, a partir disso, às vezes faz uma extensão e tenta se aproximar ao conceito de evolução.

- (iv) Um outro ponto importante é que a abordagem histórica da vida pressupõe a compreensão da *relação de parentesco entre os diversos grupos de seres vivos*, o que foi expresso na fala de LK em sua entrevista.
- (v) Se por um lado pudemos fazer as observações relatadas, ao retomar os conteúdos abordados pelos professores na disciplina de Ciências para o Ensino Fundamental (item 4.4.1), cinco deles (IA, NL, NM, RA e RL) declararam dar ênfase apenas às idéias de Lamarck, Darwin e à seleção natural, não mencionando o estudo dos fósseis, a história evolutiva da vida ou a importância do tempo geológico. Os professores, ao excluir tais conteúdos de seu plano de ensino, parecem não relacionar a Teoria da Evolução com uma abordagem histórica dos seres vivos, o que poderia comprometer a construção de uma visão de síntese do conhecimento biológico pelos alunos.
- (vi) É importante observar que RL procura abordar a história dos seres vivos apenas em momentos que possam surgir conflitos entre visões científicas e religiosas em sala de aula, porém não enfatizou tal abordagem quando questionada a respeito de seu planejamento para o Ensino Fundamental.
- (vii) RA mencionou a possibilidade de fazer tal abordagem apenas com os alunos do 1º ano do Ensino Médio, coerente com os conteúdos propostos no plano de ensino seguido por aqueles professores, onde a história dos seres vivos poderia ser abordada no 2º capítulo do planejamento - A diversidade e a regularidade dos seres vivos na Terra (ver item 4.4.1).

4.4.4 Perspectiva histórica na construção dos conhecimentos

O terceiro aspecto que consideramos fundamental na prática de ensino de Biologia é a abordagem histórica na construção dos conhecimentos, explicitando seus contextos de produção, bem como os conflitos e contradições pelos quais este conhecimento passou. Desta forma, caminha-se no sentido de uma visão de ciência como um processo dinâmico, mutável, em constante transformação.

Durante o 2º Encontro, foi feita a leitura e discussão de um texto com o objetivo de se discutir alguns aspectos históricos da incorporação do termo evolução

ao vernáculo da Biologia, mais especificamente para designar a original “descendência com modificação” de Darwin (Apêndice G-2). Ao final do dia de atividades, foi passado um questionário para avaliação das atividades realizadas naquele dia (Apêndice G-4). Na seqüência, apresentamos a resposta de SG a uma das questões:

Questão: O que você aprendeu de mais importante nesse dia?

SG: *“Como o conceito de evolução chegou historicamente à Biologia. As deturpações de idéias originais e a opção pelo termo ‘EVOLUÇÃO’.”*

É interessante observar como esse professor considerou importante o entendimento da incorporação do termo evolução à Biologia, sob uma perspectiva histórica. Esse mesmo professor, durante sua entrevista, ao comentar sobre as contribuições das discussões e debates para o aprofundamento teórico, declarou que:

SG: *“Eu acredito que, principalmente no tocante ao histórico, a história da Ciência, como que o conceito de evolução foi sendo construído ao longo do tempo, isso para mim era uma lacuna e eu pude preenchê-la, e melhorar a idéia de evolução, o conceito de evolução.”*

Esse professor, por suas declarações, parece valorizar a abordagem histórica na construção dos conceitos, evidenciando uma visão de processo na construção dos conhecimentos científicos. Nesse mesmo sentido, LK, ao ser questionado sobre os conteúdos de evolução que deveriam ser abordados com os alunos do Ensino Médio, declarou que:

Pesquisador: O que você acha que deveria ser abordado no Ensino Médio sobre evolução?

LK: *“Aspectos históricos, que sempre vêm em todos os livros didáticos e eu acho que, abordando a partir de um histórico, ele fica bem mais embasado. A teoria como é que veio, como é que era o pensamento, como pensavam antes. Nesses aspectos assim de... (...) seguir todo o raciocínio para se alcançar a teoria, é importante esse aspecto histórico. Ver as diferentes teorias evolutivas e como é vista a evolução hoje. Isso eu considero como os pontos principais a serem abordados. (...) Eu acho que deveria ser trabalhado assim para que eles tenham raciocínio de como surgiram as coisas e como é hoje. Porque é assim, dessa maneira.”*

Esse professor, assim como SG, evidenciou uma preocupação em abordar os conhecimentos como um processo histórico em constante construção e mudança. Nesse mesmo sentido, NG, ao ser questionado como tem trabalhado

possíveis conflitos entre visões científicas e religiosas que possam emergir em sala de aula, declarou que:

Pesquisador: Como você trabalha isso [possíveis conflitos entre visões científicas e religiosas] com seus alunos em sala de aula? Essas questões aparecem?

NG: *"Trabalho, aparecem."*

Pesquisador: E como você aborda isso com eles?

NG: *"Como uma teoria. **Uma teoria que, daqui a algum tempo pode ser derrubada.**"*

Pesquisador: O que você diz, a evolução?

NG: *"A evolução. Então, ela é atualmente aceita, mas **ela não é uma verdade absoluta**, assim como Deus não é uma verdade absoluta para todos."*

Esses três professores (LK, NG, SG), portanto, em declarações feitas em diferentes momentos, evidenciaram uma visão de ciência e da construção de conhecimentos como um processo em constante alteração. Além dessas colocações, pudemos perceber na fala de outro professor a idéia da ocorrência constante de transformações em relação ao conhecimento científico:

NL: *"Que **a Ciência avança muito rápido**. Eu acho que no tempo de Darwin, de Galileu, de Newton, demorava 30, 40, 50 anos assim, para lançar uma teoria, uma coisa. Hoje em dia não. (...) De uma semana para outra já tem muita coisa. A hora que você pensa: ah, comprei uma máquina fotográfica, já vem a digital, da digital vem DVD. Quando você vê já está correndo muito, está avançando muito e se a gente não acompanhar, você passa, você fica para trás. **Eu acho que a Ciência é muito rápida.**"*

Esse professor, diferentemente das idéias colocadas por LK, NG e SG, parece conceber que o conhecimento científico sempre está avançando, melhorando, e que nos dias de hoje este avanço é muito rápido. Ao comparar o avanço do conhecimento científico nos tempos de Darwin, Galileu e Newton (que sabemos ser épocas e locais distintos) com o avanço do conhecimento científico nos dias de hoje, declara que atualmente as teorias são formuladas com muito mais rapidez. Nesse sentido, compara o avanço da ciência com a velocidade de lançamento de aparelhos eletro-eletrônicos (DVD, máquina fotográfica digital, etc.), parecendo haver uma identidade direta entre conhecimento científico e conhecimento tecnológico. Há, portanto, uma evidência de que NL entende que o conhecimento científico está em constante avanço. Porém, pela sua fala, não fica evidente: 1. se há um entendimento de que o conhecimento científico avança no sentido de progresso constante; ou 2. se o conhecimento científico é concebido como um processo em constante transformação e dinamismo, podendo até mesmo

passar por revoluções que podem alterar radicalmente a forma de se conceber determinados fatos e fenômenos no interior de uma área de investigação.

No que diz respeito à abordagem histórica dos conhecimentos específicos acerca da evolução, ao questionarmos aos professores o que eles considerariam ideal para ser trabalhado com seus alunos do Ensino Médio, apenas LK e SG fizeram colocações que nos remetem diretamente a aspectos históricos:

Pesquisador: E que teorias você acha que seriam interessantes de serem abordadas [no Ensino Médio]?

LK: *“Então, seria na verdade aquela do **Criacionismo**, que explicava como surgiram os seres vivos, a teoria **Darwinismo** e **Lamarckismo** para explicar, em contrapartida ao Criacionismo, para explicar de uma maneira científica, como poderiam ter surgido os diferentes seres vivos. E como é hoje, unindo o **Darwinismo** e **teorias de Genética**.”*

SG: *“No Ensino Médio, eu acredito que toda a evolução possa ser trabalhada, desde as primeiras idéias do **Darwin**, ou **antes até do Darwin**, lógico, que a gente fala Darwin que é mais comum, **até o Neodarwinismo** e se o professor tiver acesso e conhecimento das **últimas idéias acerca da evolução**, eu acredito que o professor deva sim ensinar os alunos do Ensino Médio, desde que a classe tenha maturidade intelectual, cognitiva para aprender aquilo, senão eu acho que o professor deve retomar as questões do Ensino Fundamental.”*

Esses professores, ao serem questionados sobre o que deveria estar sendo ensinado aos seus alunos sobre o tema evolução, deram ênfase a algumas teorias sob a perspectiva histórica, fundamentalmente as idéias de Lamarck, Darwin e a Teoria Sintética (ou Neodarwinismo). Além disso, LK também fez menção às idéias do Criacionismo e SG levantou a possibilidade de se abordar as teorias mais recentes da evolução, desde que o professor tenha acesso ao conhecimento e os alunos tenham maturidade intelectual. Em outro momento de sua entrevista, a respeito da relação entre os conhecimentos de Genética e evolução, SG colocou que:

SG: *“Agora, o conteúdo, para mim que eu acho **mais difícil** de trabalhar com os alunos é **o conteúdo de Genética**. Eu acredito que o conteúdo de Genética, não por si, não pela sua dificuldade inerente, mas, principalmente, pelo seu grau de abstração, e os alunos, num 3º colegial, por exemplo, eles têm uma aula por semana. Para a gente trabalhar Genética, que é uma coisa tão abstrata, num 3º ano, em que todo um contexto da escola, eles já estão saindo da escola, eles já viveram tanto tempo numa escola que a maioria deles considera chata e eles já viciaram em matar aula, em enganar a si próprios e ao professor, fazendo trabalhinhos e querendo pontinhos. Eu não sei se foi por uma realidade que eu vivi, por uma experiência que eu tive com 3ºs colegiais, mas realmente, para mim, **a Genética é o conteúdo que eu nunca consegui trabalhar com os alunos**. Nunca consegui trabalhar começo, meio e fim com os alunos. Eu, no máximo, consigo trabalhar, retomar com eles a Citologia do 1º ano. A Citologia do 1º ano, eu procuro trabalhar já a questão do núcleo, do DNA, da síntese protéica, o que vai ser*

elemento para ele entender a Genética depois. Eu não simplesmente fico descrevendo organelas. E no 3º colegial, o que acontece é que eu simplesmente retomo aquilo que eles deveriam ter aprendido no 1º ano. Eu nunca fiquei com uma classe do 1º até o 3º, então eu sempre tive que tentar cobrir umas lacunas que os alunos tinham de passado escolar mesmo. Então, esse é o tema que eu considero mais complicado de trabalhar, pelo contexto da escola hoje. Conseqüentemente, a evolução não pode ser completamente ensinada para os alunos, porque o Neodarwinismo exige conhecimentos de Genética. Então, no máximo a gente consegue dar uma pincelada, mas sem a Genética não dá para ensinar evolução completamente para os alunos.”

Essa fala de SG nos revela que esse professor percebe a importância dos conhecimentos da Genética para que o aluno conheça a Teoria Sintética da Evolução (ou Neodarwinismo). Por outro lado, a respeito de uma possível relação entre os conhecimentos de evolução e genética, AE declarou:

Pesquisador: Você fazia alguma relação de evolução com Genética? Por exemplo, no 3º ano você falou que trabalha Genética.

AE: *“Não, porque a evolução em si era já baseado na, já era nos 1º e 2º anos. Então você chegaria na Genética, você chega na Genética a fundo já, **trabalhando com cálculos**. (...) O polihybridismo, dihibridismo, o monoibridismo, você começa o monoibridismo, daí, dihibridismo, trihibridismo. Então, mais de cálculos, mais probabilidades. Então também não tinha argumentos para eu iniciar.”*

Pesquisador: A questão da evolução?

AE: *“Da evolução. E que eu acho hoje, através do curso, para eu começar Genética **eu não posso começar uma genética sem a evolução**. Não é real? (...) Mas eu aprendi que não é possível você trabalhar Genética no 3º colegial, entrando Genética fria, vamos dizer assim, sem antes você trabalhar evolução. (...) Você tem que 1 semana, 2 semanas de aula trabalhar a evolução, a Origem da Vida, **para você poder deixar suas aulas até mais gostosas**.”*

Ao contrário da concepção expressa por SG em que os conhecimentos de Genética parecem ser a base para a compreensão da Teoria Sintética, para AE parece que os conhecimentos de evolução são necessários para a compreensão da genética. Por sua vez, nos parece que, para AE, o estudo da Genética concentra-se na questão dos “hibridismos”, com ênfase no cálculo de probabilidades. Além disso, a fala de AE não apresenta elementos que explicitem o processo e a época de produção do conhecimento.

A partir dessas breves considerações, podemos sintetizar a discussão desse item nos seguintes pontos:

- (i) Os professores LK, NG e SG fizeram colocações que explicitaram uma visão do *conhecimento e da ciência como processos em constante transformação*. Por sua vez, NL explicitou uma idéia de que *o conhecimento científico sempre avança, melhora*, expressando também uma certa identidade entre conhecimentos científicos e tecnológicos.

- (ii) Em relação aos conhecimentos específicos sobre evolução, apenas os professores LK e SG fizeram *menção aos aspectos históricos das teorias evolutivas* quando questionados sobre o que deveria ser ensinado aos seus alunos do Ensino Médio. Especificamente em relação à Teoria Sintética, SG acrescentou ainda que considera muito difícil ensinar conteúdos de Genética, e que, conseqüentemente, a compreensão desta teoria pelos alunos torna-se incompleta.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do pressuposto de que a Evolução Biológica é um tema-síntese no campo biológico e que as propostas oficiais de ensino para os níveis básicos de educação dão destaque a este tópico ao apresentar os conteúdos disciplinares de Biologia, este trabalho teve como objetivos analisar concepções de professores sobre Evolução e sobre seu ensino para o nível Médio. Tais concepções foram observadas e analisadas em um processo de formação continuada em que os professores discutiram diversos aspectos relacionados à evolução dos seres vivos.

Tomamos como referência de **conceito de evolução biológica** a definição de Futuyma (1992). Três aspectos podem ser destacados na definição deste autor: 1) a idéia fundamental associada à evolução é a transformação; 2) as populações são as unidades evolutivas; 3) a transmissão dessas alterações ocorre via material genético.

Em relação ao primeiro aspecto (ênfase na transformação), apenas três professores associaram evolução exclusivamente com transformação ou mudança, enquanto sete professores evidenciaram idéias que mostraram um vínculo da evolução com progresso ou melhoria. Outras idéias, que podem levar à interpretação da evolução como um processo progressivo, também foram expressas por alguns professores: diretividade (dois professores), finalismo ou propósito (três professores), aumento de complexidade (dois professores), inovação ou modernização (um professor).

Quanto ao segundo aspecto (as populações como unidades evolutivas), apenas quatro professores expressaram compreender que a evolução é um processo que ocorre em nível populacional. Os demais professores manifestaram dúvidas quanto a este aspecto ou declararam que a evolução também pode ocorrer em nível individual.

Quanto ao terceiro aspecto (a transmissão das alterações via material genético), não foi feito um questionamento direto aos professores, seja nas entrevistas ou nos encontros realizados. De qualquer forma, tomando como referência os dois primeiros aspectos, apenas três professores expressaram uma concepção de evolução como um processo que ocorre em nível populacional, associado exclusivamente à transformação e desvinculado da idéia de progresso.

Em relação à concepção da **inserção do ser humano no processo evolutivo**, algumas tendências foram observadas. Se por um lado um professor evidenciou buscar causas biológicas para as manifestações culturais humanas, outro professor levantou para o grupo a possibilidade da capacidade cultural estar associada a um componente espiritual, como a alma. Além disso, associado à própria concepção de evolução, dois professores expressaram que o ser humano é o ser mais perfeito, o ápice do processo evolutivo. Por outro lado, um professor, durante uma das discussões realizadas nos encontros, chegou à conclusão de que o ser humano não é perfeito, no sentido biológico, necessitando de muitos equipamentos para sua sobrevivência.

Em relação às **teorias evolutivas**, pudemos realizar a observação de concepções associadas às idéias de Lamarck e à Teoria Sintética. Quanto à teoria de Lamarck, apenas um professor manifestou a idéia de que há direcionamento ou propósito no processo evolutivo de acordo com a visão lamarckista; um professor, em uma situação fora de contexto da discussão do lamarckismo, lançou mão da herança dos caracteres adquiridos para explicar a transmissão das características hereditárias de uma geração para outra. Quanto à Teoria Sintética, cinco professores manifestaram dificuldades em compreender que o processo evolutivo, segundo esta teoria, ocorre em nível populacional e não individual.

Tomando como referência o conceito de Magistérios Não-Interferentes – MNI (GOULD, 2002), fizemos algumas análises relacionadas às **concepções científicas e sua relação com aspectos religiosos**. Pudemos perceber duas visões que potencialmente podem favorecer a tese dos MNI: a particularidade na construção de significados, valores humanos e na concepção de Deus (cinco professores) e a compreensão de que a religião é uma necessidade humana (um professor). Relacionado diretamente ao princípio dos MNI, cinco professores fizeram colocações que pareceram expressar respeito a esse princípio, enquanto três professores manifestaram formas de abordar o tema evolução em sala de aula que pareceram violar tal princípio. Por sua vez, dois professores mostraram, por um lado, elementos que respeitam esse princípio e, por outro, elementos que o violam. Dois professores evidenciaram uma necessidade de se obter respostas certas e definitivas para as questões de evolução e religião, enquanto que três professores mostraram-se mais abertos a diferentes pontos de vista sobre a questão, afirmando que esta é uma questão que deve ser buscada permanentemente.

A partir do exposto, portanto, percebemos a existência, para a maioria do grupo, de dificuldades em relação aos aspectos conceituais da evolução. Tanto em relação ao conceito biológico de evolução, quanto em relação à visão do ser humano no processo evolutivo ou em relação às teorias evolutivas, percebemos dificuldades ou deficiências dos professores. No que diz respeito à relação da evolução com questões religiosas, alguns professores manifestaram dificuldades em lidar pessoalmente com essa questão, o que parece refletir em sala de aula quando abordam o tema, violando, algumas vezes, o princípio dos MNI.

A forma de **abordar o conteúdo em sala de aula** foi analisado, primeiramente, a partir da observação dos planos de ensino seguidos por aqueles professores, comparando-se, então, com suas próprias declarações de como têm abordado o tema em sala de aula com seus alunos.

Dos oito professores que estavam ministrando aulas de Ciências para o Ensino Fundamental no período de realização do curso, cinco deles declararam seguir o plano de ensino proveniente da Diretoria Regional de Ensino local (DRE-local). Mesmo assim, quando questionados sobre quais conteúdos abordavam com seus alunos sobre evolução, fizeram referência ao lamarckismo, darwinismo e seleção natural, não mencionando outros conteúdos presentes naquele plano de ensino, tais como o estudo dos fósseis, história evolutiva da vida e importância do tempo geológico.

Por outro lado, três professores (os mesmos que expressaram a idéia de evolução associada a transformação, que as populações são as unidades evolutivas e que mostraram-se abertos a diferentes pontos de vista sobre as relações entre evolução e religião), manifestaram outras possibilidades de se trabalhar o tema para o Ensino Fundamental: o primeiro professor colocou a importância de se trabalhar o conceito de transformação, o segundo professor a necessidade de se estabelecer com força o conceito de diversidade e o terceiro professor relatou sobre a possibilidade de se chegar ao conceito de evolução a partir da curiosidade dos alunos pelos fósseis.

Em relação à disciplina de Biologia para o Ensino Médio, oito professores estavam ministrando aulas na época de realização do curso. Destes, cinco declararam que procuravam seguir o plano de ensino da DRE-local. Em relação a isso, um desses professores declarou que muitas vezes esse tema não é abordado por falta de tempo, já que constava como último capítulo do rol de conteúdos a

serem trabalhados no 2º ano. Dois professores estavam trabalhando com a disciplina Biologia em escolas particulares, com material didático apostilado, expressando que havia pouco espaço e tempo para a discussão desse tema nesse tipo de material.

Tomamos como referência de análise sobre o ensino de Biologia no nível Médio três princípios fundamentais. O primeiro deles diz respeito à **abordagem dos conteúdos biológicos tendo a evolução como princípio norteador**. Em relação a isso, quatro professores consideraram possível ou necessário realizar tal abordagem, enquanto que três professores manifestaram dificuldades, confusão ou desconhecimento em relação a isso.

A concepção evolutiva de todo o conhecimento biológico pressupõe uma **abordagem histórica da vida**, a partir da compreensão de que os atuais seres vivos que habitam o planeta são resultantes de um processo evolutivo de milhões e milhões de anos. Este é o segundo princípio que tomamos como referência para o ensino de Biologia. Três professores manifestaram que procuram abordar a história da vida com seus alunos em sala de aula. Relacionado a isso, quatro professores mencionaram a necessidade de se compreender o tempo geológico como base conceitual para o entendimento da evolução e dois professores fizeram menção ao estudo dos fósseis. A abordagem histórica da vida também pressupõe a compreensão da relação de parentesco entre os diversos grupos de seres vivos, o que foi manifestado por apenas um professor em suas declarações.

O terceiro princípio que consideramos fundamental para o ensino de Biologia é a necessidade de se adotar uma **perspectiva histórica na construção dos conhecimentos**. Nesse sentido, apenas três professores fizeram colocações que evidenciaram uma visão do conhecimento e da ciência como processos em constante transformação e mudança. Em relação aos conhecimentos específicos sobre evolução, apenas dois professores fizeram menção aos aspectos históricos das teorias evolutivas quando questionados sobre o que deveria ser ensinado aos seus alunos do Ensino Médio.

Percebe-se, portanto, em relação à prática pedagógica desses professores, que o tema evolução aparece, para grande parte deles, como mais um conteúdo constante do plano de ensino. Os conteúdos trabalhados pela maioria dos professores enfocam, sobretudo, as idéias de Lamarck, Darwin e o conceito de seleção natural. As teorias mais recentes, tais como a Teoria Sintética, Neutralismo

e Pontualismo, foram citadas em poucas situações ou não foram mencionadas pelos professores. Também houve pouca ênfase à história dos seres vivos, fósseis e tempo geológico, não favorecendo, desta forma, uma abordagem histórica da vida. A possibilidade de se adotar a evolução como princípio unificador dos conteúdos foi considerada importante por quatro professores, enquanto que apenas três professores fizeram declarações que valorizaram a perspectiva histórica na construção dos conhecimentos.

Em decorrência do exposto, tanto em relação aos conceitos evolutivos quanto em relação ao ensino do tema, podemos fazer breves considerações quanto às **implicações para o ensino de Biologia**.

Considerando que a Evolução articula e dá sentido aos diversos conhecimentos do campo biológico, a não-compreensão de determinados aspectos desse conceito pode levar à construção de uma ciência Biologia como um aglomerado de fatos, fenômenos e estruturas orgânicas sem uma relação direta entre si. Além disso, como alguns professores indicaram dúvidas, confusão ou desconhecimento em se adotar a evolução como princípio norteador dos conteúdos, o ensino de Biologia pode tender a um exercício de memorização de fatos e informações, o que nos remete ao ensino de Biologia praticado no Brasil até a década de 50 do século XX. Neste período, o objeto de estudo desta ciência era o organismo como um todo, subdividida em Botânica, Zoologia e Biologia Geral, esta última abrangendo os conhecimentos básicos de Citologia e de Genética.

A abordagem histórica dos seres vivos no planeta poderia levar a uma visão da vida como um processo contínuo de transformação, de extinções e criações. Deixando de ser enfocada, desvincula a vida do dinamismo das transformações que ocorrem nas dimensões do tempo e do espaço; as diversas manifestações de vida perdem seu sentido no fluxo ininterrupto de interações entre os seres ao longo do tempo geológico.

Ao se desconsiderar também a perspectiva histórica na construção dos conhecimentos, cria-se uma imagem de ciência desvinculada de contextos políticos e sociais que interferem e influem diretamente na construção desses conhecimentos. Também pode levar à visão distorcida de que a ciência está sempre em expansão, em melhoria, dando a idéia de que os cientistas do passado estavam “errados” e que atualmente temos a visão “correta” do conhecimento, conforme observado por

Bizzo (1992). Além disso, desvincula toda a produção científica dos juízos de valores e dos significados sociais e culturais próprios de cada época.

Ao fazer referência à dificuldade de se lidar com as questões religiosas, os professores pareceram evitar a abordagem do tema evolução em sala de aula para não entrar em conflito com seus alunos. A compreensão de que ciência e religião pertencem a diferentes magistérios, com áreas de investigação distintas, com suas próprias regras e questões admissíveis, pode levar os professores a lidar com isto de maneira mais aberta e destemida: aberta em relação às diferentes possibilidades de interpretação sobre a vida e sobre Deus, por exemplo, dada a diversidade de significados e valores que os seres humanos tendem a construir sobre o mesmo tema; destemida em relação à ciência, já que cabe a ela explicar a natureza factual dos fenômenos, não interferindo na construção de valores e significados humanos. Alguns exemplos de interferências entre os magistérios, podendo gerar confusões e mal-entendidos entre as pessoas, seriam: a interpretação de que o ser humano é o ápice do processo evolutivo (atribui-se, neste caso, um juízo de valor à espécie humana); o entendimento de que a evolução é um processo direcionado por uma força divina (o processo evolutivo é investigado pelo magistério da ciência; aventar, a partir disso, que o processo evolutivo é direcionado por uma força divina, já passa ao magistério da religião, pois associa-se aos juízos de valores e significados humanos).

Desta forma, entendemos ser fundamental que os professores desenvolvam a percepção das diferenças entre as discussões que podem se estabelecer nesses magistérios, evitando os diálogos “entre surdos”, quando uma pessoa argumenta no interior do magistério da ciência e outra procura contra-argumentar a partir do magistério da religião, ou vice-versa. O surgimento de uma discussão como esta em sala de aula pode levar ou a um enriquecimento geral do grupo de alunos, ou ao estabelecimento de confusões quanto às áreas de investigação da ciência e da religião, dependendo da forma como o professor aborde a questão e conduza a discussão. O que percebemos é que muitos dos professores apresentaram dificuldades em lidar com possíveis situações conflituosas que pudessem emergir em sala de aula. Entendemos que uma das causas desta situação pode ser a falta de clareza desses professores quanto aos limites de cada magistério, levando a uma idéia de que existe um conflito entre as explicações científicas e religiosas para a evolução da vida. Como conseqüência dessa falsa

imagem de conflito e dicotomia entre os magistérios, os alunos, muitas vezes, podem se sentir forçados a optar por uma ou outra explicação. Por outro lado, ao se adotar o princípio dos MNI, os conhecimentos dos magistérios da ciência e da religião podem se complementar para formar uma visão de mundo mais plena e integrada.

Este panorama nos leva a refletir sobre quais seriam **as necessidades formativas mais emergentes desses professores**. Em primeiro lugar, entendemos ser fundamental, em consonância com Carvalho & Gil Pérez (1993), que os professores conheçam a matéria a ser ensinada. Isto implica, segundo estes autores, em conhecer: 1. os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos; 2. as orientações metodológicas da atividade científica, ou seja, a forma como os cientistas abordam os problemas, validam e aceitam as teorias científicas; 3. as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, o papel social das Ciências e a necessidade de tomada de decisões; 4. os desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas para transmitir uma visão dinâmica da Ciência. Além disso, também é importante que o professor saiba selecionar conteúdos adequados e acessíveis aos alunos que proporcionem uma visão correta da Ciência. Conforme acrescentam os autores, a aquisição desse conhecimento profundo da matéria não é possível de ocorrer no período de formação inicial, o que implica, portanto, que os professores estejam preparados para aprofundar e adquirir novos conhecimentos permanentemente.

Este aprofundamento dos conhecimentos deve ocorrer na vida profissional dos professores, em um contínuo diálogo com a prática pedagógica. Este é o segundo aspecto que consideramos fundamental como necessidade formativa dos professores de Ciências: a prática docente como ponto de partida para a reflexão, para a elaboração de propostas de ação didática e para o direcionamento dos trabalhos de formação continuada (CARVALHO & GIL PÉREZ, 1993; MARCELO GARCÍA, 1995; PÉREZ GÓMEZ, 1995; SCHÖN, 1995). O processo de formação dos professores, incorporando a isso o caráter coletivo na reflexão e na elaboração das propostas didáticas, pode favorecer um trabalho crítico e criativo.

Além disso, as dificuldades de alguns professores em lidar com as idéias científicas e religiosas nos levaram a considerar também a necessidade de se refletir sobre a questão dos valores e significados atribuídos pelos seres humanos. Nesse sentido, uma melhor compreensão da Ciência e de como os cientistas constroem os

conhecimentos científicos poderia contribuir para um melhor entendimento da importância da Ciência, seu poder explicativo e seus limites. Associado a isso, as discussões sobre os valores e significados poderiam complementar este quadro, mostrando os relativismos e as diferentes visões de mundo decorrentes da história de vida e das influências culturais de cada pessoa.

A partir do trabalho desenvolvido, vislumbramos **perspectivas de continuidade e desdobramento** desta pesquisa. Primeiramente, realizar uma análise do processo de formação desenvolvido, podendo-se focar, por exemplo, os modelos de formação docente, a reflexão da prática pedagógica e as interações entre os professores. Tomando como referência os modelos definidos por García & Porlán (2000), entendemos que o processo de formação desenvolvido, por seu enfoque conceitual, enquadrou-se mais nos modelos baseados na primazia do saber acadêmico. Para tais modelos, o saber mais relevante para o ensino de ciências é o saber disciplinar, ignorando ou menosprezando outros saberes, especialmente os saberes do professor. O trabalho transcorreu, na grande maioria do tempo, como um espaço de troca de idéias e experiências entre os participantes do grupo. Ainda assim, muitos professores continuaram com problemas tanto nos aspectos conceituais quanto em relação ao ensino de evolução nas disciplinas de Ciências e Biologia, o que nos faz refletir sobre a real contribuição dos encontros para esses professores.

