

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

Marina de Lima Tavares

**ARGUMENTAÇÃO EM SALAS DE AULA
DE BIOLOGIA SOBRE A TEORIA
SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO**

**Belo Horizonte
2009**

MARINA DE LIMA TAVARES

**ARGUMENTAÇÃO EM SALAS DE AULA
DE BIOLOGIA SOBRE A TEORIA
SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutora em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e ciências

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Fleury
Mortimer

Co-orientador: Charbel Niño El-Hani

**Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte**

2009

Marina de Lima Tavares

**ARGUMENTAÇÃO EM SALAS DE AULA DE BIOLOGIA SOBRE
A TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO**

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora no curso de Pós-Graduação em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

Aprovada em 04 de maio de 2009

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr Eduardo Fleury Mortimer – UFMG (Orientador)

Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani – UFBA (Co-orientador)

Profa. Dra. Carmen Maria de Caro Martins – UFMG

Profa. Dra. Danusa Munford - UFMG

Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho – PUC Minas

Profa. Dra. Isabel Gomes Rodrigues Martins – UFRJ

**Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte**

Qualquer idéia que te agrade,
Por isso mesmo... é tua
O autor nada mais fez que vestir a verdade
Que dentro em ti se achava inteiramente nua...

Mario Quintana

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marcos e Maria do Carmo por serem o meu porto seguro.

Às minhas irmãs Joana e Luiza, ao meu cunhado André e às minhas tias Fátima, Luzinete e Márcia pelo constante incentivo à minha vida acadêmica.

Ao meu orientador Eduardo Fleury Mortimer por ter me apresentado a uma série de novos conhecimentos na área de educação em ciências e pelo tempo e dedicação dispensados em minha orientação.

Ao meu co-orientador Charbel Niño El-Hani por ter me incentivado a seguir a carreira acadêmica e por contribuir em todas as conquistas que tenho alcançado nesse sentido desde a minha graduação.

À professora Maria Pilar Jiménez-Aleixandre por ter me recebido no Departamento de Didática das Ciências da Universidade de Santiago de Compostela e pelo auxílio no desenvolvimento da metodologia de análise da argumentação desse trabalho.

Ao professor Orlando Aguiar pelo incentivo e pelo carinho que sempre me dispensou.

Aos professores e colegas da Faculdade de Educação da UFMG, pelo período de convivência e aprendizagem.

Aos colegas e amigos de grupo de pesquisa, pelos momentos de aprendizagem e pelas conversas na lanchonete, acompanhadas de cafezinho e pão de queijo, nesses quatro anos.

Aos amigos de Salvador por, mesmo à distância, estarem sempre presentes em minha vida.

Aos novos amigos de Belo Horizonte e de Santiago de Compostela por tornarem ainda mais especial esse período de doutorado.

Aos professores que gentilmente abriram suas salas de aula para a realização dessa pesquisa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado e da bolsa de doutorado sanduíche na Espanha.

RESUMO

Esse trabalho discute ações que permeiam o discurso dos alunos quando inseridos em processos de ensino e de aprendizagem de ciências. O nosso foco é a argumentação de alunos do terceiro ano do ensino médio durante a discussão de questões sobre evolução, mais especificamente, relativas a aspectos da teoria sintética da evolução. Nossa principal questão de pesquisa foi: Como os alunos desenvolvem argumentos ao discutir questões sobre a teoria sintética da evolução? Essa questão se desdobra em outras questões mais específicas: (1) Que tipos de movimentos discursivos os alunos realizam na argumentação? (2) Que conceitos evolutivos os alunos mobilizam em seus argumentos? (3) Em que níveis epistêmicos de abstração os conceitos evolutivos são articulados nas justificações dos alunos? As discussões de questões relacionadas a aspectos da teoria sintética da evolução ocorreram em três turmas (A, B e C) após as unidades didáticas sobre evolução, lecionadas por seus respectivos professores. As unidades didáticas dessas três turmas também foram analisadas, de modo a examinarmos aspectos próprios a essas salas de aula, tais como: as características das escolas em que se deram as aulas; as dinâmicas desenvolvidas pelos professores para condução de suas aulas; os temas abordados por esses professores durante as aulas; algumas interações discursivas entre alunos e professores, como a autoria da iniciação dos episódios das aulas e o tipo de discurso de cada um deles; as formas como os alunos interferiam nas aulas, com ênfase nos conceitos e práticas epistêmicas que eles explicitavam em suas afirmações e questões que iniciavam episódios de conteúdo, bem como nos ajustes que tais interferências demandavam do professor. A maior compreensão desse conjunto de aspectos, que constituíram o contexto de cada turma, nos auxiliou a compreender os resultados de nossa análise da argumentação dos alunos dessas turmas. Os resultados desse trabalho mostram que os alunos das turmas A e C desenvolveram argumentos mais elaborados que os alunos da turma B. Esse resultado pode ser interpretado em termos de diferenças relevantes identificadas nos contextos das turmas A e C com relação ao contexto da turma B: nas turmas A e C, os alunos apresentaram um maior domínio dos conhecimentos conceituais de evolução, em comparação com a turma B. Esses alunos, em geral, articularam conceitos evolutivos de forma coerente, explorando diferentes níveis epistêmicos de abstração, ao trabalharem com aspectos teóricos e dados evolutivos. Já os alunos da turma B apresentaram dificuldades tanto com os conceitos evolutivos quanto com conceitos estudados em outras unidades didáticas e, mesmo, em outros anos escolares. As turmas A e C estavam em um mesmo colégio, com uma tradição mais voltada à investigação e foram lecionadas por professores doutores envolvidos com atividades de pesquisa. Já a turma B estudava em um colégio mais tradicional, em que a atitude investigativa dos alunos não era estimulada, sendo lecionada por uma professora que estava dando início à sua jornada na área investigativa. Além disso, os professores das turmas A e C limitaram as discussões de suas aulas ao âmbito dos conhecimentos da ciência, com os alunos respeitando tal delimitação. Isso não ocorreu na turma B, na qual, por mais que a professora tentasse avançar nos conceitos da unidade sobre evolução, os alunos interferiam na dinâmica das aulas levantando temas de ordem religiosa e fazendo constantes desafios à visão da ciência.

ABSTRACT

This project deals with a series of actions that articulate the discourse of students who are embedded in processes of learning science. Our focus of study is the reasoning that students of the grade 12 of high school carry out when they approach aspects regarding evolution, in particular, those that have to do with the synthetic theory of evolution. The main question we have asked in this investigation has been: How do students develop arguments in the discussion of questions regarding the synthetic theory of evolution? This general question can be divided into others that refer to more specific aspects: (1) What kinds of discursive movements do the students make evident in the discussion? (2) What kinds of concepts of evolution do the students mobilize in their discussions? (3) In what levels of epistemic abstraction are the concepts of evolution that the students use in their justifications articulated? After the didactic units of evolution developed by the particular teachers, the discussion of aspects that have to do with the synthetic theory of evolution occurred in three groups (A, B and C). The didactic units belonging to these groups have also been analyzed with the purpose of checking aspects that are closely linked to them, such as features of the schools where they took place, the dynamics used by the teachers in the development of their lessons, the topics the teachers dealt with, some discursive interactions between teachers and students such as the initiation of episodes and de kinds of their discourse, how the students took place sharing emphasis in the concepts and epistemic practice that they made clear in statements and questions of their episodes of content as well as the adjustments that they required from the teachers part. A better understanding of these aspects that are peculiar to a group has made us understand the results of our analysis regarding the argumentation that is applied by the members of the aforesaid groups. Our investigation shows that students belonging to groups A and C have developed better arguments than those used by students belonging to group B. This conclusion must be considered taking into account the relevant differences found in the context of groups A and C compared with that of group B. In groups A and C students have displayed a better mastering of the conceptual knowledge of evolution if we compare it with the knowledge that group B students have. These students, in general, have articulated concepts regarding evolution in a coherent way, exploring different epistemic levels of abstraction, working with theoretical aspects and data about evolution. In turn, students who belong to group B have displayed problems regarding concepts of evolution and concepts studied in other didactic units; they even had problems that had to do with other educational levels. Groups A and C where placed in the same high school, with a tradition linked to investigation activities. On the contrary, group B students belonged to a traditional high school where research was not stimulated. Also, the teacher was initiating her career as investigator. In addition, teachers of groups A and C had limited the discussion in their lessons to the field of science, something that was respected by students. This has not been the case in group B, in which students interrupted the development of the lessons to discuss religious aspects or to challenge scientific points of view, despite the efforts made by the teacher to move forward in treating evolutionary concepts.