Como conseqüência, entendemos também ser interessante aprofundar nossa compreensão dos modelos de formação continuada centrados na reflexão da prática docente e na produção coletiva, no intuito de elaborar projetos coerentes com esses princípios.

Por fim, também pudemos verificar a grande importância atribuída pelo grupo de professores às discussões onde emergiram significados e valores individuais. Nesse sentido, uma outra perspectiva é a de aprofundar nossa compreensão a respeito da relação entre conhecimento científico (no caso, a evolução) e religioso, buscando levar a discussão da dimensão ética, de valores e significados para os professores, tornando-os mais seguros para lidar com situações conflituosas que possam emergir em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cad. Pesq.*, São Paulo, n.77, p. 53-61, 1991.
- ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. Campinas, SP: Papyrus, 1995. (Prática pedagógica).
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 9-25. (Educação para a ciência).
- BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S. Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. In: MOREIRA, M. A.; GRECA, J. M.; COSTA, S. C. (Orgs.). ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3, 2001, Atibaia. *Atas...* Porto Alegre: [s.n.], 2001. 1CD.
- BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S.; CALDEIRA, A. M. A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: re-visitando os debates sobre Construtivismo. In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. (Orgs.). *Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores*. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004. p. 9-55. (Educação para a ciência).
- BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, v.2, n.5, p. 415-27, 1990.
- BIZZO, N. M. V. A Biologia numa perspectiva histórica: o darwinismo em questão. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ensino de Biologia: dos fundamentos à prática*. v.1. São Paulo: SE/CENP, 1988. p. 27-33.
- BIZZO N. M. V. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. 1991. 312+155f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BIZZO, N. M. V. From Down House Landlord to Brazilian High School Students: What Has Happened to Evolutionary Knowledge on the Way? *Journal of Research in Science Teaching*, v.31, n.5, p. 537-56, 1994.
- BIZZO, N. M. V. História da Ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? *Em Aberto*, Brasília, n.55, p. 29-35, 1992.

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

BONALUME NETO, R. Antifundamentalistas: retirada da evolução de provas escolares no Kansas reacende debate sobre ciência e religião. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 22 ago. 1999. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe22089901.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2005.

BRASIL. Lei n.o 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Brasil, [1997], 40p.

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

BUNCOMBE, A. Escola dos EUA adota manual criacionista. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 22 dez. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe2212200401.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2005.

CARNEIRO, A. P. N.; ROSA, V. L. “Três aspectos da evolução” – concepções sobre Evolução Biológica em textos produzidos por professores a partir de um artigo de Stephen Jay Gould. In: MOREIRA, M. A. (Org.). ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. *Atas...* [Porto Alegre: s.n.], 2004. 1CD.

CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. *Em Aberto*, n.55, p. 9-16, 1992.

CARVALHO, A. M. P. et al. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em ensino de Ciências. *Cad. Pesq.*, São Paulo, n.82, p. 85-9, 1992.

CARVALHO, A. M. P.; GIL PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências*. Tradução S. Venezuela. São Paulo: Cortez, 1993. 120p. (Questões da Nossa Época, v.26).

CHAUTARD-FREIRE-MAIA, E. A. Aspectos polêmicos da teoria sintética da evolução. *Ciência e Cultura*, v.42, n.5/6, p. 360-8, 1990.

CHAVES, S. N. *Evolução de idéias e idéias de evolução: a Evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário*. 1993. 117f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CICILLINI, G. A. *A Evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau: análise da concepção de Evolução nos livros didáticos*. 1991. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CICILLINI, G. A. *A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do Ensino Médio: a Teoria da Evolução como exemplo*. 1997a. 283f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CICILLINI, G. A. Concepções de Evolução de professores em escolas públicas do Ensino Médio. In: IV ESCOLA DE VERÃO, 4, 1998, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 1999. p. 127-31.

CICILLINI, G. A. Formas de interação e características da fala do professor na produção do conhecimento biológico em aulas de Biologia do Ensino Médio. In: MOREIRA, M. A.; ZYLBERSZTAJN, A.; DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. (Orgs.). ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia. *Atas...* Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997b. p. 256-63.

CRUZ, E. R. Criacionismo, lá e aqui. *Com Ciência*, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/16.shtml>>. Acesso em 09 nov. 2004.

CRUZADA contra o fundamentalismo. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 02 abr. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0204200001.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2004.

DANIEL, E. A. *Concepções de futuros professores da escola básica sobre Evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente*. 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

DANIEL, E. A.; BASTOS, F. Concepções de futuros professores da escola básica sobre Evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente. In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. (Orgs.). *Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores*. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004. p. 95-110. (Educação para a ciência).

DEADMAN, J. A.; KELLY, P. J. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, v.12, n.1, p. 7-15, 1978.

DINIZ, R. E. S. Concepções e práticas pedagógicas do professor de ciências. In: NARDI, R. (org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 27-32. (Educação para a ciência).

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: teoria da mudança conceitual e construtivismo contextual. In: MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. (Orgs.). ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. *Atas...* [S.l.: s.n.], 1999. 1CD.

ENSINO: evolução volta a ser obrigatória no Kansas. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 16 fev. 2001. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1602200104.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2004.

FREIRE-MAIA, N. Criação e evolução. *Ciência e Cultura*, v.37, n.12, p. 2027-35, 1985.

FREIRE-MAIA, N. Do darwinismo de Darwin ao darwinismo moderno. *Ciência e Cultura*, v.34, n.2, p. 147-50, 1982.

FREIRE-MAIA, N. *Teoria da Evolução: de Darwin à Teoria Sintética*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1988. 415p. (O homem e a ciência, v.2).

FURIÓ MAS, C. J.; GIL PÉREZ, D. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.7, n.3, p. 257-65, 1989.

FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. 2 ed. Tradução M. Vivo. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992. 631p.

GARCÍA, J. E.; PORLÁN, R. Ensino de Ciências e prática docente: uma teoria do conhecimento profissional. *Caderno Pedagógico*, v.3, p. 7-42, 2000.

GAZIR, A. Escolas do Rio vão ensinar criacionismo. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 13 mai. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1305200401.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2004.

GIL PÉREZ, D. Orientações didáticas para a formação continuada de professores de Ciências. In: MENEZES, L. C. (Org.). *Formação continuada de professores de Ciências no âmbito ibero-americano*. Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996. p. 71-81. (Formação de Professores).

GIL PÉREZ, D. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?: intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.9, n.1, p. 69-77, 1991.

GIL PÉREZ, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.17, n.2, p. 311-20, 1999a.

GIL PÉREZ, D. et al. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.17, n.3, p. 503-12, 1999b.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 67-80.

GOULD, S. J. *A galinha e seus dentes e outras reflexões sobre história natural*. Tradução David Dana. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GOULD, S. J. *Pilares do Tempo: ciência e religião na plenitude da vida*. Tradução F. Rangel. Rio de Janeiro: Rocco, 2002. 185p. (Idéias Contemporâneas).

GOULD, S. J. *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. Tradução Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

GOULD, S. J. *Vida Maravilhosa: o acaso na evolução e a natureza da história*. Tradução Paulo César de Oliveira. São Paulo: Companhia das Letras, 1990. 391p.

IANNUZZI, R.; SOARES, M. B. Teorias Evolutivas. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). *Paleontologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000, cap. 5, p. 61-81.

JACOB, F. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. 2 ed. Tradução Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983. (Biblioteca de Filosofia e História das Ciências, v.n.13).

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.9, n.3, p. 248-56, 1991.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. Teaching Evolution and Natural Selection: A Look at Textbooks and Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v.31, n.5, p. 519-35, 1994.

KIMURA, M. Evolutionary Rate at the Molecular Level. *Nature*, v.217, p. 624-6, 1968.

KIMURA, M. The Neutral Theory of Molecular Evolution. *Scientific American*, v.241, n.5, p. 94-104, 1979.

KRASILCHIK, M. Formação de professores e ensino de Ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (Org.). *Formação continuada de professores de Ciências no âmbito ibero-americano*. Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996. p. 135-40. (Formação de Professores).

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 2. ed. São Paulo: HARBRA, 1986. 195p.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 197p.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 6 ed. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2001.

LABURÚ, C. E. Construção de conhecimentos: tendências para o ensino de Ciências. *Em Aberto*, n.55, p. 23-8, 1992.

LIMA, C. P. *Evolução biológica: controvérsias*. São Paulo: Ática, 1988. 92p. (Princípios).

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos de educação e ensino).

MARCELO GARCÍA, C. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. 2 ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 51-76.

MAYR, E. Evolution. *Scientific American*, v.239, n.3, p. 38-47, 1978.

MENDONÇA, C. Criacionismo. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 22 mai. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz2205200411.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2004.

MINAYO, M. C. S. *O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde*. 4. ed. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC – ABRASCO, 1996. 256p.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? *Investigações em ensino de Ciências*, v.1, n.1, p. 20-39, 1996.

NELSON, L. Criacionistas fazem barulho na academia. *Folha Online*, 13 set. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u12406.shtml>>. Acesso em: 19 jan. 2005.

NOGUEIRA, P. A Ciência da Criação. *Galileu*, Rio de Janeiro, p. 18-25, jun. 2003.

PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor – a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. 2 ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 93-114.

PIERUCCI, A. F. Criacionismo é fundamentalismo. O que é fundamentalismo? *Com Ciência*, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/12.shtml>>. Acesso em 09 nov. 2004.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a Scientific Conception: toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, v.66, p. 211-27, 1982.

RAZERA, J. C. C. *Ética em assuntos controvertidos no ensino de ciências: atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo*. 2000. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Ética no ensino de Ciências: atitudes e desenvolvimento moral nas controvérsias. In: NARDI, R. (Org.). *Educação em ciências: da pesquisa à prática docente*. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 41-56. (Educação para a ciência, v.3).

SANTOS, M. E. V. M. *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, S. *Evolução Biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume: Fapesp: Pró-Reitoria de Pesquisa, 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de Biologia: 2º grau*. 2. ed. São Paulo: SE/CENP, 1988. 50p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de Biologia: 2º grau*. 3. ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. 64p.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. 2 ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 77-91.

SEPÚLVEDA, C. *Movimento Criacionista: um risco à formação científica e cultural dos alunos da rede pública carioca*. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/>>. Acesso em: 09 nov. 2004.

SETTLAGE, J. Jr. Conceptions of Natural Selection: A Snapshot of the Sense-Making Process. *Journal of Research in Science Teaching*, v.31, n.5, p. 449-57, 1994.

SILVA NETO, C. P. *Criacionismo no Rio de Janeiro: a análise da ABPC*. Disponível em: <<http://abpc.impacto.org/rio.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2004.

STEBBINS, G. L.; AYALA, F. J. The Evolution of Darwinism. *Scientific American*, v.253, p. 54-64, 1985.

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

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VÁZQUEZ ALONSO, A. El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.12, n.1, p. 3-14, 1994.

WATCHTOWER BIBLE AND TRACT SOCIETY. *A vida – Qual a sua origem?: A evolução ou a criação?* Cesário Lange: Sociedade Torre de Vigia de Bíblias e Tratados, 1985. 255p.

APÊNDICE A

Plano do Curso encaminhado à Pró-Reitoria de Extensão Universitária e Assuntos Comunitários – PROEX / Unesp

1. **Câmpus:** Botucatu
2. **Unidade proponente:** Instituto de Biociências
3. **Departamento:** Educação - UNESP
4. **Outras unidades:** Faculdade de Ciências – UNESP – Câmpus de Bauru (Programa de Pós-Graduação em 'Educação para a Ciência' – Área de Concentração: Ensino de Ciências)
5. **Título do curso:** A Evolução Biológica como eixo para o ensino de Biologia: subsídios para a prática pedagógica do professor de Ensino Médio
6. **Grande área:** Ciências Humanas
7. **Área temática:** Educação
8. **Linha programática:** Educação continuada
9. **Coordenador e titulação:** Prof. Dr. Renato Eugênio da Silva Diniz (Doutor)
fone: (14) 6802-6232 e-mail: rdiniz@ibb.unesp.br
10. **Número de vagas e percentual de isentos:** 15 vagas, 100% isentos
11. **Local de inscrição:** Departamento de Educação – Instituto de Biociências – UNESP (Câmpus de Botucatu)
12. **Período de inscrição:** 10/03/2003 a 04/04/2003
13. **Taxa de inscrição e mensalidades:** não há
14. **Local de realização:** Departamento de Educação – Instituto de Biociências – UNESP (Câmpus de Botucatu)
15. **Período de realização:** 12/04/2003 a 07/06/2003
16. **Carga horária total:** 40 horas
17. **Objetivo(s) do curso:**
 - **OBJETIVO GERAL:** contribuir para que os professores possam planejar e desenvolver práticas pedagógicas que incorporem a evolução biológica como eixo norteador dos conteúdos.
 - **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** fornecer subsídios para que os professores compreendam de forma consistente o tema Evolução Biológica; fornecer subsídios para que os professores criem propostas de ação didática, a partir dos materiais didáticos disponíveis e da discussão dos problemas cotidianos por eles vivenciados.
18. **Justificativa:** Com o intuito de melhor lidar com a complexidade das situações que enfrentam no ambiente escolar, os professores devem procurar desenvolver a criatividade e a autonomia em suas ações didáticas cotidianas. Nesse sentido, os professores devem aprender a lidar com todos os materiais didáticos que estiverem à sua disposição, procurando analisar, adequar, selecionar e criar atividades para uma prática pedagógica consistente. Um tema de especial importância para os professores de Biologia no Ensino Médio é a 'Evolução', considerada a linha unificadora dos

conteúdos biológicos; também é de fundamental importância na elaboração do currículo, tendo destaque nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs-EM), onde sugere-se que os conteúdos biológicos sejam tratados sob a perspectiva do eixo ecológico-evolutivo, com ênfase na história geológica da vida.

19. Conteúdo programático:

1. A temática 'Evolução Biológica' (8 horas)
 - Aspectos conceituais: evolução, evidências, mecanismos (variabilidade, seleção, adaptação), aspectos históricos
 - A 'Evolução Biológica' como linha unificadora dos conteúdos biológicos
 - A temática 'Evolução Biológica' nos documentos oficiais para o ensino de Biologia (Proposta Curricular para o Ensino de Biologia – SE/CENP-SP, 1992; Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio - MEC, 1999)
2. Material Didático (8 horas)
 - Conceito de material didático
 - Tipos de materiais didáticos
3. Materiais didáticos sobre o tema 'Evolução Biológica' (16 horas)
 - Levantamento e análise de materiais didáticos diversos
 - Seleção, adequação e criação de atividades didáticas
 - Utilização das atividades didáticas pelos professores em suas aulas
4. Avaliação dos resultados da utilização das atividades, a partir de uma perspectiva da reflexão coletiva (8 horas)

20. Beneficiários/clientela (perfil): professores de Biologia (Ensino Médio) de Escolas Públicas vinculadas à Diretoria de Ensino – Região de Botucatu (SP)

21. Condição para inscrição: estar em atividade como professor de Biologia para o Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Ensino

22. Executores: Fábio Licatti (mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – área de concentração: Ensino de Ciências – Faculdade de Ciências, UNESP, Câmpus de Bauru)

23. Previsão de custos: não há

24. Recursos obtidos: não há

25. Resultados previstos: desenvolvimento de ações didáticas em sala de aula do Ensino Médio, pelos professores participantes, onde os conteúdos biológicos sejam tratados sob a perspectiva da Evolução Biológica como linha unificadora.

APÊNDICE B

Questionários utilizados no 1º Encontro (05/07/2003)

QUESTIONÁRIO 1 – Questões iniciais para apresentação do grupo

QUESTIONÁRIO 2 – Questões para caracterização geral do grupo e levantamento das concepções iniciais dos professores sobre Evolução Biológica

QUESTIONÁRIO 1 - Questões Iniciais para apresentação do grupo

I – Nome: _____

II – Escola(s) onde atua: _____

III – Como você vê a(s) sua(s) escola(s)?

IV – O que você espera deste curso?

QUESTIONÁRIO 2 - Questões para caracterização geral do grupo e levantamento das concepções iniciais dos professores sobre Evolução Biológica

I – Dados Gerais

Idade: _____

Sexo: () M () F

Formação superior

1) Graduação

a- Curso: _____ () Em curso () Concluído no ano de _____

b- Modalidade: () Licenciatura curta () Licenciatura curta com plenificação
() Licenciatura plena () Bacharelado

c- Instituição: () Pública () Privada

Nome da instituição: _____

2) Pós-graduação

a- Nível: () Especialização () Aperfeiçoamento () Mestrado profissionalizante
() Mestrado () Doutorado () Outro _____

b- Área: _____

c- () Em curso () Concluído no ano de _____

d- Instituição: () Pública () Privada

Nome da instituição: _____

Situação Funcional: () Efetivo () CLT () Estável () Ocupante de Função-Atividade (OFA)

Atuação: (Você pode assinalar mais de uma opção)

() escola pública estadual () escola pública municipal () escola particular

Tempo de magistério: _____ anos

Disciplina(s) que ministra ou já ministrou aulas: (Você pode assinalar mais de uma opção)

() Ciências () Biologia () Química () Física () Matemática () Outras: _____

Período (s) em que ministra aulas atualmente, na escola pública estadual: (Você pode assinalar mais de uma opção) () manhã () tarde () noite

II – Coloque os temas/conteúdos abaixo relacionados em ordem de importância no ensino de Biologia, numerando-os de 1 a 9, sendo 1 o tema/conteúdo que você considera mais importante e 9 o tema/conteúdo que você considera menos importante.

() Botânica

() Embriologia

() Histologia

() Citologia

() Evolução

() Origem da Vida

() Ecologia

() Genética

() Zoologia

Questões Específicas

I – Você trabalha o tema/conteúdo ‘Evolução’ em suas aulas? Sim Não

Se a resposta for afirmativa, responda:

Em que série(s)? (Você pode assinalar mais de uma opção)

1º ano EM 2º ano EM 3º ano EM

Em que época do ano letivo? Início Meados Final

Que recurso(s) utiliza? (Você pode assinalar mais de uma opção)

Giz/lousa Transparências Textos avulsos Fonte: _____
 Slides Computador _____
 Pôsters Vídeos Outros: _____

Na sua opinião, quais são as principais dificuldades que um professor pode sentir no desenvolvimento de aulas sobre ‘Evolução Biológica’?

II – Em relação às afirmativas que se seguem, assinale V (verdadeiro) ou F (falso). Coloque um asterisco (*) ao lado das afirmativas que você tenha dúvidas ou não se lembra muito bem.

- Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.
- A idéia fundamental associada à Evolução dos seres vivos é a transformação, diferentemente da concepção fixista, segundo a qual todas as espécies foram criadas e permanecem inalteradas até os dias atuais.
- De acordo com Lamarck, o pescoço da girafa tornou-se comprido devido à sua necessidade de alcançar o alimento nas copas das árvores; isso gerou um maior uso e desenvolvimento dessa região do organismo, o que foi sendo transmitido de uma geração a outra.
- Para Darwin, as variações nas populações de organismos surgem devido à mutação e recombinação gênica; as variantes que conseguem maior sucesso na busca por alimentos, reproduzem-se mais e produzem maior número de descendentes.
- A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as idéias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética.
- Segundo o Neodarwinismo, a unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar na evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie.
- Para se comprovar que a evolução ocorreu e ainda ocorre, recorre-se a algumas evidências, tais como o registro dos fósseis e as homologias anatômicas, fisiológicas e embriológicas.

APÊNDICE C
Roteiro utilizado na entrevista com os
professores após o período dos encontros

ROTEIRO PARA ENTREVISTA JUNTO AOS PROFESSORES PARTICIPANTES

QUESTÃO INICIAL:		
<p>De uma maneira geral, como você avalia esses encontros que realizamos? Gostaria que você fizesse uma avaliação geral sobre o processo que você vivenciou nesses 5 encontros de professores.</p>		
BLOCOS DE QUESTÕES	PERGUNTA(S)-GERADORA(S)	ITENS PARA APROFUNDAMENTO
1) Aspectos conceituais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Você acha importante ensinar evolução? Por quê? ▪ Você acha que este conteúdo deve aparecer desde o Ensino Fundamental ou somente a partir do Ensino Médio? ▪ O que abordar com os alunos? Justifique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceito de evolução (transformação X progresso) ▪ Lamarckismo e Darwinismo ▪ Teoria Sintética e genética ▪ Evolução como linha unificadora dos conteúdos
2) Evolucionismo e criacionismo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Depois dos encontros com o grupo de professores, você acha que é possível conciliar as idéias evolucionistas com suas crenças religiosas? Justifique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como abordar essa questão com os alunos em sala de aula
3) Contribuição dos encontros para a prática pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Você percebeu alguma contribuição dos encontros para sua prática pedagógica? Qual/quais? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuição das discussões/debates ▪ Importância das atividades e materiais didáticos apresentados e discutidos
4) Importância do trabalho em grupo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qual/quais o(s) aspecto(s) positivo(s) da realização de trabalhos coletivos como esse? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importância das dinâmicas para o trabalho em grupo

APÊNDICE D

Quadro contendo informações gerais do grupo de professores

INFORMAÇÕES RELATIVAS À IDADE, SEXO, FORMAÇÃO ACADÊMICA E ATUAÇÃO PROFISSIONAL DOS PARTICIPANTES (APENAS NOVE PROFESSORES RESPONDERAM ÀS QUESTÕES)

PROFESSOR	IDADE (anos)	SEXO ¹	FORMAÇÃO ²		ATUAÇÃO PROFISSIONAL ³	SITUAÇÃO FUNCIONAL ⁴	PERÍODO ⁵	TEMPO DE MAGISTÉRIO (anos)	DISCIPLINA(S) ⁶
			Graduação	Pós-graduação					
AE	41	F	C (LC) IPr		- EE, EP	Estável	T, N	20	C, B, Q, F, M
IA	27	F	C (LC) IPr		- EE, EM	OFA	N	6	C, B, Q, F, M
LK	23	M	CB (LP, B) IPu		- EP		4	C, B, Q, F
LM	24	F	CB (LP, B) IPr		- EE	OFA	M, N	2	C, B, M
NG	28	M	CB (MM) IPu		- EE, EP	OFA	N	6	C, B, Q, F, M, G, TS
NL	48	F	C (LC) IPr	E (Pedagogia) IPr	EE	Efetivo	M, T	25	C, B, M
RA	47	F	CB (...)		- EE	Efetivo	M, N	21	C, B
RB	55	F	C (LC)	E (...) IPr	EE	Efetivo	M, N	30	C, B
SG	29	F	CB (LP, B) IPu	M (Zoologia) IPu	EE, EP	OFA	N	7	C, B, Q, F, G, EA

NOTAS: Sinais convencionais utilizados:

- Dado igual a zero.
- .. Não se aplica.
- ... Dado não disponível.

(1) M: masculino, F: feminino.

(2) C: Ciências habilitação em Biologia, CB: Ciências Biológicas, LC: Licenciatura Curta, LP: Licenciatura Plena, B: Bacharelado, MM: Bacharelado em Modalidade Médica, E: Especialização, M: Mestrado, IPu: Instituição Pública, IPr: Instituição Privada.

(3) Tipo de escola que o professor estava atuando durante o período da realização do curso. EE: Escola Pública Estadual, EM: Escola Pública Municipal, EP: Escola Particular.

(4) Para os que trabalham em Escolas Públicas Estaduais. OFA: Ocupante de Função-Atividade.

(5) Para os que trabalham em Escolas Públicas Estaduais. M: manhã, T: tarde, N: noite.

(6) Disciplina que o professor ministra ou já ministrou aulas. B: Biologia, C: Ciências, Q: Química, F: Física, M: Matemática, G: Geografia, EA: Educação Ambiental, TS: Trabalho Social.

APÊNDICE E

Expectativas dos professores em relação ao curso

RESPOSTAS DOS PROFESSORES À QUESTÃO: “O QUE VOCÊ ESPERA DESTE CURSO?”

CATEGORIA	RESPOSTAS
Troca de experiências (6 professores)	<ul style="list-style-type: none"> • participar de discussões – reflexão do tema (LK) • troca de conhecimentos (LM) • aprender com a prática de outras pessoas (LM) • discutir os diferentes pontos de vista do tema (NG) • trocar experiências (NL) • trocar idéias / informações (RA) • trocar experiências com os colegas (SG)
Aprofundar conhecimentos (5 professores)	<ul style="list-style-type: none"> • auto-afirmação em meus conceitos (AE) • visão mais ampla de um tema pouco discutido e muito interessante (LM) • aprofundar-se mais em alguns temas (NL) • aprofundar-se mais na área (RA) • ampliar conhecimentos (RB)
Aspectos relacionados à prática pedagógica (5 professores)	<ul style="list-style-type: none"> • ampliar prática pedagógica – novas ações em sala de aula (IA) • desenvolver estratégias e/ou ferramentas em grupo para trabalhar o tema (NG) • aprender novas técnicas (NL) • atividades práticas para aula (RB) • capacitação na área (RB) • procurar estratégias para superar dificuldades no ensino de Evolução (SG)
Participar de novos projetos (1 professor)	<ul style="list-style-type: none"> • participar de novos projetos (NL)

NOTA: A sigla entre parênteses depois da resposta indica o professor que mencionou a categoria em sua resposta.

APÊNDICE F

Materiais utilizados com os professores no 1º Encontro (05/07/2003)

- 1 – A temática “Evolução Biológica” nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio
- 2 – Instruções para a dinâmica “Quadrados Quebrados”
- 3 – Manchetes de jornais, revistas e propagandas contendo o termo “Evolução”
- 4 – Trechos de textos contendo o conceito de “Evolução Biológica”
- 5 – Questionário de avaliação das atividades do dia

1 – A temática “Evolução Biológica” nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio

Atividade realizada: apresentação em transparências de trechos previamente selecionados dos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio, enfocando a importância da Evolução Biológica no ensino de Biologia.

Trechos apresentados:

CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS – o sentido do aprendizado na área

I) “... este documento procura apresentar uma proposta para o Ensino Médio que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um **aprendizado útil à vida e ao trabalho**, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa da escolaridade” (grifo nosso) (p.203)

II) “Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de **conhecimentos práticos, contextualizados**, que respondam às necessidades da vida

contemporânea, e o desenvolvimento de **conhecimentos mais amplos e abstratos**, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (grifo nosso) (p.207)

III) O aprendizado deve contribuir para a “... compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, **de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos ...**” (grifo nosso) (p.208)

IV) “O aprendizado disciplinar em Biologia, cujo cenário, a biosfera, é um todo articulado, é inseparável das demais ciências. A própria compreensão do surgimento e da evolução da vida nas suas diversas formas de manifestação demanda uma compreensão das condições geológicas e ambientais reinantes no planeta primitivo” (p.211)

CONHECIMENTOS DE BIOLOGIA

I) “É objeto de estudo da Biologia o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações” (p.219)

II) “Ao longo da história da humanidade, várias foram as explicações para o surgimento e a diversidade da vida, de modo que os modelos científicos conviveram e convivem com outros sistemas explicativos como, por exemplo, os de inspiração filosófica ou religiosa” (p.219)

“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” (p.219)

III) “Focalizando-se a teoria sintética da evolução, é possível identificar a contribuição de diferentes campos do conhecimento para a sua elaboração, como, por exemplo, a Paleontologia, a Embriologia, a Genética e a Bioquímica. São centrais para a compreensão da teoria os conceitos de adaptação e seleção natural como mecanismos da evolução e a

dimensão temporal, geológica do processo evolutivo” (p.222)

“Para o aprendizado desses conceitos, bastante complicados, é conveniente criarem-se situações em que os alunos sejam solicitados a relacionar mecanismos de alterações no material genético, seleção natural e adaptação, nas explicações sobre o surgimento das diferentes espécies de seres vivos” (p.222)

IV) “Para o estudo da diversidade dos seres vivos, tradicionalmente da Zoologia e da Botânica, é adequado o **enfoque evolutivo-ecológico**, ou seja, a história geológica da vida. Focalizando-se a escala de tempo geológico, centra-se atenção na configuração das águas e continentes e nas formas de vida que marcam cada período e era geológica” (grifo nosso) (p.224)

“Uma análise primeira permite supor que a vida surge, se expande, se diversifica e se fixa nas águas. Os continentes são ocupados posteriormente à ocupação das águas e, neles, também a vida se diversifica e se fixa, não sem um grande número de extinções” (p.224)

V) Entre os objetivos formativos, é importante que o estudante compreenda “...a diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais” (p.226)

2 – Instruções para a dinâmica “Quadrados Quebrados”

QUADRADOS QUEBRADOS: UM QUEBRA-CABEÇA

OBJETIVOS

- ◆ Analisar alguns aspectos da cooperação para a realização de trabalhos em grupo e para a solução de problemas de grupo.
- ◆ Sensibilizar os participantes para comportamentos que possam favorecer ou dificultar a solução de problemas em grupo.

TAMANHO DO GRUPO: qualquer número de grupos com 6 pessoas cada. Há 5 participantes e um juiz-observador para cada grupo.

TEMPO NECESSÁRIO: aproximadamente 45 minutos.

MATERIAL

- ◆ Um conjunto de peças do quebra-cabeças dos Quadrados Quebrados para cada grupo de 5 participantes.
- ◆ Uma cópia da Folha de Instruções para cada grupo de participantes.
- ◆ Uma cópia da Folha de Instruções para cada juiz-observador.

ARRANJO FÍSICO: cada grupo necessitará de uma mesa que acomode 5 participantes. As mesas devem ficar bastante afastadas, de forma que nenhum grupo possa ver os resultados da solução dos quebra-cabeças dos outros grupos.

PROCESSO

1 O coordenador forma grupos de 5 participantes, além do juiz-observador. A cada um desses juizes é dada uma Folha de Instruções de Juiz-observador. O coordenador pede, então, a cada grupo, que distribua entre seus membros um conjunto de peças dos Quadrados Quebrados (5 envelopes). Os envelopes deverão permanecer fechados até ser dado o sinal para começar.

2 O coordenador, então, dá ordem aos grupos para iniciarem o trabalho. É importante que ele supervisione as mesas durante o exercício, para fazer cumprir as regras estabelecidas nas Instruções.

3 Quando todos os grupos tiverem completado a tarefa, o coordenador estimula o grupo a discutir o exercício, expressando sensações vividas durante o jogo, e solicita aos juizes-observadores que também relatem suas observações. Também estimula o grupo a relacionar o exercício com as situações enfrentadas no dia-a-dia.

4 Nesta etapa do trabalho, o coordenador procura fazer emergir da discussão o tema **cooperação**, dentro da temática que originou o planejamento da atividade (por exemplo, a interdisciplinaridade). A discussão final sobre o tema pode ser facilitada pelas seguintes reflexões:

- Cada participante deve entender o problema como um todo.
- Cada participante deve entender como pode favorecer a solução de um problema que é do grupo.
- Cada participante deve estar ciente do potencial de contribuição dos outros membros do grupo.
- É preciso que cada um reconheça os problemas dos outros participantes a fim de ajudá-los a dar a sua contribuição para o objetivo do grupo.
- Grupos que prestam atenção em seus próprios processos para a solução de problemas são provavelmente mais eficazes do que grupos que não o fazem.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA: Extraído e adaptado de *Coleção de exercícios estruturados para treinamento e educação*. v.1. Rio de Janeiro: Intercultural, s/d.

JOGO DOS QUADRADOS

INSTRUÇÕES AOS PARTICIPANTES

- Você fará parte de uma equipe de 5 elementos cuja missão é a seguinte: **CONSTRUIR 5 QUADRADOS IGUAIS.**
- Cada elemento do grupo receberá um envelope contendo um certo número de frações de cartolina, que comporão os 5 quadrados.
- As seguintes regras deverão ser seguidas por todos, sob pena da equipe ser eliminada do jogo:

1 É proibida qualquer comunicação entre os elementos do grupo (verbal, escrita, por gestos, etc...).

2 Só poderão CEDER frações de cartolina para o companheiro imediatamente À DIREITA.

3 Só poderão RECEBER frações do companheiro imediatamente À ESQUERDA.

4 Não poderão PEDIR ou PEGAR frações dos outros sem que lhe ofereçam.

5 Deverão iniciar o exercício após o sinal de partida dado pelo coordenador.

INSTRUÇÕES AO OBSERVADOR

- Seu papel é observar e julgar o desempenho do grupo e dos indivíduos durante o jogo.
- Para ajudar no julgamento, observe:

1 Quem no grupo encontrou dificuldade em ceder as suas peças de cartolina.

2 Quem montou o seu quadrado e se marginalizou dos demais.

3 Quem foi capaz de destruir a sua figura (quadrado) para ajudar outros membros do grupo.

4 Quem demonstrou frustração e desânimo pela tarefa.

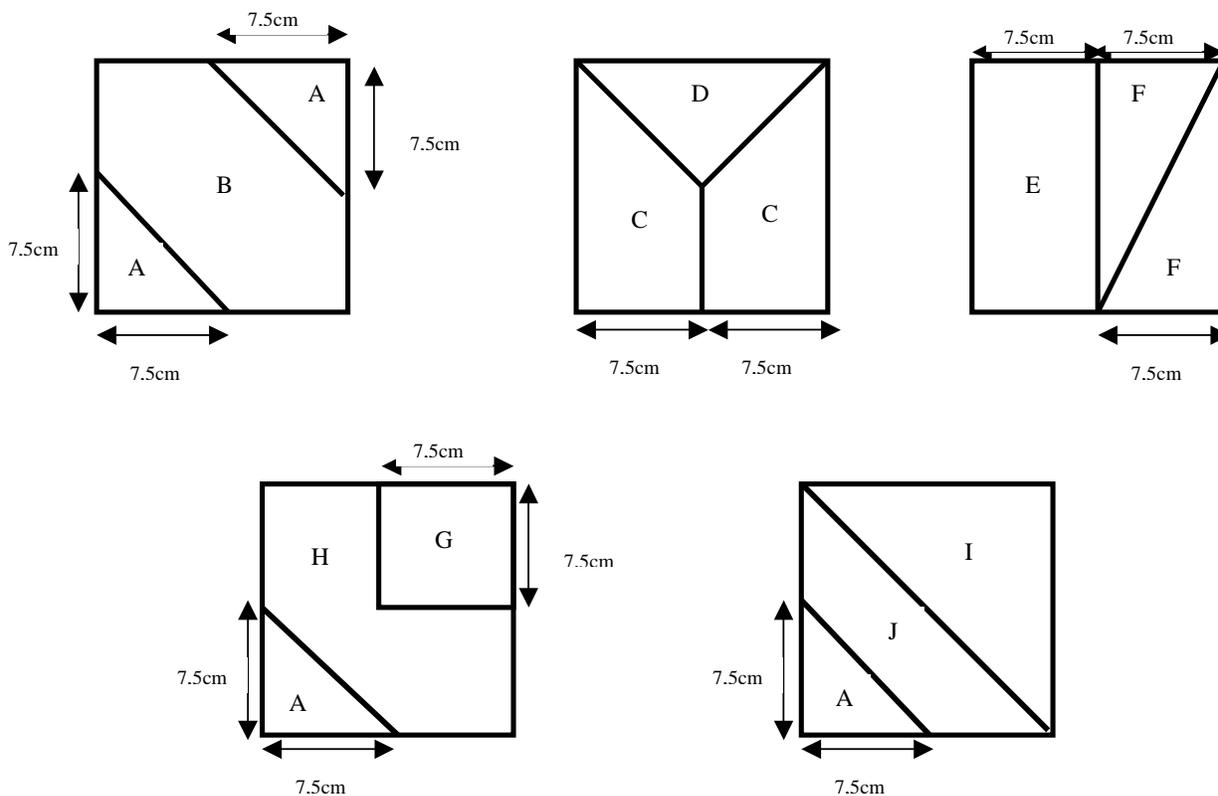
5 Qual foi o empenho do grupo em chegar ao resultado final.

6 Outras considerações.

INSTRUÇÕES PARA PRODUÇÃO DO QUEBRA-CABEÇAS

Um conjunto compõe-se de 5 envelopes, contendo peças de cartolina cortadas em diferentes modelos que, uma vez agrupados adequadamente, formarão 5 quadrados de igual tamanho. A cada grupo de 5 elementos deve ser fornecido um conjunto.

1 Para preparar um conjunto, corte 5 quadrados de cartolina, cada um deles medindo exatamente 15cm X 15cm. Coloque os quadrados em série e marque-os como abaixo, traçando as letras levemente a lápis, para que possam ser apagadas.



2 As linhas devem ser traçadas de tal maneira que, quando os pedaços forem cortados, aqueles marcados “A” sejam exatamente do mesmo tamanho; os pedaços marcados com “C” do mesmo tamanho, etc. Várias combinações são possíveis, de maneira que a formar um ou dois quadrados, **mas apenas uma combinação** formará todos os cinco quadrados, **cada um medindo 15cm x 15cm**. Após desenhar as linhas nos quadrados e marcar as seções com letras, corte cada quadrado ao longo das linhas em peças menores, para fazer as partes de um quebra-cabeças.

3 Numere os cinco envelopes de 1 a 5. Distribua os pedaços de cartolina nos cinco envelopes da seguinte maneira: o envelope 1 tem as peças I, H, E; o envelope 2 tem A, A, A, C; o envelope 3 tem A, J; o envelope 4 tem D, F; e o envelope 5 tem G, B, F, C.

4 Apague as letras marcadas a lápis e escreva em seu lugar o número do envelope ao qual a peça pertence. Isso torna mais fácil recolocar as peças no envelope adequado, para uso subsequente, após um grupo ter completado a tarefa.

Cada seqüência pode ser feita com cor diferente de cartolina.

3 – Manchetes de jornais, revistas e propagandas contendo o termo “Evolução”

Atividade realizada: foram distribuídas aos participantes diversas manchetes de revistas, jornais e páginas de internet previamente selecionadas pelo coordenador, onde o termo Evolução é utilizado em diversos contextos. Foi pedido para que os professores observassem qual o sentido do termo Evolução em cada material recebido.



1

Quem Somos - A Evolução

Uma história de sucesso

Em 1989 foi fundada a **Multidata**, empresa voltada para a execução de projetos de redes de longa distância e comunicação de dados. Em 1995, a **Multidata** passou a desenvolver aplicações na plataforma Lotus Notes. Em 2000 a área de desenvolvimento de software ganha vida própria com o **Multidata Software Studio**. Em dezembro de 2001 surge a **Active S/A**, como resultado de um exercício de reposicionamento e como evolução natural da **Multidata**.



Evolução: o caminho natural

Active S. A. surge como herdeira do legado de uma produtora de software que provou, ao longo de sua vida empresarial, conseguir retorno sobre investimento para seus clientes, portanto temos plena consciência de nossa grande responsabilidade com clientes e parceiros.

Estamos comprometidos em continuar gerando ganhos surpreendentes na gestão eletrônica de documentos com o **docNIX:2000**, software que obteve mais de doze prêmios no Brasil e no exterior tendo conquistado mais de 25 mil usuários finais.

Estamos preparados também para alavancar ainda mais a solução de software **Active Partners**. **Multidata** evoluiu. Ganhou maior impacto ao se transformar em **Active S.A.**, e nossa marca é um compromisso de dinâmica e sinergia em atender nossos clientes – para estabelecermos uma parceria de verdade.

Pretendemos assim, aperfeiçoar cada vez mais a qualidade das soluções oferecidas, reafirmar nossa crença no trabalho em parceria e prover soluções em software para empresas dinâmicas.

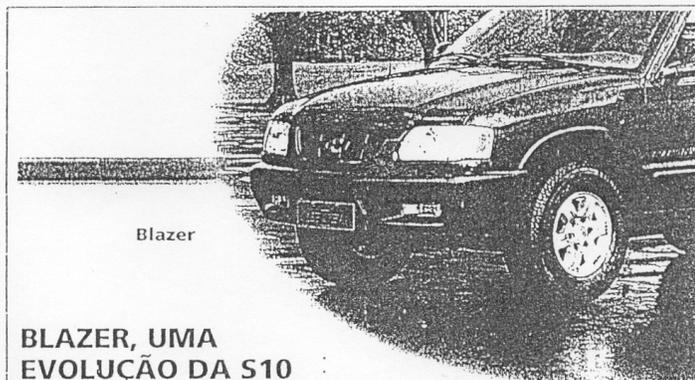
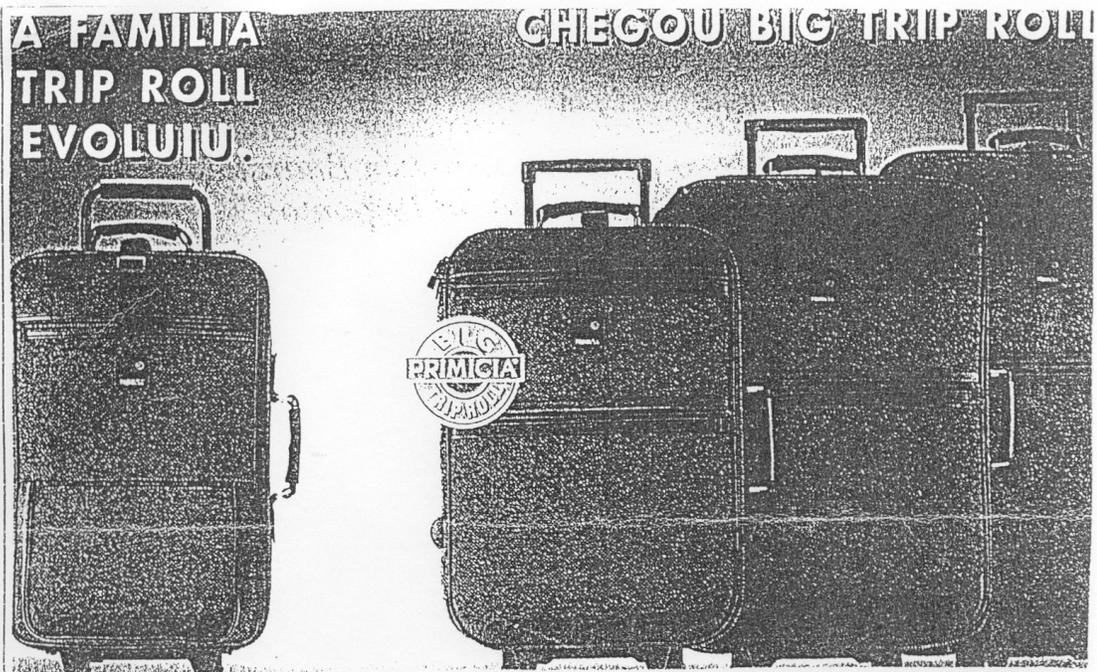
A satisfação de nossos clientes: nossa missão

Agregar valor aos processos de negócio de nossos clientes é um dos nossos mais importantes objetivos, pois o nosso sucesso depende disso. Assim, nosso esforço será sempre oferecer soluções que os ajudem a comunicar melhor com seus parceiros e clientes, aumentando assim a eficiência de seus processos.

Nossos valores

Para cumprirmos nossa missão nos apoiamos nos seguintes valores:

- Qualidade
- Inovação
- Credibilidade
- Valorização da equipe de trabalho
- Harmonia organizacional
- Compromisso com os clientes e parceiros
- Iniciativa



Blazer

BLAZER, UMA EVOLUÇÃO DA S10

A picape média S10 da GM deu seu primeiro fruto: foi lançada a versão de passeio Blazer, equipada com motor 2.2 de 106 cv, a gasolina, e que vem substituir em grande estilo a extinta e pesadona Veraneio. Com 4,6 m de comprimento, amplo espaço para cinco passageiros e 456 litros de carga (capacidade para 800 kg), já sai da fábrica com direção hidráulica, desembaçador elétrico traseiro, vidros coloridos com pára-brisa degradê, brakelights, bagageiro no teto e sistema de freios antibloqueio

Quem Somos

Somos uma empresa com 16 anos no mercado de TI, especializada principalmente em **QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA, SUPORTE, PROJETOS DE REDES e CONECTIVIDADE**. Voltados para este foco, atendemos empresas dos mais diversos portes em seus processos de gestão de negócios, tendo como principais parceiras a **Microsoft** e a **Cisco**.

Serviços com **QUALIDADE** e **QUE ATENDEM PERFEITAMENTE AS NECESSIDADES DE NOSSOS CLIENTES** é nossa maior marca. Isso acontece porque somos **COMPROMETIDOS** com o objetivo de superar as necessidades e expectativas do mercado. Esta é razão pela qual conquistamos a **CERTIFICAÇÃO ISO 9001**, que atesta nosso Sistema de Qualidade Assegurada.

Nossa Missão

Fomentar o conhecimento e oferecer soluções em Tecnologia da Informação e Telecomunicações.

Nossos Valores

Respeito • Verdade • Atitude Correta • Lealdade.

Por isso, somos a melhor e mais completa empresa de educação nos Estados do Ceará e do Maranhão. Além disso, contamos com os seguintes diferenciais:

- Sólida e comprovada experiência de mercado;
- Excelente infra-estrutura, com localizações privilegiadas;
- Profissionais experientes, certificados e comprometidos com a satisfação do cliente;
- Certificação pela norma NBR ISO 9001/94 (DNV), o que assegura nosso Sistema de Qualidade. Nossa política: "Respeito ao Cliente";
- Pioneirismo e liderança em educação, nos Estados do Ceará e Maranhão, ministrando cursos em diversas Plataformas com alto nível técnico;
- O prêmio **TOP 10 IN - OS MELHORES DA INFORMÁTICA NO NORDESTE** (SEBRAE e parceiros), na categoria Melhor Empresa de Treinamento, nos anos de 2000 e 2001;
- **MICROSOFT CERTIFIED PARTNER – MCP** e **CENTRO EDUCACIONAL TÉCNICO CERTIFICADO – CTEC**, nos Estados do Ceará e Maranhão;
- Parceira com a **THOMSON LEARNING PROMETRIC** para exames de certificações profissionais em TI;
- Serviços de Suporte Personalizados (Integração, Projetos de redes, Telecom, Conectividade, Wireless etc.), com padrões diferenciados na qualidade dos serviços.
- Nossas atendentes estão preparadas para dispensar aos nossos clientes um tratamento personalizado, oferecendo cursos sob medida para cada necessidade e direcionando as necessidades conforme melhor se adaptam.

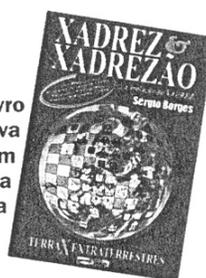


LIVRO

MAIS UM XADREZ HETERODOXO

Variações para o xadrez não são novidade. Só o inglês David B. Pritchard catalogou mais de 1 400. E o número aumenta continuamente, embora a maioria seja esquecida com o tempo. O brasileiro Sérgio Borges apresenta a sua tentativa no livro *Xadrez & Xadrezão — A Evolução do Xadrez* (352 páginas). O tabuleiro tem 10 por 10 casas, e há duas peças (generais) e dois peões suplementares para cada lado. As primeiras atuam como se possuíssem as

O livro
traz nova
roupagem
para uma
velha idéia



5

movimentações conjugadas do bispo e do rei tradicionais. O livro traz ainda um tabuleiro na forma de mapa-múndi e peças com símbolos de tanques, navios, aviões e discos voadores, para simular uma guerra que chama *Terra versus Extraterrestres*. O futuro dirá se a idéia vai pegar. ■

LUIZ DAL MONTE NETO

Preço: 35 reais

Planeta: 034 236 7733



EditPad™ Pro

Evolução Histórica das Versões

6



Bem-Vindo!

EditPad Pro

Compre Já!

Download

Testemunhos

Produtos e Preços

Novidades

Faça Contato

Vistas das Telas

Coloração de Sintaxe

Compacto

Dicionários

ActiveDisk

Nosso Informativo

FAQ

Atualizações

Evolução Histórica

Notepad

EditPad Banners

EditPad Web Buttons

EditPad Lite

Linux

Deutsch

Nota: As versões do EditPad Pro BR em Português são funcionalmente idênticas à versão original em Inglês. Sua única diferença é o idioma no qual ele se apresenta.

EditPad™ Pro 4.5.4 BR - 25 de Fevereiro de 2003

Melhoramentos:

Uma expressão regular agora pode conter até 99 pares de parênteses de captura ou de retrospectos.

Parênteses de não-captura como `(?:regex)` não contam, e você pode usá-los à vontade. Note que parênteses de captura são de execução mais lenta que os de não-captura. Se rapidez for essencial, como nos esquemas personalizados de coloração de sintaxe, use parênteses de não-captura sempre que possível.

No texto para substituição, retrospectos estão agora limitados a dois dígitos. Opcionalmente, um zero à esquerda é aceito. (Na regex, zeros à esquerda não são considerados.) E.g.: `\012` é interpretado como o primeiro retrospecto, seguido do literal 2.

Pequenas Correções:

Os caracteres especiais de expressão regular `^` e `$` também coincidiam entre um par CRLF (quebra de linha tipo Windows). `$` deveria coincidir apenas após o par CRLF, e `^` apenas antes dele.

Extras|Ordenar Alfabeticamente não atuava propriamente quando usado em seleções retangulares onde algumas linhas fossem indentadas por tabs e outras não.

O EditPad Pro não se lembrava da posição da sua janela no monitor secundário, se este monitor estivesse à esquerda do monitor principal (coordenadas negativas) num sistema com dois monitores.

Ao se fechar o EditPad Pro, ele mostrava uma mensagem de erro e não fechava se o arquivo `.ini` não pudesse ser salvo. Isto ocorria quando o EditPad Pro era executado de um CD-R.

Arquivo|Imprimir terminava o EditPad Pro com uma *access violation* se não houvesse qualquer impressora instalada.

Arquivo|Imprimir às vezes provocava uma *assertion failure*.

EditPad™ Pro 4.5.3 BR - 30 de outubro de 2002

Novas Funções:

`/c` parâmetro de linha de comando para abrir um arquivo com o cursor numa posição de caracter específica (contando de 0..TamanhoDoArquivo como sendo do início do arquivo à posição seguinte ao seu final), e.g.: `/c123`. `/c` sem um número posiciona o cursor no final.

`/l` parâmetro de linha de comando para abrir um arquivo com o cursor numa linha específica (1..NúmeroDeLinhas). `/1` sem um número posiciona o cursor no final



/s parâmetro de linha de comando para abrir um arquivo e selecionar uma parte do texto. E.g.: `/s10-20` para selecionar do carácter 10 até 19 (inclusive), e deixando o cursor no carácter 20. O primeiro carácter é 0.

A "introdução às expressões regulares" no arquivo de ajuda (help) e no manual foram substancialmente aumentadas e aprimoradas.

Melhoramentos e Pequenas Correções:

Ao se mover uma seleção usando o arrastar e soltar, quando ela se aproximar das bordas da janela do editor (mas permanecendo em seu interior), provocará a rolagem do texto.

O esquema de coloração de sintaxe "URLs como hiperlinks" agora permite pontos-e-vírgulas (;) nas URLs e domínios de nível superior de 4 letras como .name e .info nos endereços de eMail.

Ao se apagar uma seleção retangular que contém o último carácter do arquivo, e aquele carácter não é seguido de uma quebra-de-linha, ela não eliminará os últimos um ou dois caracteres do arquivo.

Ao salvar um arquivo e ao fazê-lo, alterar o seu tipo, não atualizava a lista de ferramentas aplicáveis aquele tipo automaticamente.

Ao se importar um arquivo .ini, as cores usadas na coloração de sintaxe não eram aplicadas propriamente aos arquivos já abertos.

EditPad™ Pro 4.5.2 BR - 26 de julho de 2002

Melhoramentos e Pequenas Correções:

Conversões|Unicode|UTF-8 -> ANSI poderia truncar levemente determinados arquivos.

Conversões|Unicode|UTF-8 -> ANSI poderia travar na tentativa de converter um arquivo que não fosse verdadeiramente UTF-8. Agora você recebe uma mensagem de erro que mostra o carácter responsável pela não-conformidade, de forma a poder editar o arquivo e tentar a conversão novamente.

Blocos|Indentar iria indentar com o carácter *tab* se os parâmetros de "tabulação" e "indentação" nas Preferências do Editor fossem iguais, mesmo se "a tecla *tab* insere espaços ao invés de tabulações" estivesse selecionada. Ela continuará a indentar por um *tab* se "tab insere espaços" NÃO estiver selecionada.

Ao se teclar *Page Up* e *Page Down*, o cursor permanecerá na mesma posição vertical relativa à tela (a não ser que se encontre o início ou final do texto), ao invés de mover-se para o topo ou fundo da janela do EditPad.

Se um comando de uma ferramenta se iniciava e/ou terminava com aspas-duplas, as aspas se perdiam após o reinício do EditPad Pro, se as configurações eram salvas em um arquivo .ini (i.e. manter o registro limpo).

Uma ferramenta cujo único tipo de arquivo for "todos", agora estará sempre disponível não importando o tipo de arquivo ativo selecionado, como acontece quando nenhum ou todos tipos de arquivo forem selecionados para aquela ferramenta.

Arquivo|Sair não adicionava "Último Projeto.epp" ao menu Projetos|Reabrir.

A lista Projetos|Reabrir não era salva quando a opção "manter o registro limpo" em Opções|Preferências|Sistema era selecionada.

Ajuda|Suporte Técnico agora ativa o botão Adicionar (endereço) no painel de eMail.

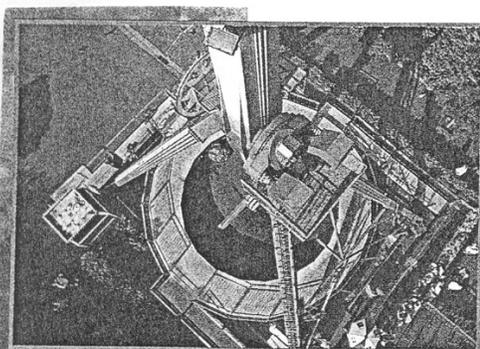
Voando de cabeça para baixo

O Evolution, do Playcenter, possui dois motores elétricos que movimentam a torre em sentido horário e anti-horário a 11 km/h. O gasto de energia dos motores é reduzido por um contra-peso de aço de 7 toneladas que equilibra o brinquedo como uma gangorra. É o mesmo princípio mecânico de um elevador, onde contra-pesos que sobem e descem auxiliam o funcionamento do sistema. Um terceiro motor gira a gôndola de passageiros a 37 km/h. Nesse caso, o ponto alto não é a velocidade, mas os movimentos semelhantes aos de um simulador de voo.

66 • GLOBO CIÊNCIA/JUNHO 1998



7



Evolution, do Playcenter: nas emergências, os motores (acima) param e uma manivela gira a torre

FALHA ELÉTRICA PAROU EQUIPAMENTO

Outro tipo de brinquedo que fascina os adeptos dos parques é o que mexe com a sensibilidade espacial, caso do Evolution, do Playcenter. O aparelho, fabricado na Itália, é um pião gigantesco que gira em sentido horário e anti-horário, enquanto a gôndola de passageiros rodopia. A gôndola localiza-se na extremidade de uma torre, onde, no outro extremo, encontra-se um contra-peso de aço maciço de 7 toneladas. Desafiando a gravidade, os movimentos do Evolution lembram os de um simulador de voo, principalmente quando se fica girando no alto, por alguns segundos. Por mais que a pessoa tente se segurar, seu corpo é lançado contra as travas de segurança. No meio desse desafio, 40 pessoas tomaram um grande susto no início do ano: uma falha elétrica parou o equipamento durante a operação, deixando-as presas de cabeça para baixo. Os funcionários do parque tiveram que liberar o sistema de freio e girar a torre com uma manivela para retornar a gôndola à plataforma de embarque. Para quem estava a bordo, foram quatro minutos de expectativa: a 21 metros de altura, com a garganta seca, o coração disparado e o vento batendo forte no rosto. ■

SOLANGE BARREIRA com
WAGNER DE OLIVEIRA, do Rio de Janeiro

A EVOLUÇÃO VEM COM A IDADE

Até os 9 meses, o bebê já tem praticamente a quantidade definitiva de neurônios. São raras as pessoas que se lembram de fatos ocorridos antes dos 4 anos de idade. Nos primeiros anos de vida, os dois hemisférios cerebrais ainda não estão totalmente formados e os feixes de neurônios que fazem a comunicação entre o lado esquerdo e o direito ainda não foram consolidados. Nem todo mundo se desenvolve exatamente do mesmo jeito, mas pode-se dizer que, em geral, até os 7 anos a memória visual é mais dinâmica – daí por que o desenho deve ser bastante utilizado nessa fase. Se for bem estimulada, por volta dos 9 ou 10 anos a criança começa a usar o raciocínio abstrato – e o material pedagógico deixa de ser tão útil na ativação da memória. Segundo Mel

Levine, pediatra e professor da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, é nessa idade que se constroem os padrões e as regras que permitirão reconhecer dados semelhantes. Depois dos 13 ou 14 anos é hora de aprimorar as habilidades matemáticas e de leitura e escrita, pois elas podem ser resgatadas da memória automaticamente. Nos adolescentes, a informação circula em altíssima velocidade no cérebro – cada hemisfério sabe o que o outro guarda e faz. A maioria dos estudantes é capaz de criar estratégias próprias para armazenar dados, estabelecendo relações com sua vida, suas fantasias e seus conhecimentos prévios. Por volta dos 70 anos, quando não é estimulada, a memória pode começar a falhar em algumas pessoas.



O SEARCH DO 3º SETOR

9

home | premio bem eficiente | guia da filantropia | doe bens | seja um voluntário | mantenha-se informado | profissional voluntário

Filantropia.org > Pesquisas sobre o Terceiro Setor > Evolução dos Problemas Sociais

[Mapa do Site](#)

COMO AJUDAR

1. Doação On Line

Clique no "[Doações On Line](#)", para fazer uma doação para sua Entidade favorita. A doação é direta entre o seu banco e a entidade de sua escolha.

2. Sendo um Voluntário

Procure uma entidade a menos de 1000 metros da sua casa.

3. Fazendo Doações

Pela Internet

[Doações On Line](#)

Doando

[Bens e Produtos](#)

Doando seu

[Cheque Donativo®](#)

Doando [Sangue](#)

4. Indo a...

[Bingos e Eventos](#)

Evolução dos Problemas Sociais no Brasil

Conduzimos o nosso terceiro acompanhamento dos problemas sociais no Brasil - pesquisa realizada anualmente junto as 400 maiores entidades beneficentes deste país.

Pesquisamos os 400 gestores dessas entidades, possivelmente as pessoas mais capacitadas de avaliarem a real situação social deste país, por estarem mais próximas aos problemas.

As respostas se referem a um conjunto de mais de 82 problemas sociais diferentes, portanto a pesquisa deve ser entendida como um indicador geral e não específico, como são alguns indicadores isolados.

Existe a tendência de raciocinar em termos de desemprego e violência urbana como os grandes problemas sociais, mas na realidade temos um infinidade de problemas que as 400 maiores entidades do Brasil ajudam a resolver como crianças abandonadas, órfãos, excepcionais, gestantes, carentes, idosos, meninos de ruas, cegos, surdos, migrantes, dependentes, adolescentes, ex-presos, vítimas de violência, da prostituição, de abusos familiares, de câncer, da poliomielite, aqueles que precisam de comida, moradia, apoio, carinho, ajuda, compreensão.

A pesquisa é nacional, embora destacamos as capitais de São Paulo e Rio, porque seus resultados diferem substancialmente dos dados nacionais, e no nosso entender influenciam estudos de residentes nestas duas cidades, um dado a ser considerado em ciências sociais.

O intuito desta pesquisa anual e justamente aumentar o campo de visão da sociedade e da imprensa para os inúmeros 'outros' problemas sociais existentes.