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	67
Quadro 3.1: Mapa geral das aulas	74
Quadro 3.2: Mapa de episódio.....	75
Quadro 3.3: Mapa de episódios das questões de discurso de conteúdo dos alunos	75
Quadro 3.4: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento (em Jiménez-Aleixandre et al., 2008).....	76
Quadro 3.5: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento (em Araújo, 2008)	78
Quadro 3.6: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento .	80
Quadro 3.7: Escala de níveis epistêmicos de abstração dos conceitos articulados nas justificações dos alunos.	86
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DO CONTEXTO DAS TURMAS A, B E C.....	88
Quadro 4.1 - Aulas ministradas pelo professor Severino – Turma A.....	90
Quadro 4.2 - Episódios na aula 2 da turma A (23/10/06).....	93
Quadro 4.3 - Episódios na aula 3 da turma A (30/10/06).....	98
Quadro 4.4 - Episódios na aula 4 da turma A (06/11/06).....	100
Quadro 4.5: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma A. (C, conceito; D, dado; T, teoria).....	105
Quadro 4.6 - Aulas ministradas pela professora Camila – Turma B.....	112
Quadro 4.7 - Episódios na aula 2 da turma B (04/10/06).....	115
Quadro 4.8 - Episódios na aula 3 da turma B (09/10/06).....	118
Quadro 4.9 - Episódios na aula 4 da turma B(16/10/06).....	120
Quadro 4.10 - Episódios na aula 5 da turma B (18/10/06).....	121
Quadro 4.11 - Episódios na aula 6 da turma B (23/10/06).....	123
Quadro 4.12 - Episódios na aula 7 da turma B (30/10/06).....	126
Quadro 4.13 - Episódios na aula 8 da turma B (06/11/06).....	128
Quadro 4.14 - Episódios na aula 9 da turma B (08/11/06).....	131
Quadro 4.15: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma B (C, conceito; D, dado; T, teoria).....	134
Quadro 4.16 - Aulas ministradas pela professora Sônia – Turma C	144
Quadro 4.17 - Episódios na aula 3 da turma C (26/09/07).....	146
Quadro 4.18 - Episódios na aula 4 da turma C (02/10/07).....	149
Quadro 4.19 - Episódios na aula 5 da turma C (03/10/07).....	151
Quadro 4.20 - Episódios na aula 6 da turma C (09/10/07).....	154
Quadro 4.21 - Episódios na aula 7 da turma C (10/10/07).....	156
Quadro 4.22 - Episódios na aula 8 da turma C (16/10/07).....	158
Quadro 4.23 Episódios na aula 9 da turma C (17/10/07)	160
Quadro 4.24 - Episódios na aula 10 da turma C (23/10/07).....	162
Quadro 4.25 Episódios na aula 11 da turma C (24/10/07)	165
Quadro 4.26 - Episódios na aula 12 da turma C (30/10/07).....	168
Quadro 4.27 - Episódios na aula 13 da turma C (31/10/07).....	170

Quadro 4.28: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma C (C, conceito; D, dado; T, teoria).....	172
---	-----

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DA ARGUMENTAÇÃO SOBRE EVOLUÇÃO DOS ESTUDANTES INVESTIGADOS..... 187

Quadro 5.1: Movimentos discursivos na argumentação da turma A na discussão da questão 1	190
Quadro 5.2: Movimentos discursivos da turma B na argumentação da questão 1	200
Quadro 5.3: Movimentos discursivos da turma C na discussão da questão 1	206
Quadro 5.4: Movimentos discursivos da turma A na discussão da questão 2.....	217
Quadro 5.5: Movimentos discursivos da turma B na discussão da questão 2.....	222
Quadro 5.6: Movimentos discursivos da turma C na discussão da questão 3.....	228

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
1.1 – A linguagem como um produto sociocultural – Contribuições de Vygotsky e Bakhtin para as pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de ciências.	17
1.2 – A argumentação como prática discursiva	23
1.2.1 - A teoria da argumentação de Stephen Toulmin	24
1.2.2 - O modelo de Perelman e Olbrechts-Tyteca	29
1.2.3 - As contribuições de Michael Billig.....	34
1.2.4- As contribuições de Deanna Kuhn.....	37
1.3 – A argumentação em salas de aula de ciências.....	40
1.4 - Práticas epistêmicas em salas de aula de ciências	44
1.5– A noção de aprendizagem com base no engajamento disciplinar produtivo	48
CAPÍTULO 2 – A POLEMICIDADE DO TEMA EVOLUÇÃO NO MEIO CIENTÍFICO E EM SALAS DE AULA DE BIOLOGIA.....	53
2.1 – Das primeiras teorias evolutivas às discussões atuais sobre aspectos polêmicos da teoria sintética da evolução.....	53
2.2 - Dificuldades dos alunos do ensino médio na aprendizagem sobre evolução	63
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	67
3.1 - O desenho da pesquisa: do planejamento inicial às alterações no percurso do trabalho	68
3.2 - Participantes, critérios para a seleção dos professores, caracterização geral dos professores e das turmas pesquisadas e procedimentos de coleta e tratamento inicial dos dados.....	69
3.2.1 – Participantes	69
3.2.2 – Instrumentos para a seleção dos professores	69
3.2.3 - Desenvolvimento do material da pesquisa, procedimentos de coleta e tratamento inicial dos dados	71
3.2.4 – Procedimentos metodológicos para a análise do contexto das salas de aula	74
3.3 – Análise da argumentação.....	83
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DO CONTEXTO DAS TURMAS A, B E C.....	88
4. 1 – O contexto da turma A.....	89
4.1.1 - Mapeamento geral das aulas	90
4.1.2 – Mapeamento das aulas por episódios	91
4.1.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas ao professor verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma A.....	104
4.2 - O contexto da turma B.....	112
4.2.1- Mapeamento geral das aulas	112

4.2.2 – Mapeamento das aulas por episódios	114
4.2.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas a(o) professor(a) verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma B	133
4.3 - O contexto da turma C	143
4.3.1 - Mapeamento geral das aulas	143
4.3.2 – Mapeamento das aulas por episódios	146
4.3.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas a(o) professor(a) verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma C	172
4.4 – Contrastando os contextos das turmas A, B, e C.....	183
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DA ARGUMENTAÇÃO SOBRE EVOLUÇÃO DOS ESTUDANTES INVESTIGADOS.....	187
5.1 - Argumentação sobre a questão 1 nas turmas A, B e C.....	188
5.1.1- Argumentação sobre a questão 1 na Turma A	189
5.1.2 - Argumentação da questão 1 na TURMA B	198
5.1.3 - Argumentação da questão 1 na TURMA C	205
5.2 - Argumentação sobre ritmo evolutivo nas turmas A, B e C (questões 2 e 3)	214
5.2.1 – Argumentação da questão 2 na turma A.....	216
5.2.2 – Argumentação da questão 2 na turma B.....	221
5.2.3 – Argumentação da questão 3 na turma C.....	226
5.3 – Considerações sobre a argumentação dos alunos nas turmas A, B e C....	234
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	241
REFERÊNCIAS	251
APÊNDICES	257
Apêndice 1 – Questionário para seleção dos professores.....	257
Apêndice 2 – Teste aplicado nas turmas antes e após a unidade evolução	259
Apêndice 3 – Questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução analisadas em termos de argumentação	265
Apêndice 4 – Mapas dos episódios de conteúdo iniciados por alunos nas aulas da turma A.....	267
Apêndice 5 - Mapas de episódios das questões dos alunos da turma B nas aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.	274
Apêndice 6 - Mapas de episódios das questões dos alunos da turma C nas aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.	286
Apêndice 7: Transcrições da questão 1 nas turmas A, B e C	308
Apêndice 8: Transcrições da questão 2 nas turmas A e B.....	325
Apêndice 9: Transcrição da questão 3 na turma C. Data: 07/11/2007	329

INTRODUÇÃO

Essa tese investiga os processos de ensino e aprendizagem de evolução, tendo como foco o discurso argumentativo de alunos do terceiro ano do ensino médio, durante a discussão de questões sobre a teoria sintética da evolução.

Nós adotamos a perspectiva sociocultural desenvolvida por Bakhtin e Vygotsky, que enfatiza os aspectos interativos e discursivos dos processos de ensino e aprendizagem. Os pressupostos básicos dessa perspectiva são os seguintes: todas as ações mentais, tais como a aprendizagem de ciências, estão inevitavelmente situadas nos cenários histórico, cultural e institucional (Mortimer & Scott, 2003, p 120); a vida social e o outro são fundamentais na formação da consciência individual. Essa perspectiva apareceu nas pesquisas em educação em ciências de forma mais marcante a partir da década de 1990, levando a uma mudança de foco nas pesquisas, de uma construção individual do conhecimento para uma construção social do mesmo.

A opção de trabalhar com o tema evolução se deveu ao fato de compartilharmos com estudiosos como Wilson (2005) e Anderson (2007) uma visão da evolução como tema polêmico e desafiador, tanto para professores quanto para estudantes de ciências. Nós consideramos que a polêmica desse tema é evidenciada tanto no âmbito da produção do conhecimento científico, por exemplo, em discussões de aspectos polêmicos ou ainda pouco claros da teoria sintética da evolução, quanto no âmbito da produção do conhecimento científico escolar, como vemos nos potenciais conflitos desses conhecimentos com crenças pessoais e religiosas de alunos e professores, ou, ainda, na multiplicidade de interpretações decorrentes de dificuldades dos alunos de compreender conceitos evolutivos.

A polêmica do tema evolução no âmbito da ciência é evidenciada nas várias críticas realizadas por biólogos evolutivos à teoria sintética da evolução. Essa teoria foi desenvolvida nas décadas de 1930 e 1940, passou por um período de maior aceitação entre os anos de 1940 e 1980 e teve as críticas a ela acirradas nas décadas de 1980 e 1990. Os biólogos evolutivos que têm criticado a teoria sintética da evolução usualmente não rejeitam a noção de seleção natural, mas questionam alguns aspectos que, em sua visão, requerem reformulação, tais como: a idéia de que a seleção natural é um processo que atua em um único nível, na formulação original de Darwin, o do organismo, e no selecionismo gênico, o dos genes; a compreensão da seleção natural

como o único processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva, de modo que todo o poder explicativo na biologia evolutiva deveria ser atribuído a ela; a visão gradualista da evolução, de acordo com a qual todos os processos macro-evolutivos, que produzem os grandes padrões da história da vida, são simplesmente conseqüências de processos micro-evolutivos (Gould, 2002; Lima-Tavares, 2002; Meyer & El-Hani, 2005).

No que diz respeito às relações com crenças pessoais e religiosas dos alunos, a polemicidade que a teoria evolutiva traz para as salas de aula de ciência tem sido discutida por autores como Anderson, que considera que parte das dificuldades de aprendizagem dos alunos pode estar relacionada a fatores como religiosidade e às suas variadas epistemologias pessoais, ou às suas visões de mundo (Anderson, R. 2007). Tratando da situação norte-americana, ele se refere ao baixo domínio dos conceitos evolutivos pelos estudantes, atribuindo-o à postura cética desses estudantes frente à evolução. Ele conclui que essa postura é decorrente de suas visões religiosas, visto que a maioria dos estudantes acredita em Deus e faz parte de alguma comunidade religiosa (Anderson, R. 2007). No contexto brasileiro, Sepúlveda e El-Hani discutiram as concepções de natureza de alunos protestantes do curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e caracterizaram suas estratégias para administrar a convivência entre conhecimento científico e conhecimento religioso em sua visão de mundo. Esse estudo foi desenvolvido a partir da verificação de dificuldades vivenciadas por tais estudantes quando se viam conflitados entre o compromisso com suas convicções religiosas e a responsabilidade de ensinarem ciências para seus futuros alunos. Estes conflitos tinham lugar principalmente quando eram desafiados a tratar de temas em que o conhecimento científico não se mostra compatível com suas visões religiosas, como no caso da origem e evolução da vida. Nesses momentos, os estudantes mostravam claras dúvidas acerca do modo como deveriam tratar de tal tema, se através do criacionismo ou do evolucionismo, ou, ainda, apresentando ambos de uma maneira tal que lhes fosse atribuído o mesmo grau de importância. Como resultado desse estudo, foi verificado que os alunos protestantes reagem de duas formas diferentes ao discurso científico, ou apresentando uma recusa total e sistemática deste discurso, ou apreendendo-o por meio de uma síntese entre o conhecimento científico e sua visão de mundo teísta (Sepúlveda & El-Hani 2004).

Com relação às polêmicas decorrentes das dificuldades de compreensão e consequente possibilidade de múltiplas interpretações, estudos sobre o ensino e a

aprendizagem de evolução têm mostrado que os estudantes apresentam uma série de dificuldades para aprender conceitos evolutivos (Anderson, 2007; Sinatra, Southerland, McConaughy & Demastes, 2003). No ensino médio, por exemplo, os alunos geralmente chegam às salas de aula de biologia com concepções prévias sobre o mundo natural que não estão de acordo com o conhecimento científico. No que interessa em particular a este trabalho, eles frequentemente apresentam concepções inconsistentes com os conhecimentos aceitos pela biologia evolutiva atual (Kampourakis & Zogza, 2007, p. 393). Muitos estudos têm indicado, ainda, que os estudantes apresentam interpretações variadas para conceitos como variação, herança, adaptação, domesticação, especiação e extinção, que podem enfatizar ou o caráter variacional da evolução ou conferir plausibilidade a concepções já superadas, como, por exemplo, a de que a evolução seria um processo de transformação da essência de uma espécie com base em mudanças dos organismos individuais (Shtulman, 2006, p. 173). Tais problemas no ensino e na aprendizagem de conceitos evolutivos são considerados por nós como indicadores da relevância de se trabalhar com pesquisas nessa área, de modo a ampliar a compreensão dos fatores envolvidos na aprendizagem dos alunos e auxiliar os professores a desenvolver estratégias de ensino para abordar o conhecimento evolutivo.

Uma segunda razão que nos levou a optar por trabalhar com o tema evolução foi o fato de a evolução ser considerada, por boa parte dos pesquisadores da biologia, o eixo central e unificador das ciências biológicas (Dobzhansky, 1973; Futuyma, 1993; Meyer & El-Hani, 2000; Meyer & El-Hani, 2005). A relevância da evolução é destacada também pelos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCN+), apontando a evolução como um dos seis temas biológicos estruturadores do ensino médio (PCN+, 2002). Assim, nós consideramos o tema evolução essencial para a compreensão apropriada pelos alunos da grande maioria dos conceitos e dos modelos explicativos da biologia, o que reforça a relevância de investigarmos os processos de ensino e aprendizagem de evolução em salas de aula da educação básica.