Sem dúvida, problemas econômicos não resolvidos acabam desembocando em problemas sociais no futuro, mas o aumento do salário, o fim do desemprego não resolverão questões como crianças excepcionais, idosos sem família nem órfãos carentes de cuidados.

E um grave erro equacionar todos os problemas como sendo simplesmente econômicos e dependentes de mais dinheiro. Muito mais difícil é cuidar de problemas causados pelas inúmeras causas das mais variadas possíveis que são os problemas sociais.

Comentários e sugestões stephen@kanitz.com.br

www.filantropia.org

[Artigos Especiais](#)

[Quem Somos](#)

[Nossos Patrocinadores](#)

[Avalie este site](#)

[Links Interessantes](#)

[Imprensa](#)

[Avisar um amigo deste site](#)

[Anuncie Aqui](#)

[Fale Conosco](#)

Projeto Social

[Crie Um Projeto Social](#)

[Exclusivo para Sua](#)

[Empresa](#)

[Sua Empresa Causa Uma](#)

[Boa Primeira Impressão?](#)

Gestores do Terceiro Setor

[Cadastre a Sua Entidade](#)

[Encontre voluntários](#)

[Pesquisas do Terceiro Setor](#)

[Cadastre seu evento](#)

Ajude

[Seja um Voluntário](#)

[Doe Bens e Serviços](#)

[Bazar Virtual](#)

[Calendário do 3º Setor](#)

[Mantenha-se Informado](#)

[Faça deste site a sua primeira página](#)

Saiba Mais!

[As maiores entidades do Brasil](#)

[As Melhores Entidades do Brasil](#)

[Prêmio Voluntário do Ano](#)

[Personalidades que são](#)

[Voluntários](#)

[10 Empresas mais admiradas](#)

[Como Doar](#)

[Quanto o brasileiro doa?](#)

Evolução

10

Desceu das árvores
 Aprendeu a matar a caça
 Aprendeu a matar o irmão
 E já pode matar a raça

11

EVOLUÇÃO

A ELETRÔNICA REVOLUCIONA OS SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO, MONITORAMENTO E VÔO.

A aviação é, sem sombra de dúvida, a atividade que mais tem se desenvolvido desde que o homem realizou o primeiro vôo pelos seus próprios meios, no início deste século. Quem poderia imaginar que, em menos de cem anos de sua existência, ela levaria o homem a colocar os pés na Lua e, dentro em breve, em Marte! Escreve-se sobre aviação mais do que sobre todas as outras ciências reunidas. É um mundo fascinante que está sempre apresentando novos desafios sempre ligados a uma nova conquista, o que torna ainda mais emocionante, chamando para si a admiração de toda a humanidade.

Dentro dessa maravilhosa atividade, a espetacular evolução dos chamados equipamentos aviônicos é uma das que mais se destacam pela sua contribuição a melhoria das condições de pilotagem e navegação dos aviões, resultando sempre em maior segurança de vôo. Não podemos esquecer que praticamente todos os setores da aviação vêm se desenvolvendo de forma brilhante, resultando de estudos e análises profundas de cada acidente ou mesmo de uma simples tarefa que merece ser melhorada para facilitar um item operacional ou de manutenção. Entretanto, desde que surgiu o computador digital, projetistas e operadores procuraram empregar sua técnica nas cabines dos aviões. E o resultado não poderia ser mais surpreendente! Quando olhamos o painel de instrumentos de um velho e honrado DC3, o avião de transporte dos anos 30, e o comparamos com o de um moderníssimo Airbus A330-200 podemos comprovar de forma indiscutível a amplitude dessa evolução.

A introdução dos EFIS, uma pequena tela de televisão na qual eram reproduzidas as mesmas indicações de um instrumento de vôo, tal como um horizonte artificial, representou o início de uma revolução nas cabines de pilotagem. Há pouco mais de 15 anos, os fabricantes, de início muito cautelosos, começaram a instalar esses equipamentos nos painéis de seus novos aviões. A confiabilidade dos primeiros modelos não era a mesma dos instrumentos chamados convencionais. Por isso, eles eram instalados apenas no painel do piloto. Com isso os pilotos podiam praticar com segurança a sua utilização e os fabricantes adquirir a experiência necessária para expandir sua aplicação. Na ocasião havia, inclusive, aqueles que reprovavam o uso de EFIS.

As telas de EFIS foram aos poucos invadindo os painéis de todos os modelos de aviões modernos. Começou com os grandes aviões de transporte comercial, passou pelos da aviação regional, até chegar aos pequenos executivos, jatos e turboélices. O tamanho de cada EFIS evoluiu com o tempo. Os primeiros instrumentos eram do mesmo tamanho dos indicadores de atitude (ou horizontes artificiais) e dos indicadores de situação horizontal, exatamente aqueles que eles inicialmente substituíram. Seu uso foi, aos poucos, se estendendo as telas dos radares e a indicação dos parâmetros dos motores. Neste último caso, o equipamento passou a ser designado. Com o desenvolvimento de sua tecnologia foi possível agrupar dois indicadores EFIS num só, usando uma tela dupla. O aumento da sua confiabilidade e o hábito de seu uso por parte dos pilotos fez com que suas vantagens comesçassem a ser não apenas respeitadas mas ressaltadas, pois os EFIS permitiam, em caso de falha, a transferência das funções de um para o outro.

Como se não bastasse, os fabricantes recentemente conseguiram substituir a tela tradicional pela de LCD (Liquid Cristal Display), muito mais leve e de menor espessura. Abriu-se um novo campo de possibilidades. Telas maiores podem agora abrigar diversos instrumentos ao mesmo tempo. No futuro, duas ou três telas serão suficientes para acomodar todos os instrumentos num painel simples e limpo! Uma diferença considerável quando comparado com o painel "poluído" de um quadrimotor de motores convencionais da década de 50!

Mas não foi só aqui que a revolução dos aviônicos veio mudar os tradicionais padrões das cabines de pilotagem. Até a navegação de longa distância, que era há não muito tempo feita com o uso de sistemas de navegação inercial, ficou obsoleto. Quem se lembra daqueles grandes e pesados equipamentos que tinham que ser "aquecidos" durante 15 minutos antes da decolagem, para se poder registrar sua posição inicial, e que obrigavam o avião a levar três deles para basear-se nos dois que tinham indicações mais próximas entre si? Pois bem, o chamado GPS, que utiliza

informação de satélites estrategicamente localizados em torno do globo terrestre, permite efetuar uma navegação tão precisa que pode levar o avião de um ponto a outro, distante milhares de quilômetros, com um erro inferior a uma dezena de metros! E no futuro poderão ser utilizados até para efetuar aproximações e pousos Categoria IIIc, isto é, com zero visibilidade e teto. Adeus VOR, ADF e ILS.

Outras importantes mudanças estão sendo planejadas no sistema de tráfego e irão revolucionar ainda mais as vidas dos aeronautas em geral. A separação vertical das aeronaves, por exemplo, que é hoje limitada pela precisão dos instrumentos de medida de altitude, será reduzida. Também estão sendo estabelecidos os regulamentos para o chamado vôo livre, sem as restrições do atual sistema de aerovias. Cada piloto vai poder planejar e comunicar a melhor rota para seu vôo. O resultado será uma grande redução no tempo de vôo, consumo de combustível e menor congestionamento do tráfego aéreo, com resultados diretos na economia das empresas e nos preços das passagens. Muitos poderão estar imaginando o que isto tudo vai representar em termos de risco de colisões aéreas, porém, os chamados TCAS aí estão, e cada vez melhores e mais precisos para fornecer ao piloto as informações necessárias para evitá-las.

Reportagem revista aeromagazine, especial aviônicos nº 58 páginas 4 e 5.

A evolução da educação do Brasil, em textos atualizados

Quem se interessa pela história da educação brasileira tem aqui um importante material. O diferencial é a articulação entre referências clássicas e o resultado das pesquisas mais recentes na área. O texto mostra como era o ensino na época da catequese dos índios pelos jesuítas, passa pelas experiências do período imperial e finaliza com as práticas atuais.



12

História da Educação Brasileira:

Leituras, Maria Lucia Spedo Hilsdorf,

144 págs., Ed. Thomson,

tel. (0__11) 3665-9900, 25,50 reais

Light

Home Fale conosco Mapa do site

13

Terça-feira, 1 de Julho de 2003.

[Empresa]

Light evolução

Investimentos Modernização da rede Novas usinas

A Light foi a empresa que obteve a melhor evolução nos índices que medem a qualidade de fornecimento de energia, saindo do oitavo para o segundo lugar na lista das melhores empresas desta área no país, segundo dados divulgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no fim de 2000. Este resultado foi alcançado graças às melhorias implantadas pela empresa para a modernização do sistema elétrico e do atendimento, com investimentos de cerca de R\$1,5 bilhão desde a privatização.

Mas a Light quer melhorar ainda mais esta posição. No ano de 2000 destinou ainda outros R\$ 328 milhões para a ampliação dos níveis de qualidade dos serviços prestados ao cliente e em 2001 esta quantia deverá chegar a R\$ 355 milhões, demonstrando a convicção da empresa de que a busca pela melhoria da qualidade de serviço deve continuar.

De 1997 a 1998 a Light esteve voltada para o aumento da confiabilidade da rede elétrica. Este trabalho refletiu no dia-a-dia da população dos 31 municípios atendidos pela empresa. Os índices utilizados para avaliar a qualidade no fornecimento ajudam a comprovar isto. Em junho de 2001, os índices DEC (Duração média interrupções por cliente em horas) e FEC (Número médio das interrupções por cliente) foram de 7,88 e respectivamente, o que coloca a empresa entre as três primeiras do Brasil. Estes índices representam redução de 52% e 50%, desde dezembro de 1997.

Com isso, o cliente da Light está mais satisfeito. Na pesquisa realizada em abril de 2001 pela Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia Elétrica (Abradee), foi registrado um índice de satisfação de 72,4%; já o Ibope, fez um levantamento em dezembro de 2000 e chegou ao dado de 80% de confiança dos clientes para com a empresa, reconhecendo-a como a melhor na prestação de serviço público do Estado do Rio de Janeiro. Uma satisfação que a Light está ampliando, com a priorização do atendimento, oferta de serviços diferenciados e investimento em novas tecnologias.

Carreganc

Diagnóstico

hiv e aids
outras dst
políticas de diagnóstico
programa de qualidade
pesquisa e desenvolvimento
documentos e publicações

HIV e Aids

o que é | como saber se tenho | evolução clínica | garantia de qualidade | política

Evolução Clínica

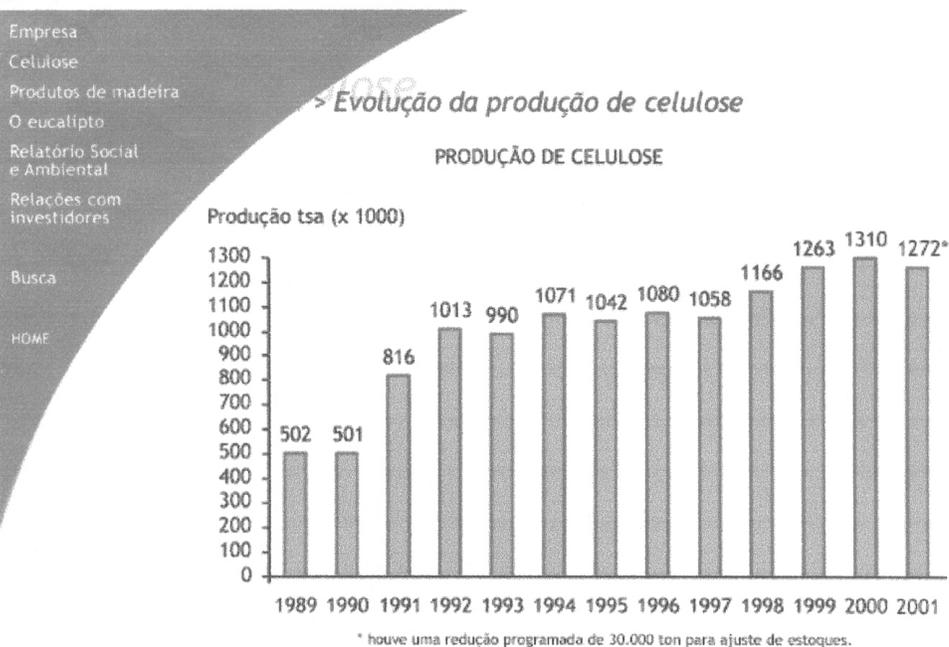
A contagem de células **CD4** e de **carga viral** é fundamental para a garantia da qualidade assistencial às pessoas que vivem com o HIV/aids. Isso porque é a partir dos resultados dessa contagem que o profissional de saúde irá saber como o HIV está agindo no corpo infectado, ou seja, se desenvolveu a aids e se é hora ou não de se iniciar o tratamento.

Para detectar as mutações do HIV, foi criada uma metodologia chamada **genotipagem** do HIV-1. Esse teste pretende pesquisar qual o padrão da mutação responsável pela falta de resposta à terapia com ARV, para que, assim, o médico possa recombinar ou modificar a terapia de seu paciente e, com isso, conseguir conter a evolução da doença.

Existem 78 laboratórios que integram a **rede de CD4**; 66 laboratórios de **rede de carga viral**; e a **rede de genotipagem** que conta com 14 laboratórios em todo o País.

A política de distribuição universal dos anti-retrovirais tem causado a diminuição da mortalidade e o aumento da qualidade de vida dos portadores do HIV/aids. Mas o aparecimento de cepas mutantes do HIV é fator que pode colocar em risco a eficácia dessa política. Essas variantes do HIV podem causar grandes danos à saúde pública que não respondem adequadamente aos ARV e podem ser transmitidas.

O teste de genotipagem é uma ferramenta importante na identificação de mutações que determinam a resistência do HIV aos anti-retrovirais.

15

Evolução Web

16

Início | Sites Aprovados | Pedido de Aprovação | Contacto



O objectivo da Evolução Web é a valorização de Web sites com conteúdo na língua portuguesa.

Se deseja obter uma credencial de qualidade para o seu Web site, dirija-se a "Sites Aprovados". A inscrição é 100% gratuita.

Web sites contendo / promovendo / divulgando / distribuindo conteúdos ilegais, a título de exemplo: vírus, códigos malignos, warez, pornografia, sexo, violência, racismo, linguagem imprópria, software ilegal, actividades ilegais, etc. poderão desde já saber que não serão aprovados.

Se desejar mais informações que não constem no Web site, poderá contactar o Webmaster para o E-Mail indicado em "Contacto".

Última actualização: 13-03-2003 18:39:44
On-line desde: 16-08-2001

Colonos de chips

17

TECNOLOGIA

Com jeitão de gente, de máquina, de bicho — ou de tudo isso misturado —, eles desbravam caminhos pelos cabos, fibras óticas e ondas eletromagnéticas. Veja como são os avatares, as personalidades virtuais da Internet.

POR RENATO CRUZ

Quatro gerações

As representações gráficas que circulam na rede estão ficando mais elaboradas.

Um povo que evolui junto com a tecnologia

A mulher com corpo de aranha conversa com o menino cujo tronco é um tubo de balas. Perto deles, um robô troca idéias com um pássaro e uma garota com cara de Marilyn Monroe bate papo com um samurai. Apesar das diferenças, todos pertencem a um mesmo povo, o dos pioneiros habitantes tridimensionais

da Internet, conhecidos como avatares.

A palavra, de origem hindu, quer dizer transfiguração. Os internautas a usam para designar as representações de si mesmos no mundo virtual. Surgidas há pouco mais do que uma década, as primeiras dessas criaturas eram primitivas. Agora, com novos

programas e tecnologias como o microprocessador Pentium MMX, elas estão evoluindo e se multiplicando, pois os micros ficaram mais eficientes para trabalhar com animações. Já existem centenas de mundos virtuais, os habitats dos avatares, na rede. A maioria serve apenas para promover

bate-papos. São *chats* sofisticados. Mas empresas pesquisam formas melhores de aproveitá-los (veja abaixo à esquerda). No futuro, quando for seguro fazer negócios na Internet, nada vai impedir que seu avatar interaja com os de caixas de banco que vão auxiliá-lo nos investimentos. Um aperitivo desse

mundo novo poderá ser apreciado no filme *Avatar*, prometido para breve pelo diretor americano James Cameron, o mesmo da série *Exterminador do Futuro*. Mas enquanto a versão hollywoodiana não chega, a SUPER mostra (veja abaixo) como você pode se juntar a esses desbravadores do ciberespaço. ■

1985

1 Nasce o primeiro mundo virtual, o Habitat, da LucasFilm, com desenhos primários e não-animados.

1990

2 A Fujitsu leva a tecnologia para o Japão e melhora a qualidade gráfica dos desenhos.

1995

3 Empresas pesquisam aplicações práticas para os avatares. Eles ainda são bidimensionais.

1997

4 Aumenta a capacidade de processamento dos computadores e os bonecos tornam-se tridimensionais.



4 – Trechos de textos contendo o conceito de “Evolução Biológica”

Atividade realizada: com o intuito de se ampliar a discussão da atividade anterior, foram apresentados trechos de livros contendo o conceito de Evolução Biológica.

O CONCEITO DE EVOLUÇÃO

I) “Evolução sf. 1. Desenvolvimento progressivo duma idéia, acontecimento, ação, doença, etc. 2. Movimento regular de tropas ou de aviões em manobra, de esquadras.”
 “Evolver ou evoluir v. int. Sofrer evoluções.” (FERREIRA, 1977, p. 207)

II) “A palavra *evoluir* tem origem latina, significando literalmente ‘desenrolar’, isto é, passar progressivamente de um a outro estado. Aplica-se a inúmeras circunstâncias, como quando dizemos: ‘a evolução das idéias’, ou ‘evolução de uma doença’. Aplicada ao estudo dos seres vivos, porém, a palavra *evolução* tem o significado bem preciso de transformação de espécies vegetais ou animais em novas espécies.” (BRANCO, 1994, p. 15)

III) “No sentido amplo, o termo evolução equivale a desenvolvimento, a progresso, a alterações para melhorar, a alterações progressistas, porém, mais comumente, a palavra é usada para indicar um aspecto particular: o desenvolvimento biológico. Desta forma é que o termo será utilizado por nós, como uma doutrina biológica denominada *teoria da evolução*, cujo princípio básico é a aceitação do desenvolvimento das espécies vivas. (...) Ao contrário do que é sugerido pelo sentido geral da palavra progresso, o desenvolvimento dos seres vivos não envolve necessariamente um progresso contínuo, linear, constante, do simples ao complexo, pois a história da vida é repleta de casos de regressão e diminuição da complexidade.” (LIMA, 1988, p. 7)

IV) “Como todos os conceitos importantes, a evolução gera controvérsia; como muitos conceitos importantes, ela tem sido usada como uma base ou fundamento intelectual para pontos de vista filosóficos, éticos ou sociais. Em seu sentido mais amplo, a evolução é meramente mudança e, deste modo, é uma idéia de ampla penetração – galáxias, linguagens e sistemas políticos evoluem. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA (ou EVOLUÇÃO ORGÂNICA) é a mudança nas propriedades das populações dos organismos que transcendem o período de vida de um único indivíduo. A ontogenia de um indivíduo não é considerada evolução; organismos individuais não evoluem. As mudanças nas populações que são consideradas evolutivas são aquelas herdáveis via material genético, de uma geração para outra. A evolução biológica pode ser pequena ou substancial; ela abrange tudo, desde pequenas mudanças na proporção de diferentes alelos dentro de uma população (tais como aqueles que determinam o tipo sanguíneo), às alterações sucessivas que levaram os primeiros proto-organismos a se transformarem em caramujos, abelhas, girafas e dentes-de-leão.” (FUTUYMA, 1992, p. 7)

BRANCO, S. M. *Evolução das espécies: o pensamento científico, religioso e filosófico*. 6 ed. São Paulo: Moderna, 1994. 72p. (Polêmica).

FERREIRA, A. B. H. *Mini-dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1977.

FUTUYMA, D. J. *Biologia evolutiva*. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992. 646p.

LIMA, C. P. *Evolução Biológica: controvérsias*. São Paulo: Ática, 1988. 92p. (Princípios).

5 – Questionário de avaliação das atividades do dia

Avaliação das atividades do dia 05/07/2003

1. Qual o seu grau de satisfação com este dia de atividade?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Muito satisfeito | <input type="checkbox"/> Pouco satisfeito |
| <input type="checkbox"/> Bem satisfeito | <input type="checkbox"/> Nem um pouco satisfeito |

2. Em que medida as atividades realizadas podem lhe ajudar no seu trabalho em sala de aula?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ajudam muito | <input type="checkbox"/> Ajudam pouco |
| <input type="checkbox"/> Ajudam bem | <input type="checkbox"/> Não ajudam |

3. Em que medida suas expectativas foram atendidas?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Foi além das expectativas | <input type="checkbox"/> Foram pouco atendidas |
| <input type="checkbox"/> Foram atendidas | <input type="checkbox"/> Não atendeu às expectativas |

4. O que você aprendeu de mais importante neste dia?

5. O que faltou?

6. O que poderia ter sido melhor explorado?

7. Outros comentários

8. Avalie as atividades com notas de 1 (péssimo) a 4 (ótimo)

Atividade	Nota	Comentários
<i>Apresentação dos participantes</i>		
<i>Dinâmica dos quadrados</i>		
<i>Exposição sobre a temática "Evolução Biológica" nos PCNs – Ensino Médio</i>		
<i>Análise da utilização do termo 'Evolução' em artigos de revistas e propagandas</i>		
<i>Discussão do conceito de 'Evolução', a partir de trechos de livros</i>		
<i>Leitura e discussão de texto "O dilema de Darwin: a odisséia da evolução"</i>		

9. Como estou saindo após esse dia de trabalho?

APÊNDICE G

Materiais utilizados com os professores no 2º Encontro (02/08/2003)

- 1 – Instruções para as dinâmicas: “Teste da comunicação” e “Exercício de comunicação oral”
- 2 – Texto sobre o conceito e importância da Evolução no campo da Biologia
- 3 – Proposta de redação – vestibular Unicamp/2003
- 4 - Questionário de avaliação das atividades do dia

2 – Texto sobre o conceito e importância da Evolução no campo da Biologia

Atividade realizada: o texto foi dividido em trechos. Cada participante leu um deles individualmente e elaborou uma expressão ou frase-síntese sobre o conteúdo lido, escrevendo-o em um painel coletivo. Em seguida, cada participante leu seu trecho em voz alta e comentou o conteúdo baseando-se nas anotações do painel coletivo. Desta forma, a cada trecho, houve uma pequena discussão. Paralelamente, houve um painel de dúvidas e esclarecimentos, onde os participantes poderiam registrar questões livremente.

35 surgira de um ovo sem forma (para uma melhor explicação do debate, veja o ensaio 25). Haller escolheu o termo cuidadosamente, porque a palavra latina *evolvere* significa “desenrolar”; na verdade, os músculos homínculos simplesmente desdobravam-se de seus apertados aposentos e punham-se a crescer de tamanho durante seu desenvolvimento embrionário.

40 Assim sendo, a evolução embriológica de Haller parecia excluir a descendência com modificação de Darwin. Se a história toda da raça humana se achava pré-embalada nos ovários de Eva, como poderia a força natural da seleção (ou qualquer outra força, aliás) alterar o curso preordenado de nossa passagem pela Terra?

45 Nosso mistério parece apenas agravar-se. Como pôde o termo usado por Haller transformar-se em algo de sentido praticamente oposto? Isso só foi possível por estar a teoria de Haller às portas da morte por volta de 1859; com seu desaparecimento, o termo que Haller usara ficou disponível para outros propósitos.

50 O termo “evolução”, no sentido de uma descrição da “descendência com modificação” de Darwin, não foi tomado emprestado de uma significação técnica prévia; foi, isso sim, desapropriado do vernáculo. No tempo de Darwin, tinha-se tomado um termo comum em inglês, com significado muito diverso do sentido técnico que lhe emprestara Haller. O *Oxford English Dictionary* localiza-o no poema de H. More, de 1647: “Evolution of outward forms spread in the world’s vast spirit [sprit]” (A evolução de formas exteriores espalhou-se no vasto espírito do mundo). Mas este era um “desenrolar” de sentido muito diferente daquele de Haller. Nele estava implícito “o aparecimento, em sucessão ordenada, de uma longa série de eventos”, e, mais importante, corporificava um conceito de *desenvolvimento progressivo* — um desdobramento ordenado do mais simples para o mais complexo. No mesmo dicionário ainda consta “Processo de desenvolvimento de um estado rudimentar para outro mais completo ou maduro”. Portanto, no vernáculo, “evolução” era uma palavra firmemente ligada ao conceito de progresso.

65 Darwin chegou a usar “evolver”, no sentido vernacular — na verdade é a última palavra de seu livro.

70 Existe uma grandeza nessa visão de mundo, com seus vários poderes, tendo sido originalmente insuflados em poucas formas, ou em apenas uma; enquanto este planeta continuou girando segundo as leis da gravidade, desde o mais simples começo, infindáveis formas, as mais belas e mais maravilhosas, evolveram ou estão evoluindo.

75 Darwin escolheu-a para esta passagem porque quis contrastar o fluxo do desenvolvimento orgânico com a fixidez de leis físicas como a gravidade. Mas era uma palavra por ele usada raramente, já que Darwin rejeitava explicitamente equacionar o que agora chamamos de evolução com qualquer noção de progresso.

Curso de Extensão Universitária – UNESP
 “A Evolução Biológica como eixo para o ensino de Biologia:
 subsídios para a prática pedagógica do professor de Ensino Médio”
 Capão Bonito, julho de 2003

GOULD, S. J. O dilema de Darwin: a odisséia da evolução. In: _____ Darwin e os grandes enigmas da vida. 2ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992. p. 25-29 (Ciência Aberta)

1 A exegese da evolução como conceito ocupou vidas inteiras de milhares de cientistas. Em comparação, o que desenvolve neste ensaio é algo quase que ridiculamente limitado — apenas uma exegese da palavra em si. Registro como a mudança orgânica veio a chamar-se *evolução*. É uma história complexa e fascinante em termos de um exercício de detecção etimológica de puro antiquário. Mas não é apenas isso, já que o uso anterior dessa palavra contribuiu para o mais comum e correntemente mal-entendido existente entre os leigos sobre o que os cientistas querem dizer com evolução.

40 Para começar, um paradoxo: Darwin, Lamarck e Haeckel — os maiores evolucionistas do século 19, da Inglaterra, França e Alemanha, respectivamente — não usaram a palavra “evolução” nas edições originais de seus trabalhos mais importantes. Darwin falou em “descendência com modificação”, Lamarck de “transformismo”. Haeckel preferiu a “Teoria das Transmutações” ou “*Descendenz-Theorie*”. Por que eles não usaram “evolução”, e como foi que a mudança orgânica adquiriu seu nome atual?

20 Darwin evitava usar o termo “evolução” para descrever sua teoria por duas razões. Para começar, no seu tempo, o termo já tinha um significado técnico em biologia. Na verdade, cobria uma teoria embriológica que não podia adequar-se à opinião de Darwin sobre o desenvolvimento orgânico.

25 Em 1744, o biólogo alemão Albrecht von Haller havia cunhado o termo “evolução” para descrever a teoria de que os embriões cresciam de homínculos pré-formados, contidos no ovo ou no esperma (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 homínculo em cada ovo de Eva, um homínculo menorzinho em cada ovo do homínculo anterior, e assim por diante).

30 Essa teoria da evolução (ou pré-formação) foi combatida pelos epigenesistas, que acreditavam que a complexidade da forma adulta

80	<p>Num famoso epigrama, Darwin faz uma recomendação a si próprio, para não dizer jamais “superior” ou “inferior” ao descrever a estrutura dos organismos — porque, se uma ameiba está tão bem adaptada a seu meio ambiente quanto nós ao nosso, quem pode dizer que somos nós as criaturas superiores? Assim, Darwin evitava chamar de evolução a descrição de sua descendência com modificação, tanto por seu significado técnico ir contra as crenças que defendia, como por não se sentir à vontade com a noção de progresso, inerente a seu sentido do vernáculo.</p>	125	<p>piores preconceitos antropocêntricos imagináveis. Mesmo assim, a maioria dos leigos equaciona evolução com progresso, e define a evolução humana não como uma mudança apenas, mas em termos de maior inteligência, maior altura, ou qualquer outra medida de hipotética melhoria.</p>
85	<p>A palavra evolução entrou na língua inglesa como sinônimo de “descendência com modificação” através da propaganda de Herbert Spencer, aquele incansável vitoriano, doutor em quase tudo. Evolução, para Spencer, era a lei máxima de todo desenvolvimento. E, para um perfeccionista vitoriano, que outro princípio poderia reger os processos de desenvolvimento do universo senão o progresso? Assim, Spencer definiu a lei universal em seu <i>First Principles</i> (Primeiros Princípios) de 1862: “Evolução é uma integração da matéria e concomitante dissipação de movimento durante a qual a matéria passa de uma homogeneidade indefinida, incoerente, a uma heterogeneidade coerente”.</p>	130	<p>No que pode perfeitamente vir a ser o mais divulgado documento antievolucionista dos tempos modernos, o panfleto da seita Testemunhas de Jeová, <i>Did Man Get Here by Evolution or by Creation?</i> (Como o Homem Chegou até aqui: pela Evolução ou pela Criação?), proclama: “A evolução, em termos muito simples, quer dizer que a vida progrediu de organismos unicelulares até seu estado mais alto, o ser humano, através de uma série de mudanças biológicas ocorridas durante milhões de anos... Mera mudança dentro de um tipo básico de ser vivo não deve ser considerada evolução”.</p>
90	<p>Dois outros aspectos do trabalho de Spencer contribuíram para a atual acepção da palavra. Primeiro, ao escrever o popular <i>Principles of Biology</i> (Princípios de Biologia), 1864-67, Spencer usou constantemente “evolução” para descrever a mudança orgânica. Segundo, não via o progresso como uma capacidade intrínseca da matéria, mas sim como o resultado de uma “cooperação” entre forças (ambientais) externas e internas. Esse ponto de vista se enquadrava muito bem na maior parte dos conceitos do século 19 sobre a evolução orgânica, uma vez que os cientistas vitorianos equacionavam facilmente mudança orgânica com progresso orgânico. Portanto, o termo estava à disposição quando muitos cientistas precisaram de uma palavra mais sucinta para a descendência com modificação de Darwin. E, uma vez que a maioria dos evolucionistas encarava a mudança orgânica como um processo voltado para o aumento de complexidade (isto é, para nós), a apropriação do termo usado de maneira geral por Spencer não causou danos à definição.</p>	135	<p>Esta equação falaciosa entre evolução orgânica e progresso continua tendo consequências nefastas. Historicamente, gerou os abusos do Darwinismo Social (a respeito do qual o próprio Darwin nutria suspeitas). Essa desacreditada teoria classificava grupos e culturas humanos de acordo com seu suposto nível de conquistas evolutivas, colocando (o que não é de surpreender) os europeus brancos no topo e os habitantes das colônias conquistadas na base da pirâmide. Hoje em dia, permanece como componente primordial de nossa arrogância global, de nossa crença no domínio, não na convivência, com mais de um milhão de outras espécies que habitam nosso planeta. Já está esgotado, porém, e não há mais nada que se possa fazer. Ainda assim, é uma pena que os cientistas tenham contribuído para um mal-entendido fundamental, ao escolher uma palavra com sentido de progresso para descrever a menos eufônica, mas mais acurada, “descendência com modificação” de Darwin.</p>
95		140	
100		145	
105		150	
110			
115			
120			

3 – Proposta de redação – vestibular Unicamp/2003

Atividade realizada: os professores foram divididos em grupos de duas ou três pessoas. A cada grupo foram dados dois ou três fragmentos de textos dentre os oito presentes na proposta da redação. Foi pedido que cada grupo verificasse como o candidato do vestibular poderia usar cada fragmento em sua argumentação na redação, basicamente em torno da controvérsia entre evolução como progresso ou não. A seguir, cada grupo expôs sua interpretação a respeito dos fragmentos recebidos.