Nosso trabalho ocorreu no espaço social da sala de aula de ciências e a principal questão de pesquisa foi: Como os alunos desenvolvem argumentos ao discutir questões sobre a teoria sintética da evolução? Essa questão se desdobra em outras questões mais específicas: (1) Que tipos de movimentos discursivos os alunos realizam na argumentação? (2) Que conceitos evolutivos os alunos mobilizam em seus argumentos? (3) Em que níveis epistêmicos de abstração os conceitos evolutivos são articulados nas justificações dos alunos?

Consideramos a argumentação um processo social de justificação de alegações, tendo a avaliação do conhecimento em seu núcleo (Jiménez-Aleixandre, 2008). Para autores com Driver et al. (2000) e Jiménez-Aleixandre et al. (2000), o discurso argumentativo é de grande importância para práticas discursivas em salas de aula, como, por exemplo, as que envolvem a escolha de teorias. Driver, Newton e Osborne (2000) reforçam essa importância ao afirmarem que, ao pensarmos em uma educação que não tem uma preocupação em trazer para sala de aulas discussões em que diversos posicionamentos são discutidos, estamos defendendo a idéia de que a ciência é um conhecimento inequívoco, inquestionável e incontestável (Driver, Newton & Osborne, 2000, p. 288). Entendemos níveis epistêmicos, por sua vez, como distintos níveis ou graus de abstração que podem ser verificados nas justificações dos estudantes. Esses níveis podem variar de um nível de abstração mais baixo, sendo mais próximo aos fatos, figuras e dados, para um nível de abstração mais alto, sendo mais próximos às teorias (Kelly & Chen, 1999); (Kelly & Takao, 2002).

Para responder a nossas questões de pesquisa, foram desenvolvidas, aplicadas e discutidas, em três turmas do terceiro ano do ensino médio (A, B e C) de dois colégios públicos do estado de Minas Gerais/Brasil, atividades com questões que abordam aspectos da teoria sintética da evolução. A princípio, buscamos incorporar a essas questões a polemicidade das discussões evolutivas verificadas no discurso da ciência. Para isso, desenvolvemos questões com situações-problema relacionadas a temas que vêm sendo objeto de discussão por biólogos evolutivos nos últimos tempos. No entanto, ao verificarmos que essa polemicidade muitas vezes não era reconhecida pelos alunos, ou mesmo não aparecia de forma clara nas questões, decidimos discutir as questões das atividades em termos de como os alunos interpretavam e discutiam temas evolutivos em geral.

Nas duas questões analisadas nesse trabalho, buscamos colocar em discussão os seguintes problemas evolutivos: (1) É válida a compreensão da seleção natural como o único processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva, de modo que todo o poder explicativo na biologia evolutiva deveria ser atribuído a ela, ou podemos pensar em outros fatores (como restrições e deriva) envolvidos na explicação desses padrões?; (2) A evolução ocorre sempre de forma gradual, com pequenas variações acumuladas ao longo do tempo por seleção natural, como propôs Darwin, ou a taxa de ocorrência de determinados processos evolutivos pode ser mais acelerada, afastando-se de uma dinâmica inteiramente gradual? É válida a visão gradualista da evolução, de acordo com

a qual todos os processos macro-evolutivos, que produzem os grandes padrões da história da vida, são simplesmente conseqüências de processos micro-evolutivos (Gould, 2002; Lima-Tavares, 2002)? Para cada questão, duas possibilidades de resposta eram fornecidas. Cada possibilidade de resposta foi considerada um argumento e solicitou-se que os alunos optassem por uma delas, por ambas, ou por nenhuma, e justificassem o seu posicionamento. Os alunos dessas três turmas inicialmente foram orientados a discutir as questões em pequenos grupos e, posteriormente, a apresentar e discutir os argumentos de seus grupos com toda a turma. A discussão final, envolvendo toda a turma, foi analisada em termos da argumentação dos alunos.

Além das aulas destinadas à discussão das atividades, as unidades didáticas desenvolvidas pelos professores para trabalhar o tema evolução nessas três turmas também foram analisadas, de modo a verificarmos aspectos próprios a essas salas de aula, que, em conjunto, forneceram subsídios para uma caracterização do contexto de cada turma. Os aspectos que analisamos para a construção do contexto das turmas foram: as características das escolas em que se deram as aulas; as dinâmicas desenvolvidas pelos professores para condução de suas aulas; os temas abordados pelos professores durante as aulas; a autoria da iniciação dos episódios das aulas (se quem iniciava o episódio era o professor(a) ou um(a) aluno(a)) e o tipo de discurso de cada um deles (discurso de conteúdo, discurso de agenda ou discurso de gestão de classe); as formas como os alunos interferiam nas aulas, em termos das práticas epistêmicas que eles explicitavam nos episódios de conteúdo que iniciavam, bem como nos ajustes que tais interferências demandavam do professor. A análise do contexto de cada turma nos auxiliou em nossa interpretação das semelhanças e diferenças dos argumentos desenvolvidos por alunos das turmas A, B e C.

Utilizamos a definição de episódios de Mortimer, Massicame, Buty e Tiberghien (2007), que tem como base a noção de enunciado proposta por Bakhtin (1986). Um episódio, enquanto enunciado, é um segmento do discurso da sala de aula que tem fronteiras claras em termos de conteúdo temático, da fase didática ou das tarefas que são desenvolvidas, podendo, dessa forma, ser nitidamente distinguido dos demais episódios, que lhe antecedem e sucedem (Mortimer, Massicame, Buty e Tiberghien, 2007).

Entendemos as práticas epistêmicas no âmbito da sala de aula de ciências de acordo com a definição apresentada por Sandoval e Reisel (2004), que as consideram atividades cognitivas e discursivas através das quais há um engajamento do aluno e uma compreensão da epistemologia do conhecimento científico. Desse modo, além dos

métodos e das práticas envolvidos no fazer ciência, a mobilização de práticas epistêmicas pelos alunos propicia o desenvolvimento de uma compreensão da própria natureza do conhecimento científico (Sandoval & Reiser, 2004, pp. 345-346). Tais práticas estão relacionadas aos processos sociais de construção, avaliação e comunicação do conhecimento pela comunidade científica (Kelly & Duschl, 2002).

Esta tese se divide em seis capítulos. No primeiro capítulo, ‘Referenciais teóricos’, apresentamos e discutimos as principais teorias e conceitos utilizados nessa investigação. Os tópicos desse capítulo incluem: (1.1) A linguagem como um produto sociocultural – Contribuições de Vygotsky e Bakhtin para as pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de ciências; (1.2) A argumentação como prática discursiva; (1.3) A argumentação em salas de aula de ciências; (1.4) Práticas epistêmicas em salas de aula de ciências; e (1.5) A noção de aprendizagem com base no engajamento disciplinar produtivo. No segundo capítulo, discutiremos aspectos relacionados à polemicidade da teoria evolutiva no âmbito da ciência e da sala de aula de ciências. Os tópicos desse capítulo incluem: (2.1) Das primeiras teorias evolutivas às discussões atuais sobre aspectos polêmicos da teoria sintética da evolução; e (2.2) Dificuldades dos alunos do ensino médio na aprendizagem de evolução. No terceiro capítulo, apresentaremos as várias metodologias de análise utilizadas nesse trabalho. No quarto capítulo, analisaremos e discutiremos os contextos de cada turma. No quinto capítulo, apresentaremos e discutiremos os resultados da análise da argumentação dos alunos sobre aspectos da teoria sintética da evolução e, no sexto capítulo, faremos as nossas considerações finais.

CAPÍTULO 1 - Referencial Teórico

1.1 – A linguagem como um produto sociocultural – Contribuições de Vygotsky e Bakhtin para as pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de ciências.

O conceito de linguagem social e a idéia de que a aprendizagem envolve uma passagem dos contextos sociais para uma compreensão individual de Bakhtin e Vygotsky são centrais para os estudos realizados pelo programa de pesquisa no qual esse trabalho está inserido, cujo foco está no discurso em salas de aula de ciências.

A seguir, será apresentada uma síntese de alguns conceitos desenvolvidos por esses autores, seguida por uma discussão de como esses conceitos são relevantes para pesquisas sobre ensino e aprendizagem de ciências.

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 1896 em Orsha, cidade provinciana da Bielo-Rússia (Belarus), e é considerado um representante da abordagem histórico-cultural (Oliveira, 1999, p.55) ou, segundo James Werstch (1991), sócio-cultural da psicologia.

Uma das idéias centrais de Vygotsky (1998) é a de que o desenvolvimento e a aprendizagem envolvem uma passagem dos contextos sociais para uma compreensão individual. Isso significa que inicialmente nós conhecemos novas idéias (novas para nós, ao menos) em situações sociais nas quais essas idéias são compartilhadas entre as pessoas, por meio de uma série de modos de comunicação, tais como fala, gestos, escrita, imagens visuais e ações. À medida que as idéias são compartilhadas durante um evento social – o que inclui o trabalho de um professor com uma classe de estudantes na escola - cada participante é capaz de refletir sobre e construir um significado individual do que está sendo comunicado. A transição dos planos sociais para o individual acontece à medida que as ferramentas sociais, tais como palavras, gestos e imagens, se tornam internalizadas e fornecem os significados para o conhecimento individual. Assim, desta perspectiva sociocultural, a aprendizagem é vista como um processo de internalização, contrariando as perspectivas psicológicas ou cognitivas, que descrevem o desenvolvimento e a aprendizagem como sendo direcionados principalmente por processos maturacionais internos ao indivíduo (Mortimer & Scott, 2003, pp. 9- 10).

Para uma melhor compreensão da idéia de desenvolvimento e aprendizagem de Vygotsky, é importante explicitar o que ele denomina planos de desenvolvimento,

divididos em plano social e plano psicológico. O desenvolvimento cultural das pessoas apareceria nos dois planos: inicialmente no plano social e, posteriormente, no psicológico; inicialmente como uma categoria interpsicológica e, posteriormente, como uma categoria intrapsicológica (Vygotsky, *apud* Mortimer & Scott, 2003, p. 119).

Ainda segundo a teoria do desenvolvimento e da aprendizagem dos indivíduos postulada por Vygotsky, as ‘funções mentais superiores’ teriam origens sociais. No entanto, funções tais como a memória, atenção, percepção e pensamento apareceriam inicialmente em uma forma elementar, como resultado de uma linha natural de desenvolvimento (Mortimer & Scott, 2003, p. 119). Assim, segundo Vygotsky:

“Nós poderíamos chamar a primeira estrutura de elementar; elas são totalidades psicológicas, condicionadas principalmente por determinantes biológicos. As estruturas últimas que emergem no processo de desenvolvimento cultural, são chamadas de estruturas superiores. O estágio inicial é seguido pela desconstrução das estruturas iniciais, reconstrução, e transição para estruturas de mais alto tipo. (...) estas últimas estruturas são construídas com base no uso de signos e ferramentas” (Vygotsky, 1978, p. 124)

Segundo Marta Oliveira, os conceitos presentes na teoria de Vygotsky apresentam, como uma primeira dimensão, a idéia de libertação dos seres humanos do contexto perceptual imediato, mediante o processo de abstração e generalização possibilitado pela linguagem (Oliveira, 1999). Esta seria a etapa que diferenciaria os seres humanos dos outros animais, visto que, para Vygotsky, o fim do período de desenvolvimento exclusivamente biológico da espécie e a transição para o desenvolvimento do homem estaria associado ao uso de signos mediadores. Desse modo, os seres humanos refletiriam a realidade não apenas com base nas formas visuais, concretas e sensoriais, mas também mediante formas racionais, abstraídas das experiências, baseadas na função da linguagem como reflexo generalizado da realidade (Oliveira, 1999, p.56).

Além desta capacidade de transição da sensação para o pensamento, que diferenciaria os seres humanos dos outros animais, a teoria de Vygotsky afirma que há também uma mudança que vai de uma imersão maior em situações concretas, atividades práticas e experiências pessoais para um grau superior de generalização, abstração e

atribuição de importância a sistemas de conhecimentos organizados e compartilhados (Oliveira, 1999, p. 56).

Segundo Oliveira (1999), é possível distinguir pelo menos três nuances da idéia de conceitos em associação com a liberdade progressiva em relação à realidade imediata:

“Uma primeira mudança qualitativa ocorre dos animais para os seres humanos, devida principalmente ao surgimento da fala: isso corresponderia ao primeiro aparecimento da linguagem (e dos conceitos) na filogênese. Uma segunda mudança qualitativa refere-se à transição do modo situacional para o modo abstrato de pensamento e relaciona-se com diferentes tipos de conceitos que aparecem durante o desenvolvimento ontogenético e é também resultado da imersão do sujeito em atividades culturais específicas. Esta segunda mudança pode distinguir as crianças dos adultos e também os membros de diferentes grupos culturais. (...) uma terceira mudança qualitativa como efeito de práticas culturais, mudança esta que se relaciona com processos metacognitivos em que a investigação a respeito da natureza dos próprios conceitos promove um novo afastamento em relação ao mundo da experiência. Esta terceira mudança pode estar associada à alfabetização, à escolarização e ao desenvolvimento científico” (Oliveira, 1999, p.57).

Ainda de acordo com Oliveira estes três aspectos não são sintetizados como parte de um mesmo conjunto teórico, mas podem ser considerados como complementares, visto que se referem a uma visão que postula o desenvolvimento humano na direção de um constante aumento do controle do homem sobre si mesmo, da auto-regulação e da transcendência do mundo da experiência imediata (Oliveira, 1999, p.58).

Os conceitos de mediação, de internalização e de movimento dos processos interpsicológicos para os intrapsicológicos, centrais para Vygotsky, estão diretamente relacionados à postulação de que os conceitos não são entidades estáveis, mas resultados sempre em mudança da interação humana com o objeto de ação (Oliveira, 1999, p.61):

“Ao aceitar o pressuposto de uma relação sujeito-signo-significado-objeto, constante, intensa e complexa, não podemos aceitar a existência de conceitos e redes conceituais acabados: eles estariam sempre sujeitos a

transformações, especialmente em situações de interação social”
(Oliveira, 1999, pp.62-63).

Assim, pensar sobre os conceitos considerando-os como incrustados em teias de significados pode possibilitar a tentativa de identificar supostos “estados conceituais” de sujeitos em dados momentos de seu desenvolvimento e de mapear sua rede de conceitos em determinada esfera de conhecimento (Oliveira, 1999, p.62).

Mikhail Mikhailovich Bakhtin, contemporâneo de Vygotsky também tem contribuições importantes a fazer para a área da pesquisa em educação em ciências. Ele tem emergido gradualmente como um dos pensadores fundamentais do século XX e acredita-se que o reconhecimento de suas teorias esteja ocorrendo tão tardiamente devido a uma série de fatos que obscureceram sua importância até recentemente (Holquist, 1981, p. xv).

A idéia central dos manuscritos de Bakhtin é um conceito de linguagem altamente distintivo, no qual a linguagem não é considerada como matéria-prima passiva. Para Bakhtin, o significado e a construção do significado são governados por duas forças opostas: a força centrípeta e a força centrífuga. A força centrípeta consiste no trabalho para centralizar e homogeneizar os significados, enquanto a centrífuga trabalha para dispersar e descentralizar os significados (Holquist, 1981, pp. xviii- xix).