REDAÇÃO

ORIENTAÇÃO GERAL

- Escolha do tema:
Escolha um dos três temas propostos para redação e assinale sua escolha no alto da página de resposta. Você deve desenvolver o tema conforme o tipo de texto indicado, segundo as instruções que se encontram na orientação dada ao tema escolhido.
 - Coletânea de textos:
Os textos que acompanham cada tema foram tirados de fontes diversas e apresentam fatos, dados, opiniões e argumentos relacionados com o tema geral EVOLUÇÃO/PROGRESSO. São textos como aqueles a que você está exposto na sua vida diária de leitor de jornais, revistas ou livros, e que você deve saber ler e comentar.
- Leia a coletânea e utilize-a segundo as instruções específicas dadas para o tema escolhido. Se quiser, pode valer-se também de informações que julgar importantes, mesmo que tenham sido incluídas nas propostas dos outros temas ou nos enunciados das questões desta prova.

TEMA A

ATENÇÃO: SE VOCÊ NÃO SEGUIR AS INSTRUÇÕES RELATIVAS A ESTE TEMA, SUA REDAÇÃO SERÁ ANULADA.

A palavra "evolução" tem sido usada em vários sentidos, especialmente de mudança e de progresso, seja no campo da biologia, seja nas ciências humanas. Tendo em mente esses diversos sentidos, e considerando a coletânea abaixo, escreva uma dissertação em torno da seguinte afirmação do filósofo Bertrand Russel (Unpopular Essays, 1959):

A mudança é indubitável, mas o progresso é uma questão controversa.

1. Evolução significa um desenvolvimento ordenado. Podemos dizer, por exemplo, que os automóveis modernos *evoluiram* a partir das carruagens. Frequentemente, os cientistas usam palavras num sentido especial, mas quando falam de evolução de climas, continentes, planetas ou estrelas, estão falando de desenvolvimento ordenado. Na maioria dos livros científicos, entretanto, a palavra se refere à evolução orgânica, ou seja, à teoria da evolução aplicada a seres vivos. Essa teoria diz que as plantas e animais se modificaram geração após geração, e que ainda estão se modificando hoje em dia. Uma vez que essa mudança tem-se prolongado através das eras, tudo o que vive atualmente na Terra descende, com muitas alterações, de outros seres que viveram há milhares e até milhões de anos atrás. (*Enciclopédia Delta Universal*, vol. 6, p. 3134.)
2. Quando se focalizou a língua, historicamente, no século XIX, as mudanças que ela sofre através do tempo foram concebidas dentro da idéia geral de evolução. A evolução, como sabemos, foi um conceito típico daquela época. Surgiu ele nas ciências da natureza, e depois, por analogia, se estendeu às ciências do homem. (...) Do ponto de vista das ciências do homem em geral, a plenitude era entendida como o advento de um estado de civilização superior, e os povos eram vistos como seguindo fases evolutivas até chegar a uma final, superior, que seria o ápice de sua evolução. (Mattoso Câmara, 1977. *Introdução às línguas indígenas brasileiras*. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico. p. 66.)
3. Progresso, portanto, não é um acidente, mas uma necessidade... É uma parte da natureza. (Herbert Spencer, *Social Statics*, 1850, cap. 2, seção 4.)
4. Ator 1 - Com o passar dos séculos - o homem sempre foi muito lento - tendo desgastado um quadrado de pedra e desenvolvido uma coisa que acabou chamando de roda, o homem chegou, porém, a uma conclusão decepcionante - a roda só servia para rodar. Portanto, deixemos claro que a roda não teve a menor importância na História. Que interessa uma roda rodando? A idéia verdadeiramente genial foi a de colocar uma carga em cima da roda e, na frente, puxando a carga, um homem pobre. Pois uma

coisa é definitiva: a maior conquista do homem foi outro homem. O outro homem virou escravo e, durante séculos, foi usado como transporte (liteira), ar refrigerado (abano), lavanderia, e até esgoto, carregando os tonéis de cocô da gente fina. (Millôr Fernandes. *A História é uma história*. Porto Alegre, LP&M, 1978.)

5. Na história evolucionária, relativamente curta, documentada pelos restos fósseis, o homem não aperfeiçoou seu equipamento hereditário através de modificações corporais perceptíveis em seu esqueleto. Não obstante, pôde ajustar-se a um número maior de ambientes do que qualquer outra criatura, multiplicar-se infinitamente mais depressa do que qualquer parente próximo entre os mamíferos superiores, e derrotar o urso polar, a lebre, o gavião, o tigre, em seus recursos especiais. Pelo controle do fogo e pela habilidade de fazer roupas e casas, o homem pode viver, e vive e viceja, desde o Círculo Ártico até o Equador. Nos trens e carros que constrói, pode superar a mais rápida lebre ou avestruz. Nos aviões, pode subir mais alto que a águia, e, com os telescópios, ver mais longe que o gavião. Com armas de fogo, pode derrubar animais que nem o tigre ousa atacar. Mas fogo, roupas, casas, trens, aviões, telescópios e revólveres não são, devemos repetir, parte do corpo do homem. Pode colocá-los de lado à sua vontade. Eles não são herdados no sentido biológico, mas o conhecimento necessário para sua produção e uso é parte do nosso legado social, resultado de uma tradição acumulada por muitas gerações, e transmitida, não pelo sangue, mas através da fala e da escrita. (Gordon Childe. *A evolução cultural do homem*. Rio de Janeiro, Zahar, 1966. p. 39-40.)

6. O homem pode ser desculpado por sentir algum orgulho por ter subido, ainda que não por seus próprios esforços, ao topo da escala orgânica; e o fato de ter subido assim, em vez de ter sido primitivamente colocado lá, pode dar-lhe esperanças de ter um destino ainda mais alto em um futuro distante. (Charles Darwin, *A descendência do homem*. www.gutenberg.net)

7. ... por causa de nossas ações, os ecossistemas do planeta estão visivelmente evoluindo de formas não previstas pelos seres humanos. Algumas vezes, as mudanças parecem pequenas. Tomemos o caso das rãs e das salamandras nas Ilhas Britânicas. Os invernos estão mais quentes nessa região, devido a mudanças de clima causadas pelos seres humanos. Isso significa que as lagoas onde aqueles animais se reproduzem estão mais quentes. Assim, as salamandras (*Triturus*) começaram a se acasalar mais cedo. Mas as rãs (*Rana temporaria*) não. De modo que a desova das rãs está virando almoço das salamandras. É possível que as lagoas britânicas em que há salamandras continuem por dezenas e dezenas de anos cada vez com menos rãs. E então, um dia, o ecossistema da lagoa desmorona... (Adaptado de Alanna Mitchell, "Bad Evolution", *The Globe and Mail Saturday*, 4/5/2002.)

8. Em que consiste, em última análise, o progresso social? No desenvolvimento do melhor modo possível dos recursos havidos da natureza, da qual tiramos a subsistência, e no apuro dos sentimentos altruísticos, que tornam a vida cada vez mais suave, permitindo uma cordialidade maior entre os homens, uma solidariedade mais perfeita, um interesse maior pela felicidade comum, um horror crescente pelas injustiças e iniquidades... (Manuel Bonfim, *A América Latina: Males de origem*. Rio de Janeiro/Paris, H. Garnier, s/d.)

TEMA B

ATENÇÃO: SE VOCÊ NÃO SEGUIR AS INSTRUÇÕES RELATIVAS A ESTE TEMA, SUA REDAÇÃO SERÁ ANULADA.

No século XXII, um cientista resolve criar o "homem perfeito". Para tanto, desenvolve um "acelerador genético", capaz de realizar em pouco tempo um processo que supostamente duraria milênios. Aplica o engenho a um pequeno número de cobaias humanas que, à idade propícia, são inseridas na sociedade, para cumprirem seu "destino". Dessas cobaias, uma suicidou-se, outra tornou-se um criminoso, outra, presidente da república. A quarta é você, a quem cabe atestar o êxito ou o fracasso do experimento.

Componha uma narrativa **em primeira pessoa** que contenha

- ações que justifiquem o desfecho das histórias de seus companheiros;
- um desfecho inteiramente diferente para sua própria história.

APÊNDICE H

Materiais utilizados e produzidos pelos professores no 3º Encontro (16/08/2003)

- 1 – Instruções para as dinâmicas: “Mãos dadas” e “Encontro a dois”
- 2 – Instrumento para análise de livros didáticos
- 3 – Transparências produzidas pelos grupos durante a atividade de análise de livros didáticos
- 4 - Questionário de avaliação das atividades do dia

1 – Instruções para as dinâmicas: “Mãos dadas” e “Encontro a dois”

DINÂMICA: “Mãos dadas”

Atividade realizada: os membros do grupo tiveram que levantar os braços e aproximarem-se uns dos outros o máximo possível. Em seguida, cada pessoa teve que pegar, com cada uma de suas mãos, a mão de algum outro participante, de forma aleatória. Feito isto e sem soltar as mãos uns dos outros, o grupo teve que tentar formar um círculo, desmanchando o “embarço” formado pelo entrelaçamento das mãos e braços. Após realizada a tarefa, foi feita uma segunda variação: os participantes tiveram que colocar as mãos umas sobre as outras, alternadamente, sem uma ordem definida, formando um “monte”. Depois, duas a duas, a partir de cima do monte, as pessoas foram dando as mãos, formando novamente um “embarço” que o grupo teve que tentar desfazer. Uma terceira variação ainda foi feita: os membros do grupo se dispuseram em círculo, memorizando quem estava de seu lado esquerdo e direito. Depois, com os olhos fechados, eles passaram a circular livremente pelo espaço. Em um determinado momento, pediu-se para que eles parassem, abrissem os olhos e, com o mínimo de movimento, tentassem pegar a mão de seu companheiro que estava no círculo ao lado esquerdo com a mão esquerda e do companheiro da direita com a mão direita. Com isso, novamente estabeleceu-se o “embarço” que o grupo tentou desfazer.

DINÂMICA: “Encontro a dois”

Atividade realizada: os professores foram divididos em grupos de duas pessoas, que receberam frases que deveriam ser completadas um para o outro. Depois que as duplas realizaram a atividade, foi feita uma discussão coletiva.

Relação de frases a serem completadas:

1. Quando penso no futuro, eu me vejo...
2. Quando estou num grupo novo, eu me sinto...
3. Quando entro numa sala cheia de pessoas, eu normalmente me sinto...
4. Quando estou preocupado com uma nova situação, eu comumente...
5. Sinto-me confortável num grupo onde o líder...
6. As normas sociais me fazem sentir...
7. Em situações ambíguas, não estruturadas, eu...
8. Eu sou mais feliz quando...
9. As coisas que mais me descontrolam...
10. Neste momento estou sentindo...
11. O que mais me inibe em reuniões de grupo é...
12. Quando não sou reconhecido, eu...
13. Quando estou sozinho, geralmente...
14. O que agora sinto diante de você é...
15. No meio das pessoas, eu...
16. Eu me integro no grupo, quando...
17. A emoção que mais dificuldade sinto em controlar é...
18. Meu ponto fraco é...
19. Tenho medo de...
20. Creio em...
21. Tenho vergonha de...
22. O que mais me alegra é...
23. O que mais me enerva é...
24. O que mais me entristece é...
25. A maior esperança que tenho é...
26. A pessoa que mais admiro é...
27. O que aprecio em você é...
28. Para mim, receber ordens de outras pessoas me causa...
29. Eu amo, quando...
30. Desejo-te...

2 – Instrumento para análise de livros didáticos

Atividade realizada: os professores foram divididos em grupos de duas ou três pessoas e fizeram a análise de livros didáticos de Ciências e Biologia com base no instrumento abaixo, previamente elaborado pelo coordenador. Foram confeccionadas transparências contendo informações referentes às análises realizadas. Em seguida, cada grupo apresentou os resultados de suas análises.

INSTRUMENTO PARA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS¹

1) Informações gerais

Título, autor (es), editora, ano de publicação, edição, volume (único ou faz parte de coleção)

2) Estrutura dos conteúdos associados à Evolução Biológica

- ◆ Aspectos gerais
 - a) Quantos capítulos/unidades existem no livro?
 - b) Quantos capítulos/unidades estão destinados ao conteúdo de evolução?
 - c) Qual o número de páginas destinadas ao tema evolução? Quantas páginas existem ao todo no livro?
- ◆ Aspectos estruturais
 - a) Listar os tópicos das unidades/capítulos sobre evolução.
 - b) No texto principal, os conceitos mais importantes estão em destaque?
 - c) Além do texto principal, existem outros componentes, tais como:
 - Quadros com explicações acessórias ao longo do texto?
 - Textos para leitura complementar?
 - Ilustrações? De que tipo? (fotos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, diagramas etc.)
 - Atividades experimentais?
 - Questões? De que tipo? (dissertativas, testes, completar lacunas, associação, cruzadinhas etc.)

3) Conceito de Evolução Biológica

- a) Transcrição do(s) trecho(s), indicando a(s) página(s) e capítulo(s)/unidade(s)
- b) Apresenta erros conceituais?²
- c) Apresenta algum termo ou expressão que pode dificultar a compreensão do conceito para o público a que se destina? Qual(is)? Existe algum esclarecimento do termo em algum outro ponto do livro (glossário, quadro à parte, nota de rodapé etc.)?

¹ Esse instrumento foi organizado com base em orientações presentes em: CIAMPI, M.B. *A biologia nos livros didáticos: analisando os conteúdos de genética*. 2000. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Orientador: Renato Eugênio da Silva Diniz.

² É importante observar que os conceitos científicos devem ser apresentados de maneira correta, adaptados para a faixa etária a que se dirigem.

3 – Transparências produzidas pelos grupos durante a atividade de análise de livros didáticos

Grupo 1: NL, NM, RA

1- Informações gerais

Livro: “Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano”

Autor: Eduardo Leite do Canto

Ano Publicação: 1998

Edição: 1ª

Volume: 8ª série (faz parte coleção)

2- Estrutura dos conteúdos associados à Evolução Biológica. Aspectos gerais.

a) 15 capítulos.

b) 01 capítulo.

c) 21 páginas.

d) 272 páginas.

Aspectos estruturais.

a) Os fósseis e a história da Terra.

Explicação de Lamarck.

Explicação de Darwin.

Seleção Artificial.

Mendel.

Mutações gênicas.

O darwinismo visto à luz da genética.

O passo da formação das espécies.

A origem da vida.

Uma visão moderna sobre a vida na Terra.

Os reinos dos seres vivos.

b) Os conceitos mais importantes não estão em destaque.

c) Existem quadros explicativos, textos complementares, ilustrações com desenhos, fotos, esquema, gráficos, etc. Atividades experimentais. As questões são dissertativas com as vivências dos alunos.

3- Conceitos da evolução Biológica

a) Evolução: é o resultado de um processo demorado, que envolve muitas e muitas gerações de indivíduos de uma mesma espécie que gradualmente sofrem alterações podendo ou não garantir sua adaptação ao ambiente em que vivem.

b) Não.

c) Não apresenta expressão que dificulta a compreensão do conceito e há nota de rodapé, glossário e quadro à parte.

Grupo 2: IA, LK, LM**1- Informações gerais**

Título: "Biologia"

Autor: Wilson Roberto Paulino

Editora: Ática

Ano Publicação: 2000 (6ª edição)

Volume: único

2- Estrutura

87 módulos divididos em 3 partes

3 módulos destinados para Evolução

9 páginas com o tema Evolução

Total de páginas do livro: 438

Origem da Vida: 2 módulos/7 pág.

3- Aspectos estruturais

Origem da Vida I

Origem da Vida II

O Mecanismo Evolutivo

 Especiação

Evidências Evolutivas

Termos em destaque:

 Idéias/palavras

Quadros, textos complementares, fotos, desenhos, esquemas e diagramas.

Atividades: Dissertativas / Testes

Não há atividades experimentais

a) Conceito

Pg 330 – Módulo 74 – Parte II

A teoria da evolução tenta explicar o mecanismo que propiciou essa intensa variedade de seres vivos.

As spp são passíveis de mudança

As spp existentes hoje surgiram de outras preexistentes

Spp contribuem para as características adaptativas.

b) “Aprimoramentos” das Spp**c) Não apresenta glossários, rodapé**

Grupo 3: AE, NG***Transparência elaborada pelo grupo para a apresentação***

- 1-** Título: “Biologia”;
Autor: Ayrton Marcondes;
Editora: Atual; Ano: 1998
Edição: 1ª – Volume Único
- 2- Aspectos Gerais**
- a) 46 capítulos em 10 unidades
 - b) 1 unidade (também abrange Genética)
 - 2 capítulos – 1 (Origem da Vida); 23 (Evolução)
 - c) Cap. 1 – 6 páginas
 - Cap. 23 – 9 páginas
 - Total livro – 573 páginas
- Total de páginas do livro: 438
- 2- Aspectos estruturais**
- a) Introdução;
Evidências da Evolução
Histórias da Vida
Fósseis
Anatomia Comparada
Embriologia Comparada
Evidências Bioquímicas
Adaptação
Teoria de Lamarck
Teoria de Darwin
Comparação entre as teorias
Neodarwinismo
 - b) Sim (em negrito)
 - c) Quadros;
Ilustrações – Fotos, Desenhos, Esquemas e Tabelas
Questões – Dissertativas e Test.
- 3.** a) “Em sentido amplo, ... e dentes-de-leão.” – Cap. 23, p.267
Ref. Futuyama
- b) Não.
 - c) Não.

Esquema elaborado pelo grupo para a apresentação
(em papel; não houve tempo para produção de transparência)

- 1-** Título: BIO
Autor(a): Sonia Lopes
Ed. Saraiva, 1999. 1ª ed: Volume único.
- 2- Aspectos Gerais**
- a) 38 capítulos em 7 unidades
 - b) 3 capítulos em 2 unidades
- 1/2 unidade (6) – EVOLUÇÃO e, nesta, 2 capítulos (33 e34) – Genética de Populações (desconsiderado)
- unidade (1) – 2 capítulos.
- c) Unidade 1: 32 pp (cap. 1 e2)
- Unidade 6: 7 pp (cap. 33)
- páginas totais: 607
- Aspectos estruturais**
- a) O que é evolução?
Evidências da evolução.
As idéias sobre evolução (Lamarck e Darwin)
Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo).
 - b) razoável (somente termos em meio a textos)
 - c) – textos (Resistência a antibióticos e a inseticidas)
 - ilustrações (fotos, esquemas, tabela)
 - questões (dissertativas e testes)
 - indicação de sites.
- 3-**
- a. “Evolução é o processo...tempo” Cap. 33 pág. 519
 - b. Muito resumido e sem contexto.
 - c. Não (Índice remissivo).

Grupo 4: RB, SG

1- Informações gerais

Biologia

J.A. Favaretto & C. Mercadante

Ed. Moderna – 1ª edição – 1999

Volume Único

2- Aspectos Gerais

4 unidades; 32 capítulos; 350 pp.

Cap. 15 – Origem da Vida – 6 pp.

Cap. 16 – Evolução da Vida – 19 pp.

Aspectos estruturais

a) ORIGEM DA VIDA

- Uma abordagem histórica

De Aristóteles a Pasteur

A vitória do método científico

Hipótese autotrófica – do complexo para o simples

- Hipótese heterotrófica

Formação de compostos orgânicos

Dos coacervados às células

Surgimento do material genético

Energia para a vida

EVOLUÇÃO DA VIDA

- Como os ramos de uma velha árvore

Mutações

Genética de populações

As idéias evolucionistas (Lamarck, Darwin)

A moderna teoria da evolução

b) Conceitos em negrito

c) Há: quadros, textos complementares, fotos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, diagramas.

Não há: atividades experimentais.

Questões: dissertativas e testes vestibular.

- Para refletir: interdisciplinar; em classe; grupo

- Complementares: específicas; individual; dif. cresc.

3- Conceito de Evolução Biológica

a) A **evolução biológica**, entendida como o conjunto de mudanças cumulativas, que ocorrem ao longo do tempo em uma população, relaciona-se com a forma de adaptação dos seres vivos ao ambiente.

(...)

A **evolução** pode ser entendida como o conjunto de mudança das frequências dos alelos com o passar do tempo.

b) Erros conceituais: Não há.

c) Termos difíceis: Alelos, adaptação.

Explicações no próprio texto.

APÊNDICE I

Materiais utilizados com os professores no 4º Encontro (06/09/2003)

- 1 – Discussão sobre as idéias de Lamarck e Darwin
- 2 – Instruções para a dinâmica “Gestos em círculo”
- 3 – Jogo da Mutação
- 4 – Texto-síntese sobre a Teoria Sintética da Evolução
- 5 - Questionário de avaliação das atividades do dia

1 – Discussão sobre as idéias de Lamarck e Darwin

Atividade realizada: os professores foram divididos em quatro grupos. Cada grupo teve que discutir e responder uma das quatro questões propostas. A seguir, houve uma rodada de discussão coletiva, a partir da leitura das questões e das respostas formuladas por cada grupo.

AS IDÉIAS DE LAMARCK E DARWIN

- 1) **(UFRJ-94/RJ)** Em determinada região da Birmânia são colocados cinco anéis de metal no pescoço das meninas quando atingem a idade de cinco anos. Com o passar dos anos, novos anéis são acrescentados. Ao chegarem à idade adulta, essas mulheres apresentam um pescoço que possui o dobro do comprimento normal. Essa tradição acabará levando ao nascimento de indivíduos de pescoço mais longo nas próximas gerações? Justifique sua resposta.
- 2) **(U. Católica de Salvador-BA - adaptada)** Das afirmativas abaixo, quais são compatíveis com as idéias de Lamarck?
 - a) As garças desenvolveram pernas longas esticando-se para manter o corpo fora d'água.
 - b) Os peixes de cavernas tornaram-se cegos por não precisarem mais de visão.
 - c) As girafas aumentaram o comprimento dos pescoços esticando-se para atingir as folhas no topo das árvores.
- 3) **(F. Dom Bosco-DF - adaptada)** Das proposições abaixo, quais podem ser atribuídas a Lamarck e quais podem ser atribuídas a Darwin?
 - a) As girafas ficaram com o pescoço comprido para comerem as folhas situadas em árvores altas.
 - b) Algumas girafas, por terem pescoço comprido, podiam comer as folhas situadas em árvores altas.
 - c) Um halterofilista, com a musculatura desenvolvida à custa de muito exercício, deverá ter filhos com grande desenvolvimento muscular.
- 4) **(VUNESP-95/SP)** Considere as seguintes afirmações:
 - a) “O gafanhoto é verde porque vive na grama”
 - b) “O gafanhoto vive na grama porque é verde”

Na sua opinião, qual afirmação seria atribuída a Darwin e qual seria atribuída a Lamarck? Justifique sua resposta.

Lamarckismo¹

Princípios fundamentais:

- ◆ lei do uso e do desuso dos órgãos;
- ◆ lei da transmissão de características adquiridas de geração para geração.

Conceitos equivocados:

- ◆ os organismos não sofrem transformações hereditárias em função do uso ou desuso dos órgãos;
- ◆ as modificações adquiridas durante a vida não são hereditárias.

Contribuição para a teoria evolutiva:

- ◆ ênfase na capacidade de adaptação dos organismos ao meio e conseqüente modificação destes ao longo das sucessivas gerações.

Darwinismo

Princípios fundamentais:

- ◆ devido à desproporção entre o crescimento populacional e a quantidade de espaço e alimento disponíveis, deve existir uma luta pela sobrevivência entre os indivíduos;
- ◆ como resultado desta luta, apenas os mais aptos permaneceriam vivos, transmitindo suas características aos seus descendentes (seleção natural).

Destes princípios depreendem-se duas teses principais:

- ◆ o principal mecanismo de evolução é o da seleção natural das características hereditárias dos organismos;
- ◆ os organismos são produtos de uma história de descendência com modificação lenta e gradual, a partir de ancestrais comuns.

Importância do darwinismo:

- ◆ ter sido a base da moderna teoria evolutiva.

¹ Fonte: IANUZZI, R. & SOARES, M.B. Teorias evolutivas. In: CARVALHO, I.S. (Ed.). *Paleontologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. p.61-81.

2 – Instruções para a dinâmica “Gestos em círculo”

Para a realização desta atividade, primeiramente o grupo se dispôs em círculo. A seguir, o coordenador pediu que cada pessoa realizasse um gesto simples. Então, o coordenador instruiu que bateria uma palma e cada pessoa teria que imitar o gesto da pessoa à sua direita; isso deveria ser feito até que cada um voltasse a fazer seu primeiro gesto.

Para realizar a tarefa corretamente, o grupo teve que repetir a atividade três vezes. Não houve discussão, apenas comentários de alguns membros do grupo de que a tarefa parecia mais simples do que realmente foi, exigindo que todos se concentrassem bastante. O grupo concluiu que uma pessoa que estivesse desconcentrada era suficiente para que o grupo todo se perdesse na realização da tarefa, enfatizando, com isso, a importância de todos na realização de um trabalho coletivo.

3 – Jogo da Mutação

Atividade realizada: os professores foram organizados em duplas e tiveram um tempo para realizar a atividade. Depois, foi feita uma discussão coletiva sobre as características do material e as dificuldades de seu uso em sala de aula.

O ESTUDO DAS MUTAÇÕES

Roteiro de trabalho: a partir da prática do Jogo das Mutações, discuta o papel e a importância das alterações do DNA para a sobrevivência dos organismos e para o processo de evolução das espécies.

ACAGATATA – O Jogo da Mutação

André Eterovic – Lab. Ecologia Evolutiva
Dpto. Ecologia Geral – Inst. Biociências – USP/SP
eterovic@usp.br
São Paulo – Brasil – setembro 1998

O papel do acaso na origem da diversidade dos seres vivos: essa é a temática do ACAGATATA. A mutação é apresentada como um erro ocorrido durante a cópia de uma fita molde de DNA. Através de gerações consecutivas, tais erros são acumulados, levando à produção de proteínas diferentes daquelas sintetizadas a partir do material genético original. Dessa forma, mudanças casuais num genótipo ancestral refletem sobre o fenótipo de linhagens descendentes. A simulação através do **Jogo da Mutação** permite uma abordagem didática de conceitos e mecanismos referentes à informação genética, sua expressão e a evolução molecular.

Como jogar:

O jogo tem três etapas, conduzidas ordenadamente por cada um dos participantes em seu próprio tabuleiro.

Etapas 1 - Replicação

O objetivo dessa fase é preencher o diagrama dicotômico, submetendo-se uma seqüência de bases de DNA a cópias sucessivas durante as quais há possibilidade de erro (mutações). Após 3 gerações, surgem até 8 genótipos diferentes do original. A seqüência ACAGATATA corresponde à fita de DNA que origina a seqüência matriz (a geração parental P). A partir desta e ao longo de 3 gerações (F1, F2 e a geração terminal F3) de reproduções das séries de bases, a ocorrência de mutações pontuais é determinada pelo lançamento simultâneo de 3 dados especiais:

- Dados de posição: são dois dados com faces [0/1/2/3/4/Ñ] e [1/2/3/4/5/Ñ], cuja soma indica a posição da base em que ocorrerá a mutação. A face [Ñ], só ou em duplicata, indica uma cópia perfeita, sem erros (ou seja, ausência de mutação).
- Dado de mutação: esse dado apresenta faces de **substituição** [A/C/G/T], indicando a base a ser trocada pela da posição sorteada e faces de **deleção** [-] e **inserção** [+], sinalizando, respectivamente, a remoção e adição da base determinada pelos dados de posição. A base a ser inserida é mostrada pelas faces de substituição, em novo lançamento do dado. Lances que determinam a troca de uma base por ela própria correspondem a cópias sem mutação.

Desde a origem da matriz, são executados 15 lances de dados, na ordem indicada no diagrama.