A linguagem também não é entendida por Bakhtin no senso restrito dado pelos lingüistas. Ela é estratificada não apenas em dialetos no estrito sentido da palavra, mas também em linguagens que são sócio-ideológicas – a linguagem pertencente às profissões, aos gêneros, a linguagem peculiar a uma geração particular etc. Tal estratificação e diversidade de discursos se espalha amplamente e penetra a níveis cada vez mais profundos, uma vez que a linguagem está viva e continua no processo de devir (Holquist, 1981, pp. xviii- xix).

Assim como Vygotsky, Bakhtin enfatizou o papel da vida social e do outro na formação da consciência individual. Um dos conceitos apresentados na teoria de Bakhtin é o de dialogismo. O dialogismo implica o reconhecimento da importância do outro para a existência e para a linguagem. A existência é considerada dialógica no sentido de que qualquer consciência individual é formada contra o pano de fundo dos outros e das práticas sociais, como a linguagem (Mortimer & Scott, 2003, p. 121):

“Cada um de nós ocupa um lugar na existência que é unicamente nosso; mas longe de ser um privilégio, longe de ter o que Bakhtin chama de um alibi na existência, a singularidade do lugar que eu ocupo na existência é, no sentido mais profundo da palavra, uma responsividade” (Holquist, 1990, p. 30)

A linguagem é considerada dialógica na medida em que qualquer elocução envolve ao menos duas vozes: a voz produtora e a voz à qual está sendo endereçada (Wertsch, 1991).

Outro aspecto relevante na teoria de Bakhtin é a tese de que uma única palavra apresenta uma multiplicidade de significados e seu significado será determinado em grande parte pelo contexto prevalente. Qualquer elocução é considerada um evento único devido ao escopo de condições (histórica, social, fisiológica etc.) que estão presentes no momento da elocução. Assim, uma elocução não pode ser reproduzida (Mortimer & Scott, 2003, pp. 121-122).

Tanto as idéias de Vygotsky quanto as de Bakhtin contribuem para a compreensão do discurso na sala de aula de ciências, uma vez que a ciência pode ser considerada uma nova linguagem na qual o professor pretende introduzir os seus alunos:

“Aprender ciência envolve ser introduzido a conceitos, convenções, leis, teorias, princípios e formas de trabalho da ciência. Envolve vir a apreciar como este conhecimento pode ser aplicado às questões sociais, tecnológicas e ambientais. (...) A ciência pode também ser vista como (...) uma forma distinta de falar e pensar sobre o mundo natural, a qual deve ser consistente com os acontecimentos e fenômenos daquele mundo. Aprender ciência, portanto envolve ser introduzido na linguagem da comunidade científica” (Mortimer & Scott, 2003, pp. 12-13).

Assim, usando os termos de Bakhtin, aprender ciência envolve aprender a linguagem social da ciência ou, ao menos, uma forma desta linguagem social (Mortimer & Scott, 2003, p. 13).

Ao tratar da ciência como um tipo de linguagem, é necessário fazer uma distinção entre a linguagem social da ciência e a linguagem social da ciência escolar, visto que existem diferenças claras entre o discurso interno à ciência e o discurso dos professores de ciências em sala de aula. A ciência escolar não reflete a ciência na

íntegra, até porque ela tem a sua própria história de desenvolvimento, está sujeita a pressões políticas e sociais diferentes daquelas dos profissionais da ciência, e trabalha com aspectos específicos da ciência, geralmente determinados por um currículo nacional. Assim, devido à sua história e aos conteúdos peculiares, a ciência escolar constitui, ela própria, uma linguagem social (Mortimer & Scott, 2003, p. 14).

Com relação à contribuição metodológica de Vygotsky para a educação, podemos destacar a modalidade de investigação defendida por ele, na qual o pesquisador interage com o sujeito de modo a desafiá-lo, a questionar suas respostas, observar como a interferência de outra pessoa afeta seu comportamento e, principalmente, observar seus processos psicológicos no movimento de transformação, e não apenas como resultado estático de desempenho (Oliveira, 1999, p.63). Assim, segundo Marta Oliveira:

“Uma vez que a situação educativa consiste de processos em movimento permanente, e a transformação constitui exatamente o resultado desejável desses processos, os métodos de pesquisa que permitem a compreensão dessas transformações são os métodos mais adequados para a pesquisa educacional” (Oliveira, 1999, p. 63).

O processo dialógico da construção da compreensão, explicitado na teoria de Bakhtin, também pode ser verificado em uma situação de sala de aula, nas diversas formas de interação entre professor e alunos, como, por exemplo, no discurso que se dá nesse espaço social. É preciso ressaltar, no entanto, que, para Bakhtin, um processo dialógico não pressupõe necessariamente um diálogo entre dois ou mais atores. Um estudante, mesmo estando em silêncio na sala de aula, ao ouvir a conversa ao seu redor, tenta dar sentido ao que está sendo dito. Desse modo, ele está engajado em um processo de compreensão dialógico, visto que está confrontando suas idéias com as que estão sendo discutidas em sala de aula (Mortimer & Scott, 2003, p. 12). Assim, qualquer compreensão verdadeira ou construção de significados, por conseguinte, é dialógica em natureza, porque nós utilizamos uma série de nossas próprias palavras responsivas para cada palavra da elocução que estamos em processo de entendimento (Voloshinov, 1929, p. 102).

1.2 – A argumentação como prática discursiva

Em seu dicionário de análise do discurso, Charaudeau e Maingueneau (2004) fizeram um mapeamento das diferentes perspectivas de análise da argumentação e concluíram que é possível caracterizá-la como um gênero textual, que se distingue de outros quatro tipos de seqüências textuais, como a narração, a descrição, a explicação e o diálogo. Além disso, eles situaram a argumentação como prática discursiva, seja numa perspectiva intra-discursiva, por suas diferentes formas estruturais, ou extra-discursivas, por seu efeito persuasivo.

A caracterização intra-discursiva revela a argumentação como discurso lógico associado a três operações mentais: a compreensão, o julgamento e o raciocínio. Pela compreensão, a mente concebe a idéia de um objeto; pelo julgamento, afirma ou nega alguma coisa desse objeto; pelo raciocínio, encadeia julgamentos, de modo a avançar do conhecido ao inexplorado. No plano lingüístico, essas operações cognitivas correspondem respectivamente: (1) à ancoragem referencial do discurso por intermédio de um termo; (2) à construção do enunciado por imposição de um predicado a esse termo; (3) ao encadeamento das proposições por meio do qual se produzem novas proposições a partir das já conhecidas (Charaudeau & Maingueneau, 2004, p. 53).

Já a caracterização do discurso argumentativo de maneira extra-discursiva, ou seja, pelo efeito persuasivo, é feita de uma perspectiva dialógico-racional. A argumentação é vista desse modo como uma atividade verbal e social cujo objetivo é reforçar ou enfraquecer a aceitabilidade de um ponto de vista controverso junto a um auditório ou a um leitor (Charaudeau & Maingueneau, 2004, p. 53).

A seguir, apresentaremos e discutiremos algumas teorias da argumentação que têm sido utilizadas em estudos sobre a argumentação em salas de aula de ciências. Algumas dessas teorias, como aquela proposta por Toulmin, assumem uma perspectiva intra-discursiva, e outras, como aquela proposta por Perelman e Olbrechts-Tyteca, assumem uma perspectiva extra-discursiva. Em nosso trabalho, articulamos aspectos dessas teorias, buscando transitar, pois, em ambas as perspectivas, intra e extra-discursivas, ao analisarmos a argumentação desenvolvida pelos alunos no contexto da sala de aula, tanto em termos estruturais, quanto em termos da articulação de conceitos evolutivos.

1.2.1 - A teoria da argumentação de Stephen Toulmin

Um dos principais representantes da argumentação numa perspectiva intra-discursiva é Stephen Toulmin. Toulmin nasceu em Londres em 1922 e se tornou doutor em Filosofia em 1948 pela Universidade de Cambridge. Nesse período, teve contato com a filosofia de Ludwig Wittgenstein, cuja investigação sobre as ligações contextuais entre os significados e os usos da linguagem, influenciou bastante o trabalho de Toulmin. A teoria de Toulmin foi de grande relevância, por inaugurar uma compreensão da argumentação a partir de um modelo que parte de uma lógica diferente da dedutiva - uma lógica que se afasta dos requintes técnicos e leva em consideração os procedimentos que usamos no dia a dia, quando avaliamos a solidez, a força e o caráter conclusivo dos argumentos (Toulmin, 2006, p. 2).

Para Toulmin, a lógica tendeu, ao longo de sua história, a se desenvolver numa direção que a afastou das questões práticas sobre o modo como tratamos e criticamos os argumentos em diferentes campos. Assim, a lógica se constituiu na direção de uma completa autonomia, tornando-se um estudo tão livre de preocupações práticas imediatas quanto certos ramos da matemática pura (Toulmin, 2006, p. 3).

Ao constatar que a lógica, tal como a entendemos, não consegue dar conta da maior parte dos argumentos que efetuamos em qualquer outro âmbito, que não o da matemática, Toulmin passou a questionar até que ponto a lógica pode ser uma ciência formal e, ainda assim, ter a possibilidade de ser aplicada na avaliação crítica de argumentos que efetivamente são utilizados no dia a dia (Toulmin, 2006, p. 3).

Por fim, Toulmin rompeu com a lógica formal e sugeriu que o estudo da argumentação como discurso racional tomasse como referência a lógica da jurisprudência. Nessa nova perspectiva:

“(…) a lógica é jurisprudência generalizada; os argumentos podem ser comparados a processos judiciais; e as alegações que fazemos e os argumentos que usamos para defendê-las, em contextos extra-legais, são como alegações que as partes apresentam nos tribunais; e os casos que oferecemos para cada uma de nossas alegações são jurisprudência consagrada – para a lógica, num caso e para o direito, no outro (Toulmin, 2006, p. 10).

Ainda fazendo esse paralelo entre a lógica e as práticas do direito, Toulmin afirma que:

“(…) uma das principais funções da jurisprudência é garantir que se conserve o que é essencial no processo legal: os procedimentos pelos quais as alegações devem ser apresentadas em juízo, discutidas e estabelecidas, e as categorias segundo as quais se devem apresentar, discutir e estabelecer alegações” (Toulmin, 2006, p. 10).

É preciso levar em conta que as situações e os problemas a respeito dos quais se argumenta podem ser muito diferentes. Além disso, um mesmo argumento pode ser exposto de várias formas diferentes, nas quais pode mostrar mais ou menos claramente sua validade ou invalidade (Toulmin, 2006, p. 136). No entanto, em seus estudos sobre argumentação, Toulmin partiu do princípio de que existem fatores que são comuns aos argumentos racionais em geral, tais como: sua estrutura, os elementos que o compõem, as funções desses elementos e as relações entre si e, por fim, os critérios de validade de um argumento (Atienza, 2003, p. 83).

Tendo como base essa nova visão da lógica, e levando em conta a complexidade dos argumentos racionais em geral, Toulmin propôs em seu livro “Os usos do argumento”, publicado pela primeira vez no ano de 1958, uma estrutura para a análise dos argumentos, na qual buscava expor o argumento o mais completa e explicitamente possível.

Para tratar da estrutura de um argumento, Toulmin faz uma analogia de um argumento com um organismo que apresenta uma estrutura bruta, anatômica, e outra mais fina, fisiológica. As unidades anatômicas desse organismo consistem nas fases principais do argumento, que marcam seu progresso a partir da afirmação inicial de um problema não resolvido, até a apresentação final da conclusão. Já a estrutura fisiológica do argumento aparece ao descermos ao nível das sentenças individuais. Essa estrutura fina é a parte de maior interesse para os lógicos e na qual a validade dos argumentos tem de ser estabelecida ou refutada (Toulmin, 2006, p. 135). Para eles, essa estrutura é formada basicamente por uma premissa menor, uma premissa maior e uma conclusão. É também ao nível das estruturas finas (microargumentos), ou seja, das sentenças, que Toulmin desenvolveu o seu modelo. É interessante notar, no entanto, que Toulmin adotou uma estrutura mais complexa para os argumentos racionais em geral, por considerá-los mais elaborados, num paralelo com a complexidade dos procedimentos jurisprudenciais.

A figura 1 representa o modelo básico de argumento proposto por Toulmin. Esse modelo apresenta três elementos lógicos: as alegações ou as conclusões (C) originais, cujos méritos estamos procurando estabelecer; os dados (D), que correspondem aos fatos aos quais recorreremos como fundamentos para as alegações e, por fim, as garantias (W), que são proposições gerais e hipotéticas que servem como pontes que autorizam a passagem dos dados (D) às conclusões (C) (Toulmin, 2006, pp. 140-141).

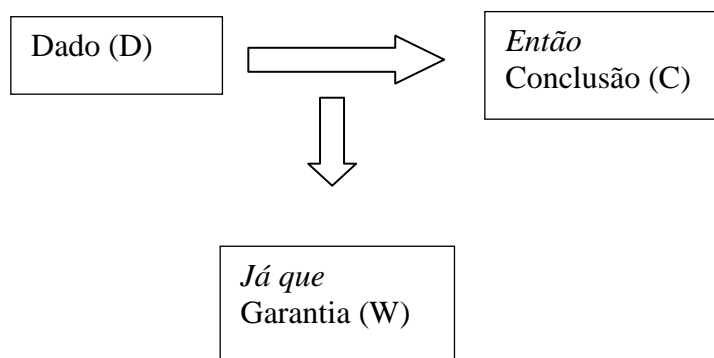


Figura 1: Modelo básico do argumento de Toulmin

A complexidade do modelo aumenta quando temos em conta que as passagens dos dados (D) para as conclusões (C) podem variar em grau de força, ocorrendo passagens desde necessárias, até provisórias, e mesmo condicionais. Para situações em que se mostra necessário apresentar uma referência explícita ao grau de força que os dados (D) conferem às alegações (C), um novo elemento é adicionado ao modelo de Toulmin – o qualificador modal (Q) (Toulmin, 2006, pp. 144-145).

Existem ainda situações em que é necessário explicitar o limite, ou seja, as condições excepcionais que podem invalidar ou refutar as conclusões garantidas. Nesse caso, é preciso adicionar mais um elemento ao modelo, que são as condições de exceção ou refutação (R) (Toulmin, 2006, p. 145).

Por fim, em situações em que uma garantia (W) é desafiada, é necessário acessar outros avais de modo a fundamentá-la e legitimar o argumento. Esses avais são denominados apoios às garantias (B). Tais apoios (B), no modelo de Toulmin, são fundamentais para a manutenção da autoridade e vigência das garantias (W) (Toulmin, 2006, p. 148). Um esquema do modelo completo de Toulmin pode ser visto na figura 2:

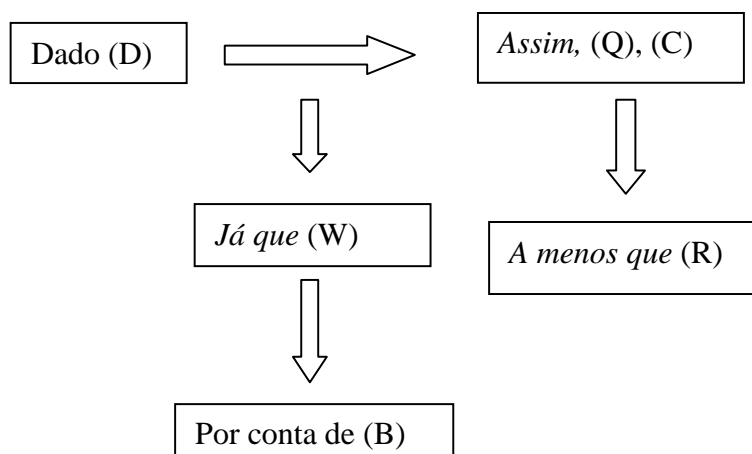


Figura 2: modelo completo do argumento de Toulmin

O modelo da estrutura dos argumentos de Toulmin teve grande impacto entre os pesquisadores da retórica e argumentação. Esse modelo também foi transposto para estudos em âmbitos como a educação e, mais especificamente, a educação em ciências, aparecendo, com algumas adaptações, como ferramenta de análise de argumentos em vários trabalhos da área (e.g. Jiménez-Aleixandre, Rodrigues & Duschl, 2000; Villani & Nascimento, 2003).