Etapa 2 - Tradução

Nessa etapa, a cada trinca de bases (códon) das seqüências de DNA na geração terminal (F3) é atribuído um aminoácido. O papel intermediário do RNA mensageiro, RNA transportador e ribossomos na conversão da informação genética em peptídeos (série de aminoácidos) não é explicitada nessa simulação. Desse modo, utiliza-se uma tabela convencional do **código genético**, com as 64 trincas possíveis pela combinação das 4 bases do DNA e seus respectivos aminoácidos, dentre os 20 conhecidos.

Códons sem sentido (ACT, ATC, ATT) ou incompletos (gerados por inserções ou deleções) não são decodificados, ou seja, não têm um aminoácido correspondente. Em F3, linhagens onde só ocorreram substituições originam tripeptídeos (série de 3 aminoácidos). Deleções resultam em dipeptídeos e inserções seriais, tetrapeptídeos. O binômio formado pelo **genótipo** (seqüência de bases) e **fenótipo** (seqüência de aminoácidos) corresponde a um **indivíduo** da simulação.

Etapa 3 - Interpretação

Para finalizar o jogo, a reprodução serial do trecho de DNA da matriz é analisada a partir das características dos 8 indivíduos da geração terminal F3. É atribuída uma pontuação em função da particularidade dos eventos ocorridos durante a simulação. A tabela de pontos prevê (sempre para F3):

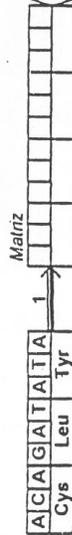
1. **Genótipos diferentes:** número de indivíduos com diferentes seqüências de bases.
2. **Fenótipos diferentes:** número de indivíduos com diferentes seqüências de aminoácidos.
3. **Dipeptídeos:** número de indivíduos que apresentam como fenótipo uma série de dois aminoácidos.
4. **Tetrapeptídeos:** número de indivíduos que apresentam como fenótipo uma série de quatro aminoácidos.
5. **Clones:** número de genótipos presentes em mais de um indivíduo.
6. **Fenótipos iguais e genótipos distintos:** número de peptídeos apresentados por mais de um indivíduo, mas oriundos de diferentes seqüência de bases.
7. **Trincas da mesma base:** número de indivíduos que apresentam códons formados por AAA, CCC, GGG ou TTT.
8. **Trímeros do mesmo aminoácidos:** número de indivíduos que apresentam uma série de três aminoácidos iguais em seu peptídeo.
9. **Cys-Leu-Tyr:** número de indivíduos que apresentam a seqüência de aminoácidos cisteína-leucina-tirosina.
10. **Poli-AC:** número de indivíduos cuja seqüência de bases alterna adenina e citosina.
11. **Poli-A:** número de indivíduos cuja seqüência de bases é formada apenas por adenina.
12. **ACAGATATA:** número de clones do indivíduo gerador da matriz.

O vencedor do jogo acumulou mais pontos. Os perdedores também ganharam: exercitaram seus conhecimentos sobre DNA e suas transformações!

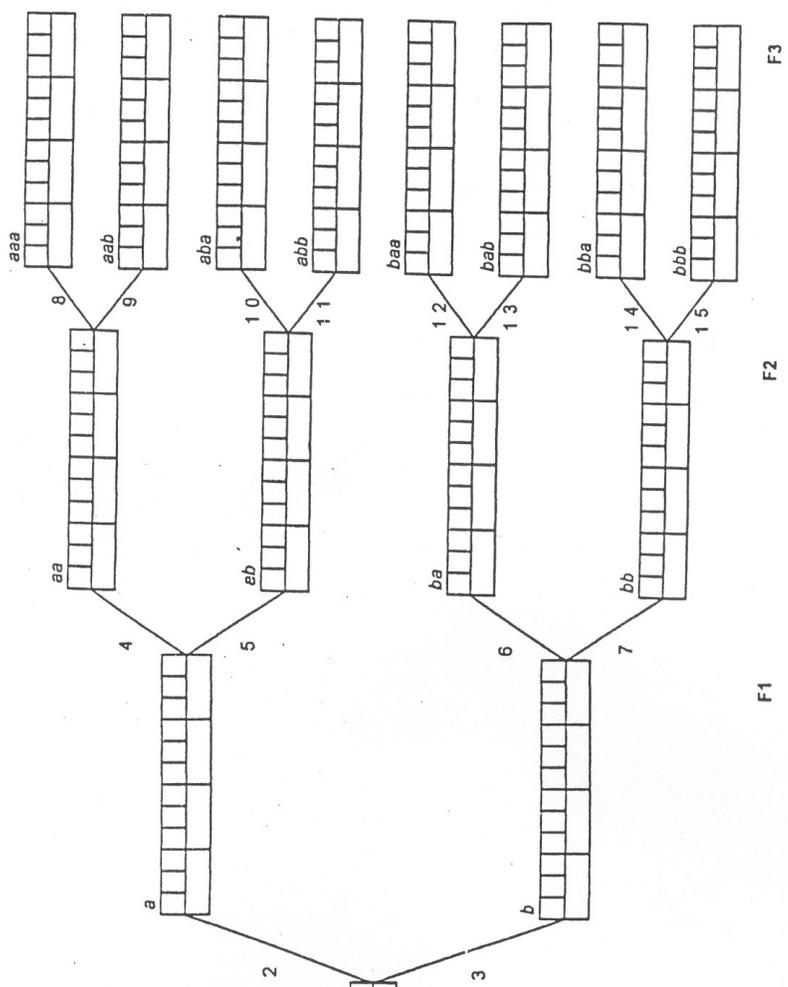
ACAGATATA - O jogo da mutação

André Eterovic
Lab. Ecologia Evolutiva - DEG IBUSP e Lab. Biologia

PONTUAÇÃO		
Item (em F3)	valor	N ptos
1- Genótipos diferentes	1	1
2- Fenótipos diferentes	1	1
3- Dipeptídeos	2	2
4- Tetrapeptídeos	2	2
5- Clones	3	3
6- Fenótipos iguais / genótipos distintos	3	3
7- Trincas da mesma base	5	5
8- Trímeros do mesmo aminoácido	5	5
9- Cys-Leu-Tyr	6	6
10- Poli-AC	6	6
11- Poli-A	9	9
12- ACAGATATA	9	9
TOTAL		



	A	G	T	C
1	Phe	Ser	Tyr	Cys
	Phe	Ser	Tyr	Cys
	Leu	Ser	-	T
	Leu	Ser	-	Tip
	Leu	Pro	His	Arg
	Leu	Pro	His	Arg
	Leu	Pro	Gln	Arg
	Leu	Pro	Gln	Arg
	Ile	Thr	Asn	Ser
	Ile	Thr	Asn	Ser
	Ile	Thr	Lys	Arg
	Met	Thr	Lys	Arg
	Val	Ala	Asp	Gly
	Val	Ala	Asp	Gly
	Val	Ala	Glu	Gly
	Val	Ala	Glu	Gly



Geração: P
nome:
data:

4 – Texto-síntese sobre a Teoria Sintética da Evolução

Atividade realizada: o texto foi dividido em trechos. Cada participante leu um deles individualmente e elaborou uma expressão ou frase-síntese sobre o conteúdo lido, escrevendo-o em um painel coletivo. Em seguida, cada participante leu seu trecho em voz alta e comentou o conteúdo baseando-se nas anotações do painel coletivo. Desta forma, a cada trecho, houve uma pequena discussão. Paralelamente, houve um painel de dúvidas e esclarecimentos, onde os participantes poderiam registrar questões livremente.

Curso de Extensão Universitária – UNESP
 “A Evolução Biológica como eixo para o ensino de Biologia:
 subsídios para a prática pedagógica do professor de Ensino Médio”
 Capão Bonito, agosto de 2003

IANUZZI, R. & SOARES, M.B. Teorias evolutivas. In: CARVALHO, I.S. (Ed.). *Paleontologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. p.61-81.

Teoria Sintética da Evolução

1 O primeiro quarto do século XX foi inaugurado pelo redescobrimto das leis de Mendel e marcado pelo desenvolvimento explosivo da Genética.

Em sua teoria, Darwin não havia conseguido explicar a natureza da herança das características nos organismos. De acordo com o pensamento da época, ele acreditava que a herança ocorria através de uma fusão de elementos paternos e maternos, como uma mistura de tintas. Mas uma hereditariedade desse tipo 40 levaria a uma rápida redução da variabilidade das características nos organismos. Outro problema a ser resolvido era como se dava a conservação e o ressurgimento de características, apesar da reprodução sexual. Nenhuma solução satisfatória foi encontrada até 1900, quando houve a divulgação das experiências do monge Gregor Johann Mendel (1822-1884), apresentadas em 1865. A essência da hereditariedade mendeliana é que os fatores hereditários, os genes, reunidos em um indivíduo, devido à fertilização de um ovo, separar-se- 20 ão novamente nas células reprodutivas (gametas) do indivíduo. Mendel, através de experiências com o cruzamento de plantas, constatou que a variação genética podia ser mantida indefinidamente numa população com reprodução sexuada. Isto porque este tipo de reprodução permite a separação (segregação) e a reunião dos genes de uma população ao longo das gerações, fato este matematicamente demonstrado por ele.

Desde 1901, quando alguns pesquisadores chegaram à conclusão da existência dos genes (fatores hereditários), confirmando todas as proposições de Mendel (o pai da Genética), houve um acentuado impulso no conhecimento científico sobre os genes e suas propriedades. 30

A partir de 1940, os trabalhos de Ronald Fisher, John Haldane, Sewall Wrigth, Theodosius Dobzansky, Ernest Mayr, Julian Huxley, George Simpson e G. Ledyard Stebbins reinterpretaram, à luz de novos dados provindos da genética e outras áreas do conhecimento biológico (botânica, zoologia, paleontologia, 40 ecologia), os conceitos obtidos a partir do darwinismo. Assim nasceu uma nova teoria evolutiva denominada teoria sintética da evolução ou teoria neodarwinista. A teoria darwiniana, quanto à seleção natural, não sofreu alteração em nenhum aspecto essencial em virtude da teoria genética, mas sim foi enriquecida por uma teoria da hereditariedade que permitiu dar uma maior precisão ao conhecimento da evolução, resolvendo alguns problemas até então sem solução (Futuyma, 1993).

50 A genética veio mostrar que as características dos organismos são determinadas por fatores herdáveis, os genes. As modificações (= mutações) ocorridas ao acaso nos genes, quando não letais aos organismos, são a fonte de origem das novas características nos seres vivos e, por conseguinte, responsáveis pela diversidade morfológica observada em populações de organismos. A manutenção da variabilidade nas características dos organismos é garantida inicialmente pela reprodução, onde ocorre a recombinação dos genes dentro da população e posteriormente, pelo mecanismo da seleção natural. 60

A estrutura básica da Teoria Sintética clássica é que a evolução é um fenômeno de duas faces: a produção da variabilidade gênica e a sua manutenção. Os fatores que determinam alterações no conjunto gênico (conjunto de todos os genes presentes em determinada população) são denominados “fatores evolutivos”.

A teoria sintética reconhece como causas da evolução os seguintes fatores evolutivos: mutação, 70 recombinação gênica, deriva genética, seleção natural e migração. Mutação é um fator de produção e aumento da variabilidade gênica. Recombinação e migração são fatores de aumento da variabilidade gênica. Deriva genética, seleção natural e também a migração são fatores de redução da variabilidade gênica (figura 5.1).

a) Mutação

É a fonte básica de toda a variação hereditária; os demais mecanismos evolutivos utilizam a variabilidade que é produzida pelas mutações. Por isso, as mutações têm sido chamadas de “matéria-prima da evolução” (ver também quadro sobre genes, cromossomos e mutações). A mutação pode ser gênica (alteração de um gene) ou cromossômica (alteração do número ou estrutura dos cromossomos). 80

b) Recombinação gênica

É um processo que reorganiza os genes já existentes nos cromossomos. O mecanismo primário de recombinação gênica é a reprodução sexuada, onde 90 os pares de cromossomos permutam (trocam) pedaços entre si durante a formação das células reprodutivas (gametas). Para alguns geneticistas, a recombinação envolve também a segregação (separação) independente desses pares de cromossomos nas células reprodutivas, durante a meiose (redução do número de cromossomos). Ambos mecanismos possibilitam um grande número de combinações gênicas, dando origem a vários tipos de gametas que irão se unir na fecundação. Através da recombinação gênica, uma população pode ter sua 400 variabilidade gênica aumentada, sem adição de novos genes. A recombinação gênica leva à formação de no-

vos genótipos (tipos gênicos), expondo-os à seleção natural e a outros agentes (Araújo, 1984).

Genes, cromossomos e mutações

Os genes são formados por DNA (ácido desoxirribonucléico) e localizam-se nas células dos organismos. Eles se encontram, aos pares, reunidos em filamentos que se organizam em cromossomos (macromoléculas nucleoprotéicas portadoras dos genes). Qualquer tipo de alteração nos genes ou em sua ordenação nos cromossomos, ocorrida nas células reprodutivas (gametas), pode causar o aparecimento de novas características hereditárias. Alterações desta natureza recebem o nome de mutação.

c) Deriva genética

Trata-se de um processo estocástico (aleatório), importante apenas em populações muito pequenas, onde as frequências dos genes flutuam ao acaso, independentemente da sua contribuição para a adaptação; pode haver fixação de genes prejudiciais ou eliminação de outros favoráveis.

d) Seleção natural

Trata-se do principal fator evolutivo que atua na alteração da variabilidade genética da população, enquanto que a migração e a mutação concorrem de forma secundária. A seleção natural é representada pelos agentes do meio externo (i.e. meio físico, químico e biológico) que atuam sobre os indivíduos. Ela organiza e direciona a variabilidade genética surgida através de processos aleatórios (mutação, recombinação e deriva genética). A seleção natural, agora sob a óptica da genética, consiste no fato de selecionar genótipos que conferem a seus portadores melhor adaptação ao ambiente em que vivem, fazendo com que estes deixem maior número de descendentes ao longo das gerações e, assim, eliminando os genótipos desvantajosos. Portanto, a seleção natural tende a diminuir a variabilidade genética, pois apenas alguns genótipos serão "selecionados".

e) Migração

Constitui outro fator capaz de aumentar variabilidade em uma população. A mudança na variabilidade pode ser compreendida ao se imaginar uma população com uma dada constituição genética, recebendo migrantes de outra população com diferente constituição genética, que passam a cruzar com a população residente. Porém, os imigrantes poderão introduzir genes novos e contribuir para o aumento da variabilidade genética da população. Através das migrações é estabelecido um "fluxo gênico" (intercâmbio gênico) que tende a diminuir as diferenças genéticas entre as populações. Logo, a migração é um fator que promove a uniformidade entre as populações, podendo contribuir para a redução da variabilidade genética do conjunto total das populações envolvidas.

A elucidação dos princípios básicos da evolução através da teoria sintética retirou do indivíduo o papel de promotor da evolução. Uma vez que boa parte da teoria pôde ser formalizada em termos de modelos estatísticos (frequências gênicas e genotípicas, por exemplo), as populações de indivíduos semelhantes tornaram-se as "unidades evolutivas". Mas o que são indivíduos semelhantes? São os indivíduos de uma mesma espécie! E o que é uma espécie? A resposta a esta questão era crucial para se estudar a evolução. Sem uma clara idéia do que é uma espécie, não se poderia levar adiante uma série de experimentos necessários à comprovação, em termos empíricos, da existência da evolução biológica como postulada pela teoria sintética. Devido a isso, vários pesquisadores, a partir de 1940, esforçaram-se em definir corretamente o que são as "espécies" para poder explicar como elas surgem com base nos mecanismos propostos pela teoria sintética. É o que será abordado a seguir.

Genótipo versus Fenótipo

O genótipo é o conjunto dos genes de um único indivíduo. O conjunto dos diferentes genótipos (= tipos gênicos) de uma população forma o seu conjunto gênico ou patrimônio gênico.

O conjunto de todas as características (morfológicas, fisiológicas, comportamentais e outras) de um indivíduo, manifestadas ao longo da vida e que se desenvolvem pela interação dos genes com o meio ambiente, é denominado fenótipo.

Teoria sintética

Princípios Fundamentais

- as populações contêm variação genética que surge através de mutação ao acaso (i.e., não dirigida adaptativamente) e recombinação genética (novas combinações genotípicas);
- as populações evoluem por alterações nas frequências dos genes geradas pelos seguintes fatores evolutivos: mutação, recombinação genética, deriva genética, migração e, principalmente, pela seleção natural;

Méritos da Teoria Sintética:

- reuniu, sob uma teoria consistente, a essência da teoria de Darwin (a seleção natural) e os conhecimentos do campo da genética, extraídos dos trabalhos de Mendel;
- conseguiu fornecer explicações consistentes sobre a origem e a manutenção da variabilidade das características nas populações de cada espécie e sobre as diferenças entre as espécies, fazendo a grande síntese de todos os dados biológicos e paleontológicos;
- definiu as populações, e não os indivíduos, como as "unidades evolutivas".

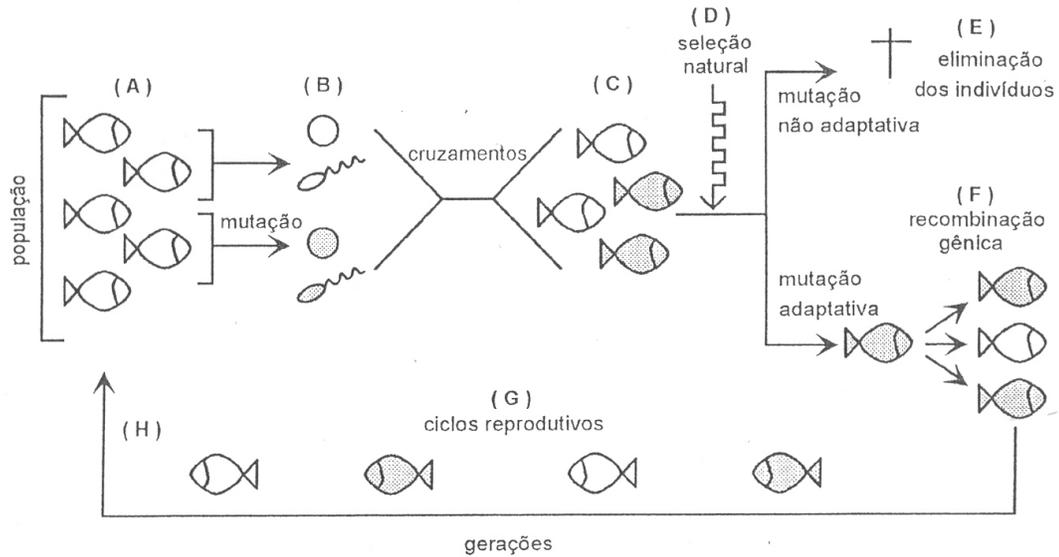


Figura 5.1 Modo de atuação dos principais mecanismos evolutivos propostos pela teoria sintética. (A) população de indivíduos com um conjunto gênico homogêneo; (B) mutação nas células reprodutivas de alguns indivíduos: fonte de origem de novas características morfológicas, fisiológicas ou comportamentais; (C) cruzamentos entre indivíduos com e sem mutação gênica; segregação dos genes na descendência (recombinação gênica), dando origem a alguns descendentes com novas características (indivíduos mutantes); (D) seleção natural atuando sobre os indivíduos mutantes, selecionando-os quanto à sua adaptação ao meio; (E) indivíduos mal-adaptados (*i.e.* com “mutações não adaptativas”) morrem sem deixar descendentes férteis ou deixam menos descendentes, os quais acabam por ser eliminados; (F) indivíduos bem adaptados (*i.e.* com “mutações adaptativas”) cruzam com outros indivíduos (recombinação gênica), dando origem a descendentes férteis, os quais perpetuam as novas características dentro da população; (G) através de sucessivos ciclos reprodutivos ocorre a manutenção da variabilidade genética (antigos e novos caracteres) na população, principalmente por meio de cruzamentos (recombinação gênica) e seleção natural; outros fatores como deriva genética e migração podem atuar de modo secundário; (H) reinício do processo com o surgimento de novas mutações em algum(ns) indivíduo(s) da população.

5 - Questionário de avaliação das atividades do dia

Avaliação das atividades do dia 06/09/2003

1. Qual o seu grau de satisfação com este dia de atividade?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Muito satisfeito | <input type="checkbox"/> Pouco satisfeito |
| <input type="checkbox"/> Bem satisfeito | <input type="checkbox"/> Nem um pouco satisfeito |

2. Em que medida as atividades realizadas podem lhe ajudar no seu trabalho em sala de aula?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ajudam muito | <input type="checkbox"/> Ajudam pouco |
| <input type="checkbox"/> Ajudam bem | <input type="checkbox"/> Não ajudam |

3. Em que medida suas expectativas foram atendidas?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Foi além das expectativas | <input type="checkbox"/> Foram pouco atendidas |
| <input type="checkbox"/> Foram atendidas | <input type="checkbox"/> Não atendeu às expectativas |

4. O que você aprendeu de mais importante neste dia?

5. O que faltou?

6. O que poderia ter sido melhor explorado?

7. Outros comentários

8. Avalie as atividades com notas de 1 (péssimo) a 4 (ótimo)

Atividade	Nota	Comentários
<i>Dinâmica 1</i>		
<i>Dinâmica 2</i>		
<i>Atividade: lamarckismo e darwinismo</i>		
<i>Jogo das Mutações</i>		
<i>Leitura e discussão de texto sobre Teoria Sintética da Evolução</i>		

9. Como estou saindo após esse dia de trabalho?

APÊNDICE J

Materiais utilizados com os professores no 5º Encontro (13/09/2003)

- 1 – Discussão do filme “GATTACA – a experiência genética”
- 2 – Instruções para a dinâmica do Diálogo
- 3 – Transcrição de painel resultante da discussão da Dinâmica do Diálogo
- 4 – Discussão sobre evolucionismo e criacionismo
- 5 - Questionário de avaliação das atividades do dia

1 – Discussão do filme “GATTACA – a experiência genética”¹

Atividade realizada: foram selecionados trechos do filme, transcritos abaixo. Esses trechos foram sendo reproduzidos em vídeo e, para cada um deles, o grupo fez uma pequena discussão.

Trecho 1 (00:00:10)

“Vejam a obra de Deus: quem pode endireitar o que Ele fez torto?” – Eclesiastes 7:13

“Não só acho que devemos interferir na mãe natureza como acho que é isso que ela deseja” – Willard Gaylin

Trecho 2 (00:09:00)

Narrador: Diziam que uma criança nascida do amor só poderia ser feliz. Hoje, não dizem mais. Nunca entendi por que minha mãe resolveu confiar em Deus e não nos geneticistas. Dez dedos nas mãos, dez nos pés. Era só o que importava. Hoje, não. Hoje, após segundo do meu nascimento, a hora e a causa exatas da minha morte já são conhecidas.

Enfermeira: Problemas neurológicos: 60% de probabilidade. Depressão: 42% de probabilidade. Distúrbio da concentração: 89% de probabilidade. Doenças do coração: 99% de probabilidade. Potencial para morte prematura. Expectativa de vida: 30,2 anos.

Trecho 3 (00:10:50)

Narrador: Como quase todo mundo, eles tinham decidido que o próximo filho nasceria pela forma natural da época.

Atendente: Os seus óvulos extraídos, Marie, foram fertilizados com o sêmen do Antonio. Após a seleção, ficamos com dois garotos saudáveis e duas garotas muito saudáveis. Claro, nenhum tem nenhuma predisposição a doenças sérias. Só nos resta selecionar o candidato mais compatível. Primeiro, temos de escolher o sexo. Já se decidiram?

Marie: Queremos que o Vincent tenha um irmão... para brincar.

Atendente: Eu entendo. Olá, Vincent. Vocês especificaram olhos castanhos, cabelos escuros e pele clara. Tomei a liberdade de erradicar características prejudiciais: calvície prematura, miopia, predisposição a álcool e drogas. Propensão à violência, obesidade...

Marie: Não queríamos doenças, claro. Mas...

Antonio: Acharmos melhor deixar algumas coisas para o acaso.

Atendente: Queremos dar ao seu filho as melhores condições. Acreditem, já temos imperfeições demais. Uma criança não precisa de mais um fardo. E ele herdará as características de vocês. As melhores que têm. Uma concepção natural jamais conseguiria tal resultado.

Narrador: Foi assim que meu irmão Anton veio ao mundo. Um filho que meu pai considerava digno de seu nome.

Trecho 4 (00:15:30)

Narrador: Não importava quanto eu mentisse no meu currículo, meu verdadeiro currículo eram minhas células. Por que eles investiriam dinheiro para me treinar quando havia mil outros candidatos com melhor potencial? Claro, é ilegal discriminar. Eles chamam de 'geneísmo'. Mas ninguém leva as leis a sério. Se você se recusa a fazer exames eles pegam uma amostra de uma maçaneta, de um aperto de mão, até mesmo de saliva no seu formulário. Se há dúvidas, um exame de drogas legal pode se tornar uma espionagem ilegal no seu futuro na companhia.

Trecho 5 (00:32:10)

Narrador: E foi assim. Todo dia, eu me livrava dos fios soltos, limpava unhas e pele para limitar os resquícios do meu corpo 'inválido' que eu deixava no mundo 'válido'. Ao mesmo tempo, Eugene me dava amostras do seu corpo para que eu me passasse por ele. Bolsas com amostras de urina, para os exames freqüentes. Pontas de dedos falsas, para passar pela segurança e frascos cheios de outras substâncias. Enquanto Eugene me dava uma nova identidade, eu pagava o aluguel e o conforto ao qual ele estava acostumado. Eugene nunca tinha sofrido as discriminações aos 'uterinos', aos 'filhos da fé', 'inválidos', como éramos chamados. Como um 'válido', um 'vitro', um 'programado', ele carregava um outro fardo, o fardo da perfeição. Eu agora fazia parte de um segmento novo e odiado da sociedade. Os que não se colocavam nos seus devidos lugares. Eu era o que chamavam de 'falso alpinista' ou um 'de-generado'.

Trecho 6 (00:37:00)

Trecho em que Irene obtém toda a sequência dos genes de Vincent (cabelo de Jerome).

Trecho 7 (01:35:30)

Jerome: Vai partir hoje, não é?

Vincent: Você está todo amarrado!

Jerome: Vem. Suas amostras estão prontas.

Vincent: Não preciso delas lá em cima.

Jerome: Pode precisar quando voltar. Tudo que precisa para duas vidas inteiras.

Vincent: Por que você fez isso?

Jerome: Para você ter o Jerome quando precisar.

Vincent: Para onde você vai?

Jerome: Vou viajar também.

Vincent: Não sei como te agradecer.

Jerome: Não precisa. Eu saí ganhando. Eu só te emprestei meu corpo. Você me emprestou o seu sonho. (...) Só abra lá em cima.

Trecho 8 (01:39:30)

Carta de Jerome para Vincent:

“Para alguém que não foi feito para este mundo, devo admitir: de repente, está sendo difícil deixá-lo. Dizem que cada átomo do seu corpo, um dia, foi uma estrela. Talvez eu não esteja partindo. Talvez eu esteja indo para casa.”

¹ GATTACA – a experiência genética. Direção: Andrew Niccol. Produção: Danny de Vito, Michael Shambert e Stacey Sher. Roteiro: Andrew Niccol. Intérpretes: Ethan Hawke; Uma Thurman; Alan Arkin; Jude Law; Loren Dean e outros. [S.l.]: Columbia Pictures; Jersey Films, 1997. 1 fita de vídeo (112 min), NTSC/VHS, son., color.

2 – Instruções para a dinâmica do Diálogo

Esta atividade foi proposta e coordenada por um dos professores participantes do grupo (SG). Para sua realização, o grupo foi dividido em grupos de três pessoas. Em cada grupo, uma pessoa deveria perguntar, a outra responder e a terceira pessoa deveria apenas observar a conversa. No diálogo, a pessoa que respondia deveria, antes de responder, repetir a pergunta feita a ele; depois, antes do perguntador lançar sua próxima pergunta, deveria repetir a resposta dada pelo seu parceiro. As pessoas deveriam conversar por 5 minutos e, após a realização da tarefa, os três membros do grupo tinham 1 minuto para anotar suas observações.

Os participantes realizaram a tarefa três vezes, de tal forma que os papéis rodaram nos grupos até as três pessoas passarem pelos três papéis (perguntar, responder, observar). Depois, foi feita uma discussão sobre o que cada pessoa sentiu durante a realização da dinâmica; SG registrou a discussão em um painel, que transcrevemos na seqüência.

3 – Transcrição de painel resultante da discussão da Dinâmica do Diálogo

Exercício de diálogo - SENTIMENTOS

1) Como observador

- Aflição
- Angústia
- A conversa não fluía naturalmente
- Descontração
- Relaxamento, descompromisso
- Vontade de entrar na conversa

2) Como participante “ATIVO” – falar, contar sobre sua escola

- ansiedade → desconcentração
- tensão com a formalidade
- preocupação com o tempo, com o assunto
- dificuldade de repetir as palavras, mas não de entender o que o outro fala

3) Como participante “PASSIVO” – perguntar, ouvir sobre a escola do outro

- dificuldade em controlar as perguntas, saber ao certo o que perguntar
- não queria repetir, queria colocar logo novas perguntas (sugestivas)

Conclusões:

- A qualidade das perguntas
 - FECHADA; SUGESTIVA.
 - ABERTA; FAZ O OUTRO PENSAR POR SI.
- O fator emocional interfere no conteúdo da conversa e também na atenção ao ouvir o outro.
- Falta de objetividade:
 - frases curtas
 - palavras mais significativas / precisas
 - tempo / velocidade: menor
 - tom de voz: mais baixo
 - necessidade de mais pensamento

Reflexão interior: O que eu preciso desenvolver?

4 – Discussão sobre evolucionismo e criacionismo

Atividade realizada: os participantes foram organizados em três grupos. Um deles deveria levantar argumentações a favor do criacionismo, outro grupo deveria defender as idéias do evolucionismo e o terceiro grupo deveria observar a discussão. Para auxiliar os participantes em sua argumentação, foi elaborado um esquema comparativo com algumas idéias do evolucionismo e criacionismo, apresentado abaixo. Os grupos de evolucionismo e criacionismo tiveram um tempo para discutir argumentos que pudessem embasar seus pontos de vista. Também elaboraram três perguntas para que o outro grupo respondesse. A seguir, foi realizado um debate, no qual um membro de um grupo deveria fazer uma das perguntas ao outro grupo; um dos membros teria 2 minutos para responder e, depois, a pessoa que perguntou teria 1 minuto para uma réplica. Cada pessoa só pôde fazer uma pergunta (e réplica) e responder apenas uma vez.

Quadro comparativo entre a posição dos evolucionistas, baseada na teoria da evolução, e a posição dos criacionistas, baseada nos relatos bíblicos

EVOLUCIONISTAS	CRIACIONISTAS
1. Espaço, tempo e matéria são eternos.	1. Houve tempo em que nada havia.
2. A atmosfera original da Terra era redutora, sem oxigênio livre, em contraste com a atual atmosfera oxidante; o oxigênio da nossa atmosfera atual resultou da atividade fotossintética das plantas verdes.	2. A atmosfera sempre foi a mesma a partir do momento em que foi criada; assim, o oxigênio da atmosfera atual é anterior ao aparecimento das plantas verdes.
3. Os primeiros seres vivos apareceram na água e, posteriormente, conquistaram a terra.	3. Os primeiros seres vivos foram criados sobre a terra; depois foram criados os seres aquáticos.
4. A Terra é apenas um planeta numa imensidão cósmica.	4. A Terra, sob o ponto de vista teológico, é o centro do universo; os demais astros do cosmo aí estão para servir o homem.
5. Os répteis originaram as aves.	5. As aves foram criadas antes dos répteis.
6. As diversas espécies de animais e de plantas são aparentadas em decorrência de suas relações evolutivas.	6. As plantas e os animais foram criados como espécies diferentes e distintas.
7. O homem é primata e, portanto, tem relações evolutivas com os demais primatas.	7. O homem foi criado a partir do pó, à imagem e semelhança de Deus.
8. A evolução do Planeta é contada em cerca de 5 bilhões de anos.	8. Deus criou o planeta e os seres vivos em seis dias de 24 horas.
9. A evolução continua.	9. Após o sexto dia, Deus terminou sua obra criadora; ela era perfeita e independia de aperfeiçoamentos.
10. Não há um indivíduo inicial que corresponde a Adão; o que existiram foram populações humanas evoluindo a partir de grupos não-humanos.	10. Adão foi o primeiro homem, criado independente e diferente de qualquer outro animal.

APÊNDICE K
Quadro de respostas dos professores às afirmativas
sobre conceitos associados à Evolução

RESPOSTAS DOS PROFESSORES ÀS AFIRMATIVAS
 SOBRE CONCEITOS ASSOCIADOS À EVOLUÇÃO

AFIRMATIVAS	RESPOSTAS DOS PROFESSORES ¹				
	V	F	V*	F*	*
1- Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo. (Falso)	AE, IA, LM, NL, RA, RB	LK, NG, SG	--	--	--
2- A idéia fundamental associada à Evolução dos seres vivos é a transformação, diferentemente da concepção fixista, segundo a qual todas as espécies foram criadas e permanecem inalteradas até os dias atuais. (Verdadeiro)	IA, LK, LM, NG, NL, SG	AE, RA, RB	--	--	--
3- De acordo com Lamarck, o pescoço da girafa tornou-se comprido devido à sua necessidade de alcançar o alimento nas copas das árvores; isso gerou um maior uso e desenvolvimento dessa região do organismo, o que foi sendo transmitido de uma geração a outra. (Verdadeiro)	AE, IA, LK, LM, NL, RA, RB		NG	SG	
4- Para Darwin, as variações nas populações de organismos surgem devido à mutação e recombinação gênica; as variantes que conseguem maior sucesso na busca por alimentos, reproduzem-se mais e produzem maior número de descendentes. (Falso)	LM, NL, RA, RB	IA, LK, NG, SG		AE	
5- A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo procurou integrar os conhecimentos da genética com as idéias de Evolução propostas por Darwin, conciliando em uma única teoria conceitos como a seleção natural, migração, mutação, recombinação gênica e deriva genética. (Verdadeiro)	AE, IA, LK, LM, NG, NL, SG				RA RB
6- Segundo o Neodarwinismo, a unidade da evolução pode ser tanto um indivíduo quanto uma população, ou seja, pode-se pensar na evolução de um único organismo ou de um conjunto de organismos da mesma espécie. (Falso)	LM, NL	LK, NG, RB, SG	AE		IA, RA
7- Para se comprovar que a evolução ocorreu e ainda ocorre, recorre-se a algumas evidências, tais como o registro dos fósseis e as homologias anatômicas, fisiológicas e embriológicas. (Verdadeiro)	AE, LK, LM, NG, NL, RA, RB, SG				IA

NOTA:

(1) V: verdadeiro, F: falso. O asterisco (*) indica dúvida do professor. Através dos quadros hachurados, destacam-se os professores que responderam corretamente a cada uma das afirmativas.

APÊNDICE L

Quadro de comentários dos participantes durante a realização da atividade sobre avaliação da utilização do termo “Evolução” em situações diversas

COMENTÁRIOS DOS PARTICIPANTES DURANTE A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE SOBRE AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO TERMO “EVOLUÇÃO” EM SITUAÇÕES DIVERSAS

PROFESSOR	MATERIAL	COMENTÁRIO DO PROFESSOR
AE	1. Site: ‘Active: quem somos – a evolução’ 2. Propaganda: ‘Mala’ 3. Propaganda: ‘Blazer – uma evolução da S10’	1. ¹ Melhoria da qualidade dos produtos 2. Crescimento, aumento, multiplicação 3. Carro melhor para atender ao cliente, mais sofisticado
IA	4. Site: ‘Evolução – escola de informática’ 5. Propaganda de livro: ‘Xadrez e Xadrezão – a evolução do xadrez’	4. Sentido de melhoria da qualidade 5. Inovação no jogo
LK	6. Site: ‘JG Soft – evolução histórica das versões’	6. Aperfeiçoamento, melhoramento nas versões de um software
LM	7. Artigo Revista Globo Ciência: ‘Evolution’ (brinquedo – Playcenter) 8. Artigo Revista Nova Escola: ‘A evolução vem com a idade’	7. Associação com algo moderno e com tecnologia avançada 8. Melhoria da capacidade neuronal ao longo da vida a partir de estímulos
NG	9. Site: ‘Filantropia.org’ (Evolução dos problemas sociais no Brasil) 10. Poesia: ‘Evolução’	9. Alteração qualitativa, busca das raízes dos problemas sociais do Brasil 10. Mudança de hábito/ comportamento
NL	11. Artigo de revista: ‘Evolução dos sistemas de navegação, monitoramento e vôo’	11. Melhoria dos modelos e das tecnologias para maior segurança
RA	12. Propaganda de livro: ‘Evolução da Educação no Brasil’ 13. Site: ‘Light Evolução’	12. Desenvolvimento histórico, ao longo do tempo, no sentido de melhoria 13. Mudança para melhor em virtude da necessidade da população
RB	14. Site: ‘Evolução clínica do HIV e AIDS’ 15. Site: ‘Aracruz – evolução da produção de celulose’	14. Prosseguimento, desenvolvimento da doença no tempo 15. Aumento da produtividade em função da tecnologia
SG	16. Site: ‘Evolução Web’ 17. Artigo Revista Superinteressante: ‘Colonos de chips: um povo que evolui junto com a tecnologia’	16. Melhoria, crescimento, valorização 17. Transformação, transfiguração, melhoria (maior eficiência, maior capacidade)

NOTA:

(1) Não expressou o conteúdo do texto.

APÊNDICE M

Artigo: “A reinterpretação da fauna de Burgess Shale e o surgimento de uma nova concepção da história da vida”, apresentado na disciplina *História e Filosofia da Ciência* deste programa de pós-graduação

A REINTERPRETAÇÃO DA FAUNA DE BURGESS SHALE E O SURGIMENTO DE UMA NOVA CONCEPÇÃO DA HISTÓRIA DA VIDA *

*Fábio Licatti***

Resumo: Tradicionalmente, a história dos seres vivos é interpretada como um cone de diversidade crescente, a partir de ancestrais primitivos mais simples para seus descendentes mais complexos. Também, a evolução biológica é muitas vezes associada ao progresso e interpretada como um processo direcionado a uma maior complexidade e ao surgimento do homem e da consciência humana. Este trabalho procura mostrar como estas concepções influenciaram a interpretação de uma fauna de invertebrados fósseis (Burgess Shale) por seu descobridor, Charles Doolittle Walcott, no início do século XX, assim como um reagrupamento desses fósseis feito por Leif Storer no ano de 1959. Em meados da década de 60, Harry Whittington e uma equipe de paleontólogos iniciou um trabalho de redescritção desses fósseis, tendo como base as interpretações de Walcott e Storer. O que inicialmente seria um trabalho de aprofundamento gerou uma mudança radical nas concepções de evolução e história da vida, a partir da descoberta de diversos novos grupos de seres vivos. A história da vida passou a ser concebida como uma alternância de diversificações e dizimações e o acaso passou a ter um papel mais determinante nesse processo. O ser humano, nesse novo contexto, não tem mais o ‘status’ de ter sido o produto último e inevitável da evolução biológica.

Unitermos: história da vida, evolução biológica, paleontologia, fósseis, história da ciência.

Introdução

Fósseis de diversos seres vivos sempre exerceram fascínio para muitas pessoas, principalmente quando permitem a reconstituição de seres bizarros e estranhos ao nosso mundo. Este é o caso de Burgess Shale, um afloramento que contém uma grande diversidade de fósseis de invertebrados do Período Cambriano, com cerca de 530 milhões de anos de idade.

Fundamentalmente com base em Gould (1990), este trabalho procura mostrar a trajetória da descoberta e primeiras interpretações desses fósseis no início do século XX até sua reinterpretação por um grupo de paleontólogos a partir da década de 60, bem como suas implicações para as concepções de história da vida.

* Trabalho realizado como um dos requisitos da disciplina “Introdução à História e Filosofia da Ciência”, ministrada pelo Prof. João José Caluzi, do Programa de Pós-Graduação em “Educação para a Ciência” – Área de Concentração: Ensino de Ciências, nível Mestrado, da Faculdade de Ciências, UNESP, Câmpus de Bauru – SP.

Primeiramente, são feitas algumas considerações a respeito da descoberta de Burgess Shale, sua localização e características. Seu descobridor, Charles Doolittle Walcott, foi o primeiro cientista a realizar as descrições e interpretações dos espécimes de Burgess, classificando-os em grupos de seres vivos já conhecidos e bem estabelecidos. Gould (1990) sustenta que isto ocorreu devido ao caráter conservador de Walcott e à sua concepção de evolução como um processo de desenvolvimento progressivo e direcionado das espécies. Assim, Walcott encarava a história da vida como um cone de diversificação crescente de organismos simples para organismos complexos e a evolução orgânica como um processo progressivo que culminou com o aparecimento do homem e da consciência humana. Em 1959, Leif Storer realizou uma classificação dos organismos de Burgess radicalmente diferente da de Walcott, porém com o princípio fundamental de enquadrá-los em grupos de organismos conhecidos.

Em meados da década de 60, Harry Whittington, paleontólogo da Universidade de Cambridge, iniciou um trabalho de redescritão dos fósseis de Burgess. A princípio, tinha como objetivo apenas a descrição de algumas espécies, tendo como base a classificação de Storer. Utilizando basicamente as mesmas técnicas de Walcott, Whittington começou a perceber que os organismos de Burgess não poderiam ser facilmente classificados nos grupos conhecidos. O que inicialmente era uma suspeita foi se tornando uma generalidade para muitos dos organismos descritos. Com a contribuição de outros paleontólogos, principalmente Simon Conway Morris e Derek Briggs, diversos organismos foram descritos e reinterpretados.

Surgiu, assim, uma nova concepção de história da vida: a idéia do aparecimento súbito (em termos geológicos) de uma grande diversidade de seres vivos, seguido de uma grande dizimação com posterior diversificação das variantes sobreviventes. Esta idéia contraria a noção de diversidade e complexidade crescentes, bem como coloca a contingência (incerteza) como um possível componente determinante da sobrevivência de algumas variantes em períodos de extinção. O ser humano, nesse caso, não é o produto de um processo direcionado e progressivo e sim de uma série de eventos de diversificações e extinções.

Vale a pena ressaltar que a trajetória da mudança de concepções da história da vida relatada neste trabalho parece se enquadrar no modelo de Revolução Científica proposto por Kuhn (2001). Existia inicialmente um paradigma aceito pela comunidade científica, o que determinou a interpretação e classificação dos organismos de Burgess por Walcott e depois por Storer. Conforme observa Kuhn (2001), os aspectos pessoais, relacionados às crenças e

** *Mestrando no Programa de Pós-Graduação em "Educação para a Ciência" – Área de Concentração: Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências, UNESP, Câmpus de Bauru – SP.*

valores, têm um papel fundamental na atividade de um cientista, o que ficou evidente quando observa-se o caráter de Walcott e suas crenças religiosas. Whittington, então, iniciou a redescrição de alguns organismos, tendo como base os trabalhos de Walcott e Storer, porém começou a perceber algumas incompatibilidades entre as suas interpretações e as anteriores; isto poderia ser comparado às anomalias descritas por Kuhn (2001). A princípio com certa resistência, Whittington procurou encarar essas anomalias presentes em seus primeiros trabalhos como exceções à interpretação convencional de diversidade crescente. Porém, com o acúmulo de anomalias, foi necessário surgir uma nova teia conceitual para explicar os resultados obtidos, o que pode caracterizar uma mudança de paradigma.

A fauna de Burgess Shale: descoberta e primeiras interpretações

Burgess Shale está localizado no alto das Montanhas Rochosas canadenses, na fronteira oriental da Colúmbia Britânica, a 2400 metros de altitude, em uma crista que liga o Monte Field ao Monte Wapta. Situa-se no interior do Parque Nacional de Yoho, próximo à cidade ferroviária de Field, que conta atualmente com aproximadamente 3000 habitantes. Os fósseis podem ser encontrados em um afloramento com menos de 60 metros de comprimento, em uma camada de folhelho¹ com apenas 2,1 a 2,4 metros de espessura.

A descoberta de Burgess Shale se deu em 1909, em uma das expedições de Charles Doolittle Walcott para as Montanhas Rochosas em suas férias de verão². Como tradição da Paleontologia, o descobridor de determinado afloramento fossilífero tem a prioridade de fazer as primeiras descrições e interpretações dos fósseis ali presentes. E assim fez Walcott. Para compreender de maneira coerente a interpretação de Walcott a respeito dos fósseis de Burgess, é necessário que se façam algumas considerações em relação à sua personalidade, às suas atividades profissionais, bem como em relação à sua visão de evolução e história da vida.

Walcott nasceu no ano de 1850 e foi criado perto de Utica, zona rural do estado de Nova York, Estados Unidos, em uma família com poucos recursos. Estudou em escolas públicas locais e, em 1876, quando contava com 26 anos, iniciou sua carreira científica como assistente de James Hall, geólogo oficial do estado de Nova York. Em 1879, ingressou no Serviço de Levantamento Geológico dos Estados Unidos como geólogo de campo (o cargo mais baixo da carreira), sendo promovido para diretor em 1894. Permaneceu neste cargo por mais de dez anos, conduzindo com firmeza a instituição, o que lhe valeu a indicação para

¹ O folhelho é uma rocha sedimentar formada a partir da consolidação de sedimentos de granulação muito fina (dimensão inferior a 0,062 milímetros de diâmetro). A presença do mineral mica em sua composição confere a esta rocha uma grande capacidade de esfoliar-se segundo planos paralelos. Geralmente, encontram-se em ambientes subaquáticos de águas calmas, tais como lagos, zonas abissais marinhas, pântanos etc. (POPP, 1987)

dirigir o Instituto Smithsonian, a partir do ano de 1907, onde permaneceu até 1927, ano de sua morte. Walcott também dirigiu diversas outras instituições ligadas às atividades científicas americanas e foi uma figura extremamente influente. Segundo Gould (1990, p. 278), “Walcott foi o mais poderoso administrador de instituições científicas dos Estados Unidos”. Tudo isso mostra como sua vida profissional foi marcada pelas atividades administrativas, o que contribuiu substancialmente para que Walcott não dedicasse o tempo adequado para a descrição, reflexão e interpretação da fauna de Burgess.

Uma frase de Gould (1990, p. 292) sintetiza o caráter de Walcott: “Ele era um conservador por convicção, republicano em política e um devoto presbiteriano que quase nunca deixava de comparecer (ou de registrar em seu diário) à igreja nas manhãs de Domingo”. Algumas de suas atitudes e idéias sociais conservadoras incluíam o tratamento diferenciado para filhos e filhas e a crença na prática religiosa cristã como um agente para a preservação e o desenvolvimento da espécie humana. Walcott também freqüentou os mais elevados círculos sociais de Washington e tornou-se rico devido a criteriosos investimentos realizados em ações de companhias de energia elétrica.

Em relação à evolução biológica, Walcott considerava-se um seguidor de Darwin, utilizando-se da seleção natural como mecanismo explicativo do processo evolutivo. A seleção natural, segundo Darwin, explica as modificações ocorridas nos organismos como adaptações aos ambientes locais e como os organismos vão se modificando ao longo do tempo. Esta visão não implica, necessariamente, a idéia de que os seres vivos estão progredindo ao longo do tempo, em direção a um crescente aprimoramento e, em última instância, em direção à perfeição. O próprio Darwin recomendou cuidado ao descrever as estruturas dos organismos: não dizer jamais “superior” ou “inferior”, e sim “mais adaptado” ou “menos adaptado” a determinado ambiente (GOULD, 1992a). Darwin, porém, um beneficiário da Grã-Bretanha vitoriana, no auge de sua expansão imperial e predomínio industrial, em um determinado momento expressou sua idéia de que o progresso poderia permear toda a história da vida³. É justamente neste último sentido que Walcott considerava-se um darwinista, já que, para ele, a evolução representava a maneira de Deus manifestar-se através da natureza e que “... a seleção natural assegurava a sobrevivência dos organismos e

² “Burgess” é o nome de um governador-geral do Canadá do século XIX; Walcott, porém, batizou a formação com esse nome devido ao desfiladeiro Burgess, que fica entre a pedreira e a cidade de Field. “Shale” diz respeito a folhelho, o tipo de rocha presente nesta formação.

³ A este respeito, Darwin escreveu: “Os organismos que viveram em cada uma das sucessivas fases da história do planeta superaram seus predecessores na corrida pela vida e, neste sentido, ocupam uma posição mais elevada na escala da natureza. Talvez seja esta a causa daquele sentimento vago e ainda mal definido, experimentado por muitos paleontólogos, de que a organização de modo geral tem progredido” (DARWIN, 1859, citado por GOULD, 1990, p. 298).

um progressivo aperfeiçoamento das formas de vida, numa previsível trajetória rumo ao surgimento da consciência” (GOULD, 1990, p. 298-299)⁴.

É importante destacar, nesse ponto, que os aspectos pessoais e profissionais de Walcott, bem como suas idéias acerca da evolução dos seres vivos, são elementos que reforçam a concepção de evolução como progresso ou a imagem da “escada do progresso” (GOULD, 1990, 1992b). Essa imagem está visceralmente arraigada até os dias atuais em nossa cultura e alimenta as nossas esperanças de haver um universo com um significado intrínseco definido segundo nossos termos. Nesse sentido, o ser humano é entendido como o fim de um processo direcionado pelo progresso e a evolução biológica passa a ser concebida como um processo de desenvolvimento progressivo.

Um último aspecto a ser considerado sobre Walcott é sua interpretação a respeito da explosão cambriana da vida. Esse evento, ocorrido no início do Cambriano, o primeiro período da Era Paleozóica (aproximadamente a 570 milhões de anos atrás) (Figura 1), caracteriza-se por um súbito aparecimento de seres vivos, especialmente invertebrados marinhos, cujos fósseis são relativamente abundantes em rochas de algumas partes do mundo. O que faz esse evento ser caracterizado como uma “explosão” da vida é que, em rochas do período geológico anterior (Pré-Cambriano), o registro fóssil é relativamente escasso⁵. Walcott era um grande geólogo e, durante sua vida, especializou-se em rochas do Cambriano e trilobitos fósseis⁶. Como pôde Walcott, então, conciliar sua visão de desenvolvimento progressivo das formas de vida com um evento súbito de surgimento de diversos tipos de seres vivos? Simplesmente ele adotou uma explicação que já tinha sido utilizada inclusive por Darwin para justificar que as transformações nas espécies ocorrem de maneira lenta e gradual ao longo do tempo: a chamada teoria do artefato. De acordo com essa teoria, os ancestrais

⁴ Dois trechos, elaborados para uma conferência destinada ao público leigo e proferida entre 1892 e 1894, são bastante representativos da visão de Walcott relacionando a evolução dos seres vivos como uma seqüência de progresso:

“Se pudéssemos obter o registro de todas as formas de vida que existiram a partir do surgimento da vida sobre a Terra, seria possível estabelecer uma perfeita seqüência desde os organismos menos evoluídos até os mais evoluídos” (WALCOTT, s/d, citado por GOULD, 1990, p. 299)

“No início, o domínio coube aos Cephalopoda, depois os Crustacea passaram à frente e então os peixes provavelmente tomaram a dianteira, antes de serem rapidamente sobrepujados pelos saúrios. Na etapa seguinte, esses répteis terrestres e marinhos predominaram até os mamíferos entrarem em cena, havendo desde então uma indubitável disputa pela supremacia, que se prolongou até o surgimento do Homem. Em seguida veio a era das invenções. A princípio, de implementos de ossos e sílex, de arcos, flechas e anzóis; depois, de lanças e escudos, espadas e canhões, fósforos de fricção, ferrovias, telégrafos elétricos” (WALCOTT, s/d, citado por GOULD, 1990, p. 299-300)

⁵ O mais antigo registro fóssil data de aproximadamente 3,5 bilhões de anos; são estruturas sedimentares resultantes do metabolismo de seres unicelulares procariontes fotossintetizantes, chamados estromatólitos. As primeiras células eucariontes surgiram há aproximadamente 1,4 bilhões de anos e, animais pluricelulares só surgiram um pouco antes do início do Cambriano, há 570 milhões de anos. O mais conhecido registro de vida pluricelular pré-cambriana é a chamada Fauna de Ediacara, descrita de uma forma extremamente interessante por Seilacher (1992); esta fauna não apresenta uma relação direta de ancestralidade com os invertebrados presentes em rochas do Cambriano.

⁶ Os trilobitos são invertebrados fósseis, artrópodes abundantes da era Paleozóica; seu provável surgimento ocorreu na explosão cambriana da vida e eles foram extintos há 225 milhões de anos, no fim do período Permiano (fim do Paleozóico).

pré-cambrianos, dotados da mesma anatomia básica de seus descendentes, realmente existiram, porém, devido a condições especiais dessa época, não puderam ser preservados nas rochas pré-cambrianas⁷.

Eras/Períodos/Épocas Geológicas			
Era	Período	Época	Início aproximado (em milhões de anos atrás)
Cenozóica	Quaternário	Holoceno (recente)	65
		Pleistoceno	
	Terciário	Plioceno	
		Mioceno	
		Oligoceno	
		Eoceno	
		Paleoceno	
Mesozóica	Cretáceo	225	
	Jurássico		
	Triássico		
Paleozóica	Permiano	570	
	Carbonífero		
	Devoniano		
	Siluriano		
	Ordoviciano		
	Cambriano		
Pré-Cambriano		4500	

Figura 1- Escala do Tempo Geológico.

A visão de Walcott, portanto, de que os seres vivos evoluem progressivamente, de ancestrais mais simples para descendentes mais complexos, é coerente com a idéia do cone da diversidade crescente (Figura 2). Essa forma de representar a evolução dos seres vivos como um crescente de complexidade sugere que os primeiros seres vivos eram estruturalmente simples e necessariamente ancestrais das formas de vida subseqüentes, estruturalmente mais complexas. Nessa visão, não se admite “explosões” abruptas de formas de vida, pois isso entraria em conflito com as idéias fundamentais de diversidade e complexidade crescentes e graduais.

Diante do exposto a respeito de diversos aspectos de Walcott, pode-se entender melhor a sua interpretação a respeito dos fósseis de Burgess. Considerando que ele foi uma pessoa extremamente comprometida com aspectos administrativos em grande parte de sua vida profissional, e que, portanto, não dispôs do tempo e da tranqüilidade necessária para um

⁷ Darwin procurou criar uma versão plausível para esta teoria. Segundo ele, “...nos tempos pré-cambrianos podem ter existido oceanos abertos onde hoje se erguem nossos continentes. Tais extensões contínuas de terrenos cobertos de água teriam recebido pouca ou nenhuma deposição de sedimentos. Portanto, os continentes atuais, contendo todas as rochas que podemos examinar, ergueram-se numa área que não acumulou nenhum depósito durante o pequeno e crucial período

trabalho de descrição e interpretação dos materiais coletados, ele então fez o que estava ao seu alcance: interpretou os fósseis de Burgess de acordo com suas concepções e conhecimentos a respeito da geologia do Cambriano e da evolução dos seres vivos. Em sua interpretação, chamada por Gould (1990) de “a calçada de Walcott”, todos os organismos de Burgess foram incluídos em grupos conhecidos de seres vivos, já que, na visão de Walcott, todos tinham que ser, necessariamente, ancestrais das formas de vida mais modernas (Tabela 1).

Conforme mostra a Tabela 1, Walcott procurou incluir seus espécimes em grupos modernos de invertebrados, todos incluídos em sua versão da classe Crustacea, definida de forma muito mais ampla que a adotada atualmente. Em sua classificação, os organismos de Burgess foram incluídos em quatro grandes grupos: 1) branquiópodes, que formam um grupo constituído predominantemente por crustáceos de água doce, incluindo os cladóceros ou

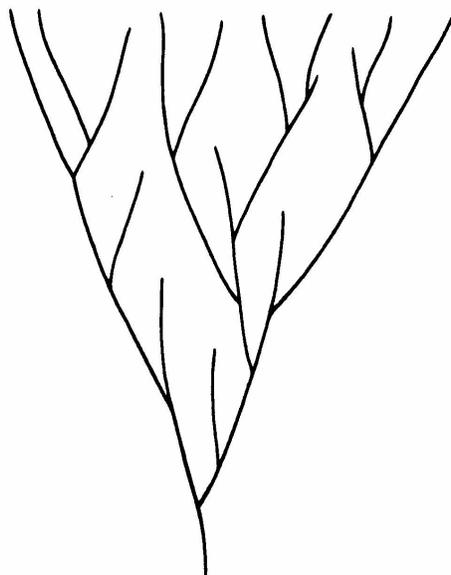


Figura 2 – O cone da diversidade crescente (GOULD, 1990).

pulgas d’água; 2) malacostráceos, que formam um grande grupo de crustáceos marinhos, incluindo os caranguejos, camarões e lagostas; 3) trilobitas, artrópodes fósseis; 4) merostomados, incluindo os eurípterídeos e modernos límulos⁸.

Uma outra interpretação aos organismos de Burgess foi feita por Leif Stormer, em 1959, quando ele assumiu a tarefa de descrever os artrópodes de Burgess para uma obra coletiva sobre paleontologia de invertebrados (Tabela 2). Assim como Walcott, Stormer também procurou

incluir os organismos de Burgess em grupos conhecidos, porém adotou uma classificação radicalmente diferente. Com base nas semelhanças entre os apêndices dos organismos de Burgess e dos trilobitos (um grupo que já era bem estudado e relativamente bem conhecido na

corresponde às faunas do final do Pré-Cambriano, ao passo que regiões de águas rasas, que efetivamente receberam os sedimentos pré-cambrianos, encontram-se agora em inacessíveis profundidades oceânicas” (GOULD, 1990, p. 314-315).

⁸ Atualmente, o filo dos artrópodes (invertebrados com apêndices articulados) são classificados em quatro grandes grupos (Sub-Filos): **Trilobita** (grupo extinto, conforme já observado anteriormente); **Quelicerados**, incluindo os merostomados, aranhas, escorpiões e carrapatos; **Crustáceos**, abrangendo diversos grupos, entre os quais os branquiópodes (crustáceos de água doce, como, por exemplo, as pulgas d’água) e os malacostráceos (grande grupo de crustáceos marinhos, incluindo os camarões, lagostas e caranguejos); **Uniramia**, incluindo os insetos e os miriápodes (lacraias e piolho-de-cobra) (RUPERT & BARNES, 1994).

época), ele criou a Classe Trilobitoidea (“semelhante a trilobito”), incluindo neste grupo todos os organismos de Burgess. Eles foram divididos em quatro grupos: 1) *Marrella*, sozinha; 2) *Merostomoidea* (“semelhantes aos merostomados”), agrupamento que Walcott havia colocado na subclasse Merostomata, semelhantes aos límulus; 3) *Pseudonotostraca*, incluindo os organismos que Walcott havia colocado nos Notostraca, um grupo de crustáceos branquiópodes; 4) *Incertos*, incluindo os organismos que Stormer não conseguiu classificar em nenhum outro grupo. A classe dos Trilobitoidea, juntamente com os Trilobita, formavam o grande Subfilo Trilobitomorpha. A partir de então, esta passou a ser a classificação mais aceita e utilizada para os organismos de Burgess, que passaram a ser interpretados como um grupo próximo aos trilobitos.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS ARTRÓPODES DE BURGESS FEITA POR WALCOTT EM 1912 (GOULD, 1990).

CLASSE CRUSTACEA	
1. Subclasse Branchiopoda	
Ordem Anostraca	<i>Odaraia</i>
<i>Opabinia</i>	<i>Fieldia</i>
<i>Leanchoilia</i>	<i>Carnarvonina</i>
<i>Yohoia</i>	
<i>Bidentia</i>	
Ordem Notostraca	3. Subclasse Trilobita
<i>Naraoia</i>	<i>Marrella</i>
<i>Burgessia</i>	<i>Nathorstia [Olenoides serratus]</i>
<i>Anomalocaris</i>	<i>Mollisonia</i>
<i>Waptia</i>	<i>Tontoia</i>
2. Subclasse Malacostraca	4. Subclasse Merostomata
<i>Hymenocaris [Canadaspis]</i>	<i>Molaria</i>
<i>Hurdia</i>	<i>Habelia</i>
<i>Tuzoia</i>	<i>Emeraldella</i>
	<i>Sidneyia</i>

TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS TRILOBITOIDEA FEITA POR STORMER EM 1959 (GOULD, 1990).

SUBFILO TRILOBITOMORPHA	
CLASSE TRILOBITA	
CLASSE TRILOBITOIDEA	
1. Subclasse Marrelomorpha	3. Subclasse Pseudonotostraca
<i>Marrella</i>	<i>Burgessia</i>
	<i>Waptia</i>
2. Subclasse Merostomoidea	4. Subclasse Incertos
<i>Sidneyia</i>	<i>Opabinia</i>
<i>Amiella</i>	<i>Cheloniellon</i>
<i>Emeraldella</i>	<i>Yohoia</i>
<i>Naraoia</i>	<i>Helmetia</i>
<i>Molaria</i>	<i>Mollisonia</i>
<i>Habelia</i>	<i>Tontoia</i>
<i>Leanchoilia</i>	

Duas classificações tão distintas entre si guardavam uma semelhança de fundo: a idéia de que os fósseis de Burgess eram necessariamente ancestrais dos grupos conhecidos de artrópodes, e que, ao longo do tempo geológico, se diversificaram e se tornaram mais complexos que seus ancestrais, como na imagem do cone da diversidade crescente (Figura 2). É a partir da classificação de Störmer e das interpretações anteriormente mencionadas que um novo grupo de paleontólogos começou a trabalhar com os fósseis de Burgess.

Os trabalhos de Whittington e sua equipe: surge uma nova concepção da história da vida

No fim dos anos 60, Harry Whittington, um renomado paleontólogo da Universidade de Cambridge, Inglaterra, especialista em trilobitos fósseis, decidiu trabalhar com os taxonomicamente bem estabelecidos organismos de Burgess, com o intuito de realizar descrições de alguns artrópodes em um período curto de tempo. Sendo um homem conservador e ponderado, decidiu começar pelo artrópode mais abundante de Burgess Shale, *Marrella splendens*, com seus quase treze mil espécimes coletadas desde os tempos de Walcott e classificada por Walcott e por Störmer como trilobito (Tabelas 1 e 2).

Para realizar seu trabalho, Whittington usou a mesma técnica utilizada por Walcott no início do século como principal forma de obter suas ilustrações: a câmara lúcida⁹. A diferença crucial em relação a Walcott foi que Whittington e sua equipe reconheceram que os fósseis de Burgess preservavam parte de sua estrutura tridimensional e não eram simplesmente lâminas achatadas sobre os planos de estratificação. Segundo Gould (1990), Whittington era a pessoa ideal para trabalhar com esses tipos fósseis, já que, em diversas outras ocasiões e trabalhos realizados, ele mostrou uma extrema habilidade em construir estruturas tridimensionais a partir de componentes bidimensionais e, inversamente, representar objetos sólidos no plano.

O que era, enfim, para durar um ou dois anos, acabou se estendendo inicialmente para quatro anos e meio, tempo que Whittington levou para escrever seu primeiro trabalho sobre os artrópodes de Burgess, *Marrella splendens* (Figura 3). Sendo um dos maiores especialistas de trilobitos da época, Whittington notou que existiam muitas diferenças entre as características anatômicas fundamentais dos trilobitos e *Marrella splendens*. Porém, estava ainda bastante preso à idéia de que os organismos de Burgess deveriam ser ancestrais primitivos dos grandes grupos de organismos já conhecidos e, diante disso, interpretou

⁹ Segundo Gould (1990, p. 94), "...a câmara lúcida é essencialmente um conjunto de espelhos que projeta a imagem de um objeto sobre uma superfície plana. Pode-se acoplar a câmara lúcida a um microscópio e transferir a imagem visível sob as lentes para uma folha de papel. Observando simultaneamente a espécime e seu reflexo sobre o papel, pode-se desenhar o animal sem mover os olhos da ocular".

Marrella splendens como um possível precursor tanto dos trilobitos como dos crustáceos. Em sua monografia, tendo que classificar *Marrella splendens*, Whittington optou pela cautela, mantendo *Marrella* nos Trilobitoidea de Stomer. Porém, essa não foi uma classificação convincente para Whittington, que passou a suspeitar que *Marrella* poderia não ser colocado em nenhum grupo conhecido de artrópodes.

O segundo trabalho de Whittington foi sobre o gênero *Yohoia* (Figura 4), classificado anteriormente por Walcott como um branquiópode (Tabela 1) e por Stomer como um trilobito, da subclasse Incertos (Tabela 2). O que Whittington encontrou foi um outro animal peculiar com características peculiares, como, por exemplo, seu grande apêndice como única estrutura da carapaça da cabeça, o que o diferenciava de qualquer outro grupo existente de artrópodes. Suas suspeitas a respeito da classificação de Stomer, a mais aceita na época, aumentaram. Os maiores sinais disso foram a não utilização da categoria de Stomer no título de seu trabalho e a inserção de um ponto de interrogação após a designação taxonômica formal. Além disso, assim como *Marrella*, *Yohoia* não era uma criatura simples e sim um animal especializado, com características singulares e, aparentemente bem adaptada ao seu modo de vida, divergindo da concepção de que os primeiros seres vivos deveriam ser necessariamente simples e sem muitas especializações.

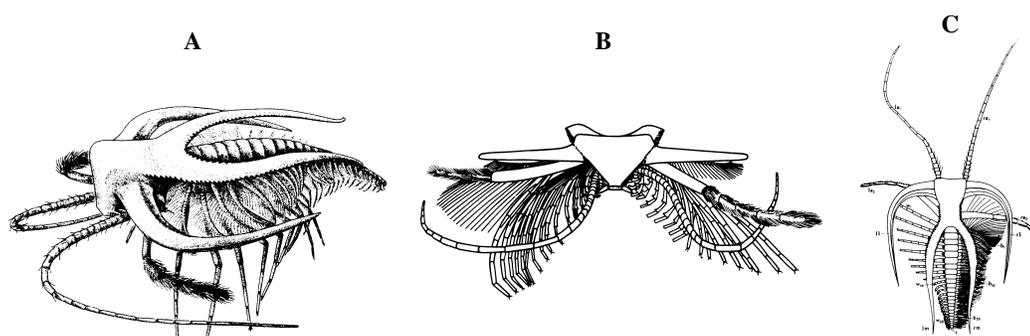


Figura 3 – *Marrella splendens*. A) Vista lateral; desenho de Marianne Collins. B) Vista frontal; desenho de Harry Whittington. C) Reconstituição feita por Whittington; os ramos branquiais estão omitidos no lado esquerdo e os ramos das pernas no lado direito. (GOULD, 1990).

O momento decisivo do trabalho de Whittington com os organismos de Burgess foi a apresentação da descrição de *Opabinia regalis* (Figura 5), um estranho animal com diversas características peculiares, entre elas a presença de cinco olhos, um focinho central flexível constituído por um tubo cilíndrico estriado e brânquias acima de abas laterais. O que mais surpreendeu a Whittington foi o fato de não terem sido encontrados apêndices articulados,

característica fundamental dos artrópodes. Ou seja, por suas características extremamente peculiares, *Opabinia regalis* poderia ser incluída em um novo filo dos animais.

A partir das três espécies estudadas por Whittington, uma nova concepção a respeito de Burgess começava a surgir: a singularidade de seus organismos. Para uma maior aproximação a esta nova concepção, era necessário que muitos outros organismos de Burgess fossem descritos. A quantidade, porém, de organismos a serem estudados ainda era imensa e Whittington, sozinho, não daria conta de estudar todos; apenas *Marrella splendens* lhe ocupara quatro anos e meio. Whittington, então, reuniu uma equipe de paleontólogos para trabalhar com os organismos da fauna de Burgess: David Bruton, professor da Universidade de Oslo; Chris Hughes, professor da Universidade de Cambridge; e dois alunos de pós-graduação, orientados do próprio Whittington, Simon Conway Morris e Derek Briggs.

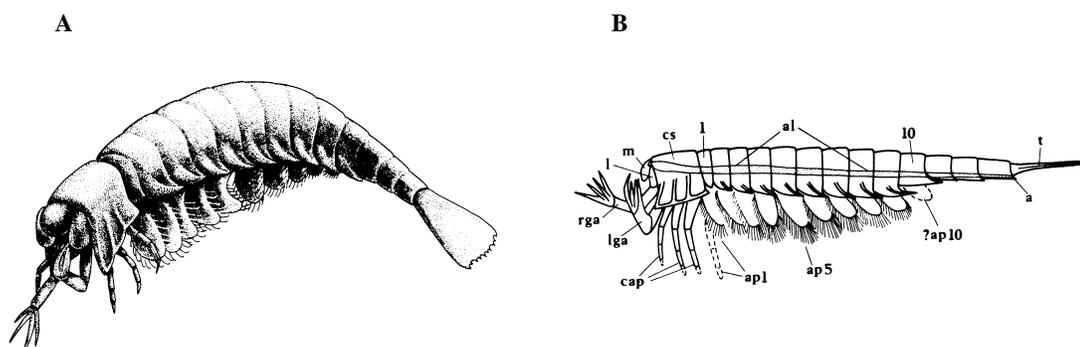


Figura 4 – *Yohoia tenuis*. A) Vista lateral; desenho de Marianne Collins. B) Reconstituição feita por Whittington; observar o grande apêndice singular preso à cabeça, indicado por *rga* e *lga*. (GOULD, 1990).

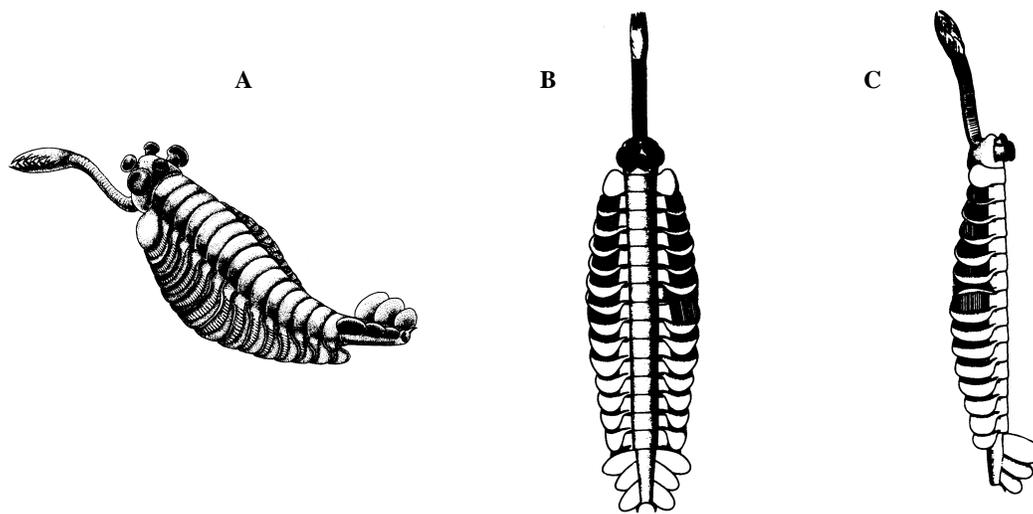


Figura 5 – *Opabinia regalis*. A) Desenho de Marianne Collins, mostrando o focinho central com a quela terminal, os cinco olhos sobre a cabeça, as brânquias na parte de cima do corpo. B) Vista de cima; desenho de Harry Whittington. C) Vista lateral; desenho de Harry Whittington. (GOULD, 1990).

A partir dos trabalhos de todos esses pesquisadores, consolidou-se um novo ponto de vista. A singularidade anatômica passou a ser o padrão e não a exceção dos organismos de Burgess. A Tabela 3 sintetiza grande parte dos trabalhos dessa equipe de pesquisadores e mostra trinta e um gêneros revistos, alguns deles ilustrados na Figura 6. Em relação à classificação original de Walcott de 1912, apenas *Olenoides* e *Canadaspis* mantiveram-se nos grupos colocados por Walcott e, juntamente com *Naraoia*, *Tegopelte* e *Sanctacaris*, foram os únicos cinco gêneros classificados em grupos conhecidos e estabelecidos de animais. Houve dúvidas na classificação de *Perspicares* e *Aysheaia*. Todos os demais grupos foram classificados como artrópodes singulares (13 gêneros) ou como organismos de um novo filo (11 gêneros, incluindo *Laggania*, *Peytoia* e Apêndice F, partes constituintes de *Anomalocaris*).

Com isso, um novo ponto de vista se estabeleceu. O que começou como uma pequena suspeita em *Marrella* e *Yohoia*, passando por *Opabinia*, estabeleceu-se como um padrão para diversos organismos da fauna de Burgess. Os fósseis indicaram que a singularidade anatômica ocorreu de maneira muito mais ampla do que se supunha para uma fauna considerada primitiva. E tudo isso gerou um redirecionamento na concepção de evolução biológica e uma nova visão da história dos seres vivos.

TABELA 3 – ALGUNS ORGANISMOS DE BURGESS, LISTADOS EM ORDEM CRONOLÓGICA DE DESCRIÇÃO; FORAM INCLUÍDAS TAMBÉM AS CLASSIFICAÇÕES ORIGINAIS DE WALCOTT, EM 1912, E AS NOVAS CLASSIFICAÇÕES (ADAPTADO DE GOULD, 1990)

continua

ANO DE REDESCRIBÇÃO	NOME	CLASSIFICAÇÃO DE WALCOTT	NOVA CLASSIFICAÇÃO	REVISOR
1971	<i>Marrella</i>	próxima aos trilobitas	artrópode singular	Whittington
1974	<i>Yohoia</i>	crustáceo branquiópode	artrópode singular	Whittington
1975	<i>Olenoides</i>	trilobito (chamado <i>Nathorstia</i>)	trilobito	Whittington
1975	<i>Opabinia</i>	crustáceo branquiópode	novo filo	Whittington
1975	<i>Burgessia</i>	crustáceo branquiópode	artrópode singular	Hughes
1976	<i>Nectocaris</i>	(desconhecido)	novo filo	Conway Morris
1976	<i>Odontogriphus</i>	(desconhecido)	novo filo	Conway Morris
1977	<i>Dinomischus</i>	(desconhecido)	novo filo	Conway Morris
1977	<i>Amiskwia</i>	verme quetógnato	novo filo	Conway Morris
1977	<i>Hallucigenia</i>	verme poliqueto	novo filo	Conway Morris
1976	<i>Branchiocaris</i>	crustáceo malacostráceo	artrópode singular	Briggs
1977	<i>Perspicares</i>	crustáceo malacostráceo	(?) malacostráceo	Briggs

conclusão

ANO DE REDESCRIÇÃO	NOME	CLASSIFICAÇÃO DE WALCOTT	NOVA CLASSIFICAÇÃO	REVISOR
1978	<i>Canadaspis</i>	crustáceo malacostráceo (chamado <i>Hymenocaris</i>)	malacostráceo	Briggs
1977	<i>Naraioa</i>	crustáceo branquiópode (desconhecido)	trilobito de corpo mole	Whittington
1985	<i>Tegopelte</i>	(desconhecido)	trilobito de corpo mole	Whittington
1988	<i>Aysheaia</i>	verme poliqueto	(?) onicóforo ou novo filo	Whittington
1981	<i>Odaraia</i>	crustáceo malacostráceo	artrópode singular	Briggs
1981	<i>Sidneyia</i>	merostomado	artrópode singular	Bruton
1981	<i>Molaria</i>	Merostomado	artrópode singular	Whittington
1981	<i>Habelia</i>	Merostomado	artrópode singular	Whittington
1981	<i>Sarotrocercus</i>	(desconhecido)	artrópode singular	Whittington
1981	<i>Actaeus</i>	(desconhecido)	artrópode singular	Whittington
1981	<i>Alalcomenaeus</i>	(desconhecido)	artrópode singular	Whittington
1983	<i>Emeraldella</i>	Merostomado	artrópode singular	Bruton e Whittington
1983	<i>Leancoilia</i>	crustáceo branquiópode (desconhecido)	artrópode singular	Bruton e Whittington
1988	<i>Sanctacaris</i>	(desconhecido)	artrópode quelicerado	Briggs e Collins
1985	<i>Wiwaxia</i>	verme poliqueto	novo filo	Conway Morris
1985	<i>Anomalocaris</i>	crustáceo branquiópode	novo filo	Whittington e Briggs
	(<i>Laggania</i>)	pepino-do-mar	corpo de <i>Anomalocaris</i>	
	(<i>Peytoia</i>)	Medusa	boca de <i>Anomalocaris</i>	
	(Apêndice F)	órgão alimentar de <i>Sidneyia</i>	órgão alimentar de <i>A. nathorsti</i>	

Considerações finais sobre a fauna de Burgess: uma nova concepção da história da vida

Conforme já exposto anteriormente, a imagem do cone da diversidade crescente (Figura 2) permeou muitas interpretações a respeito da história dos seres vivos, indicando que, a partir de ancestrais primitivos e simples, surgiram todos os demais organismos vivos do planeta, em um crescente de diversidade e complexidade. A reinterpretação da fauna de Burgess causou uma profunda revisão nesta concepção fundamental a respeito da história da vida.

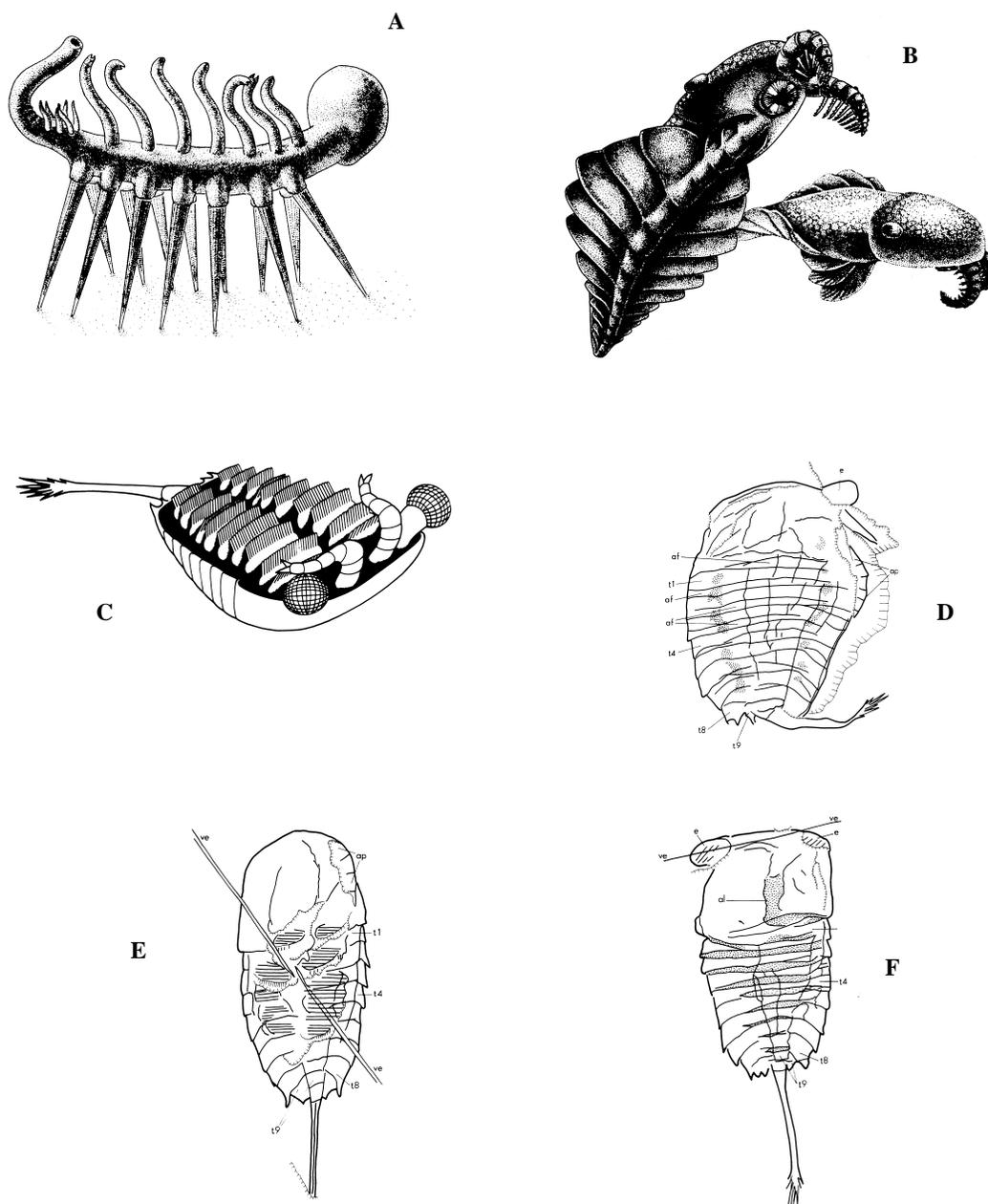


Figura 6 – Diversos organismos de Burgess Shale. A) *Hallucigenia*, descrita por Conway Morris; desenho de Marianne Collins. B) *Anomalocaris*, descrito por Whittington e Briggs; desenho de Marianne Collins. C) *Saratrocercus*, descrito por Whittington; desenho de Marianne Collins. D, E, F) Desenhos originais de Whittington de *Saratrocercus*. A, B, C retirados de GOULD (1990); D, E, F retirados de WHITTINGTON (1981).

A Tabela 13 nos mostra, na série de trabalhos realizados por Whittington e sua equipe, a descrição de 8 novos filos de organismos e 13 gêneros de artrópodes singulares^{10,11}.

¹⁰ Os **Reinos** representam o mais alto nível hierárquico de classificação dos seres vivos e são determinados a partir de características biológicas fundamentais. Atualmente, os organismos vivos são classificados em cinco grandes Reinos: 1) *Monera*, abrangendo os seres unicelulares e procariontes (sem organização nuclear definida); 2) *Protista*, abrangendo os

Ou seja, percebeu-se que muitos organismos de Burgess não apresentavam características de nenhum dos artrópodes atualmente conhecidos e, o que é mais surpreendente, oito organismos não puderam ser classificados nem como artrópodes nem em qualquer outro filo de animais conhecidos. Além disso, mais de 90% dos organismos de Burgess foram dizimados antes do término do Cambriano, o que, em termos geológicos, é um período bastante curto de tempo. Para explicar esses eventos de maneira coerente, uma nova imagem da história da vida foi concebida: a idéia de que ocorrem grandes “explosões” da vida, seguidas de dizimação e diversificação das variantes sobreviventes (Figura 7).

Essa imagem é coerente com os padrões de extinção e diversificação dos seres vivos propostos por Sepkoski (1993) e por Benton (1995). Esses autores mostram, a partir de análises de registros fósseis de diversas publicações, que a diversidade da vida (marinha e continental) cresceu exponencialmente desde o fim do Pré-Cambriano, sendo interrompida por períodos de extinções em massa. Esses autores também mostram que, geralmente após um período de extinção, ocorre um evento de origem de novos grupos de seres vivos. Outros trabalhos (GOULD *et al.*, 1977; GOULD *et al.*, 1987) também apresentam resultados condizentes com o padrão de grande diversificação inicial e posterior dizimação. Esses autores construíram diagramas de fuso paleontológicos, que mostram o número de gêneros de

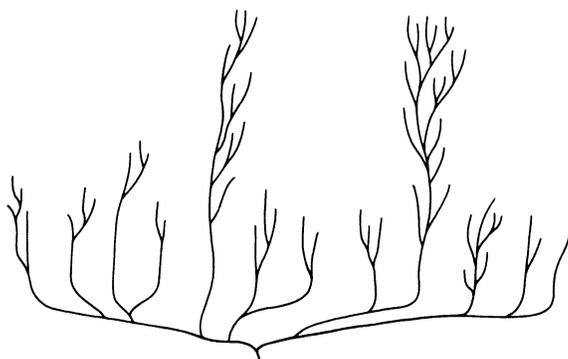


Figura 7 – A imagem da nova concepção da história da vida (GOULD, 1990).

uma família ao longo do tempo geológico; os resultados indicaram que as linhagens que surgiram no início da vida multicelular apresentavam uma grande diversificação no início de sua história, com posterior redução do número de gêneros.

No que tange à explosão cambriana da vida, três possíveis explicações foram apresentada por

GoULD (1990). A primeira delas, denominada de “*primeiro enchimento do barril ecológico*”, sustenta que, inicialmente, como o ambiente era pouco povoado de organismos, as

seres unicelulares e eucariontes (células que possuem o material genético compartimentalizado no núcleo); 3) Vegetais, incluindo os seres pluricelulares, eucariontes e autótrofos (produtores de seu próprio alimento, através da fotossíntese); 4) Animais, incluindo os seres pluricelulares, eucariontes e heterótrofos por ingestão (necessitam de alimentos do ambiente, ingerindo-os para realizar a digestão no interior de seus tecidos); 5) Fungos, abrangendo os seres unicelulares ou pluricelulares, eucariontes e heterótrofos por absorção (necessitam de alimentos do ambiente para a sobrevivência, obtendo-os através da absorção) (GOULD, 1992c).

oportunidades de ocupação eram muito grandes. Assim, a vida se irradiou para os espaços vazios do ambiente e proliferou em escala logarítmica, como uma curva sigmóide, conforme observa Gould (1992d). Uma segunda explicação levanta a hipótese dos *sistemas genéticos* dos organismos do Cambriano terem sido mais flexíveis e simples que os organismos atuais, permitindo assim o surgimento de diversas singularidades anatômicas. Uma terceira explicação está relacionada à hipótese de que a rápida disparidade máxima de Burgess seguida por uma posterior dizimação é uma *propriedade geral dos sistemas*, não necessitando de explicações relacionadas à ecologia ou à genética.

Uma outra questão a ser discutida diz respeito ao rápido desaparecimento de mais de 90% dos organismos de Burgess. Uma explicação tradicional sustenta que, a partir do momento em que os ambientes ficaram repletos de organismos, estes passaram a competir por recursos; aqueles que dispunham de anatomias favoráveis, sobreviveram e suplantaram os menos adaptados. Gould (1990, p. 275), porém, observa que:

não sabemos com certeza se a dizimação de Burgess foi uma loteria. Contudo, não temos nenhum indício de que os vencedores gozavam de superioridade adaptativa ou de que um observador contemporâneo pudesse ter apontado antecipadamente os sobreviventes. Tudo o que aprendemos com as melhores e mais detalhadas monografias anatômicas da paleontologia do século XX indica que os perdedores de Burgess eram adequadamente especializados e bastante aptos.

Em síntese, a reinterpretação da fauna de Burgess permitiu um redirecionamento na concepção da história da vida, passando de uma visão direcionada ao progresso para uma visão casual e não-direcional, de uma visão de complexidade e diversidade crescentes para a noção de diversificação inicial seguida de dizimação e posterior diversificação dos ramos sobreviventes. Nessa nova visão, o surgimento do ser humano e da consciência deixou de ser o fim do processo evolutivo, passando a ser interpretado como mais uma entre diversas outras possibilidades que poderiam ter ocorrido ao longo da história da vida. Como bem observou Gould (1990, p. 43), “talvez sejamos apenas uma idéia tardia, uma espécie de acidente cósmico, nada mais que uma quinquilharia pendurada na árvore-de-natal da evolução”.

Referências bibliográficas

BENTON, M. J. Diversification and extinction in the history of life. *Science*, v.268, p. 52-8, 1995.

¹¹ Os Reinos são divididos em grupos menores, denominados *Filos*. No caso da fauna de Burgess, todos os organismos pertencem ao Reino Animal e, inicialmente, nas descrições de Walcott, foram todos enquadrados no Filo dos Artrópodes (invertebrados com apêndices articulados).

- GOULD, S. J. *Vida Maravilhosa: o acaso na evolução e a natureza da história*. São Paulo: Cia. das Letras, 1990. 391p.
- GOULD, S. J. O dilema de Darwin: a odisséia da evolução. In: _____. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992a. p. 25-9.
- GOULD, S. J. Arbustos e escadas na evolução humana. In: _____. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992b. p. 49-55.
- GOULD, S. J. O pentágono da vida. In: _____. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992c. p. 107-12.
- GOULD, S. J. Seria a explosão cambriana uma fraude sigmóide? In: _____. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1992d. p. 121-8.
- GOULD, S. J. et al. The shape of evolution: a comparison of real and random clades. *Paleobiology*, v.3, p. 23-40, 1977.
- GOULD, S. J.; GILINSKY, N. L.; GERMAN, R. Z. Asymmetry of lineages and the direction of evolutionary time. *Science*, v.236, p. 1437-41, 1987.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 6 ed. São Paulo: Perspectiva, 2001. 257p.
- POPP, J. H. Rochas Sedimentares. In: _____. *Geologia Geral*. 4 ed. Rio de Janeiro/São Paulo: LTC, 1987. p. 70-95.
- RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. *Invertebrate zoology*. 6 ed. [S.l.]: Saunders College Publishing, 1994. 1056p.
- SEILACHER, A. Vendobionta and Psammocorallia: lost constructions of precambrian evolution. *Journal of the Geological Society*, v.149, p. 607-13, 1992.
- SEPKOSKI, J. J., Jr. Ten years in the library: new data confirm paleontological patterns. *Paleobiology*, v.19, n.1, p. 43-51, 1993.
- WHITTINGTON, H. B. Rare arthropods from the Burgess Shale, Middle Cambrian, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v.292, p. 329-57, 1981.