Em um artigo que discute as tendências nos estudos da argumentação em salas de aula de ciências, Driver, Newton & Osborne (2000) apontaram algumas limitações do modelo de Toulmin para a análise da argumentação de alunos em situações de ensino. Segundo estes autores, o modelo não conduz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento. Para a realização de julgamentos desse tipo, seria necessário incorporar o conhecimento específico do assunto à análise. Além disso, eles consideram que o esquema de Toulmin apresenta a argumentação de um modo descontextualizado, visto que não há o reconhecimento dos aspectos interacionais do argumento enquanto fenômeno discursivo e influenciado pelos contextos lingüísticos da situação na qual se dá.

Com relação a essas críticas, é importante ressaltar que, mesmo focando seu estudo nos microargumentos, Toulmin não deixa de incluir a importância de um olhar para o nível macro, de modo a observar o papel que os microargumentos apresentam no contexto maior:

“(...) os microargumentos (como podemos batizá-los) devem ser vistos, de tempos em tempos, com um olho nos macroargumentos em que aparecem; visto que o modo preciso como os expressamos e expomos, para só falar do que é menos importante, pode ser afetado pelo papel que os microargumentos têm a desempenhar no contexto maior” (Toulmin, 2006, p. 136).

No entanto, mesmo dando relevância ao papel do microargumento dentro de uma estrutura mais ampla do argumento, Toulmin não parece dar conta do contexto social em que se dá a argumentação. Consideramos que esse fator realmente parece representar uma limitação para o uso do modelo em estudos na área de educação em ciências, em particular naqueles que adotam uma visão sociocultural dos processos de ensino e de aprendizagem.

Driver, Newton e Osborne (2000) afirmam que o contexto e os aspectos interacionais devem ser levados em conta quando argumentos são estudados na área de educação em ciências, visto que: (1) a mesma afirmação ou um mesmo posicionamento pode ter um significado diferente em um contexto diferente. Assim, o contexto precisa ser levado em conta para podermos inferir seu significado. (2) Algumas vezes, as declarações referentes a algum componente do argumento podem não estar explícitas no discurso. Nestes casos, o contexto pode nos informar sobre declarações implícitas fundamentais para a interpretação da estrutura do argumento. (3) As conversas de salas de aula não se desenvolvem necessariamente de forma linear. Assim, pode ser necessário examinar longas seções para identificar os componentes e/ou as características de um argumento. (4) Nas aulas de ciências, nem todas as observações são feitas por meio do discurso verbal. Elas podem ocorrer por meio de acenos de cabeça, gestos, imagens e outros elementos do discurso não verbal, e podem compor os elementos essenciais de um argumento (Driver, Newton & Osborne, 2000, p. 294).

Outro aspecto levantado por Driver, Newton e Osborne (2000) diz respeito às relações sociais que acontecem dentro de um grupo que está desenvolvendo uma argumentação. É essencial levantar algumas questões sobre os argumentos construídos em sala de aula, tais como: (1) há uma co-construção de um único argumento? (2) há uma construção de linhas separadas de raciocínio? (3) Como os papéis assumidos pelos diferentes membros do grupo influenciam a forma como o argumento progride e o progresso feito pelo grupo?

1.2.2 - O modelo de Perelman e Olbrechts-Tyteca

Para contemplar essa perspectiva em nosso trabalho, de modo a interpretar os argumentos no contexto das interações que ocorrem em sala de aula de ciências, procuramos complementar o modelo de Toulmin com outro modelo, proposto por Perelman e Olbrechts-Tyteca, que traz uma perspectiva extradiscursiva e retórica da argumentação, enfatizando o papel do auditório e do contexto na argumentação:

“A argumentação, em sua mais completa elaboração, forma um discurso no qual os pontos de concordância sobre os quais é fundado, assim como os argumentos desenvolvidos, podem ser endereçados, simultaneamente ou sucessivamente para diferentes auditórios. Não apenas esses argumentos interagem uns com os outros; as audiências podem, além disso, pegar esses argumentos e sua relação com o falante como objeto de uma nova argumentação. Será necessário analisar o discurso em sua totalidade quando lidamos com a completeza da argumentação e a ordem dos argumentos no discurso” (Perelman, 1982, p. 49).

Perelman, assim como Toulmin, desenvolveu uma teoria argumentativa que foi além da lógica dedutiva, também sugerindo o estudo da argumentação como um discurso racional e tomando como referência a lógica da jurisprudência. Para ele:

“Ao contrário da demonstração, que se desenvolve em um sistema bem definido, a argumentação mais frequentemente desenha-se em um corpus de premissas muito mal definido, e as teses nas quais é baseada podem ser parcialmente compreendidas ou implícitas” (Perelman, 1982, p. 49).

A primeira vez que Perelman apresentou suas idéias sobre o tema argumentação ao público foi no livro ‘A nova retórica’, publicado em 1958, em parceria com Olbrechts-Tyteca. Nesse trabalho, Perelman e Olbrechts-Tyteca se propuseram a estudar as técnicas discursivas que permitem provocar ou aumentar a adesão do auditório às teses que se lhes apresentam ao assentimento (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 4). Para isso, eles retomaram trabalhos de autores gregos e latinos que estudaram a arte

de persuadir e de convencer¹ (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 5). Como resultado desse trabalho, foi inaugurada uma nova linha de estudos da argumentação, que enfatiza o papel do auditório e retoma teorias retóricas da antiguidade - como a retórica de Aristóteles - tendo sido denominada a nova retórica. No trecho a seguir, Perelman e Olbrechts-Tyteca apresentam os aspectos nos quais a nova retórica se aproxima da retórica antiga:

“(...) essa idéia de adesão e de espíritos aos quais se dirige um discurso é essencial em todas as teorias antigas da retórica. Nossa aproximação desta última visa a enfatizar o fato de que é em função de um auditório que qualquer argumentação se desenvolve” (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 6).

É interessante notar que o resgate da retórica antiga proposto por Perelman e Olbrechts-Tyteca não consiste em uma retomada completa desta. Aspectos como ênfase no discurso falado, mnemônica, estudo da elocução ou ação oratória, que eram essenciais na antiga retórica, não são enfatizados na retórica proposta pelos autores. O que eles buscam em seu estudo da argumentação é resgatar da antiga retórica a valorização dada ao auditório, considerando que todo discurso, seja ele oral ou escrito, se dirige a um auditório específico (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, pp. 6-7). Isso significa que, se quiser agir, o locutor precisa adaptar-se ao seu auditório (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 7), visto que, para que uma argumentação se desenvolva, é preciso, de fato, que aqueles a quem ela se destina lhe prestem alguma atenção (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 20).

Para Perelman e Olbrechts-Tyteca, uma argumentação eficaz é considerada aquela que consegue aumentar a intensidade de adesão, de forma a desencadear nos ouvintes a ação pretendida (ação positiva ou abstenção), ou, pelo menos, criar neles uma disposição para a ação, que se manifestará em um momento oportuno (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 50).

¹ Perelman e Olbrechts-Tyteca chamam de ‘persuasiva’ uma argumentação que pretende valer só para um auditório particular e de ‘convicente’ aquela que deveria obter a adesão de todo ser racional (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 31).

É preciso ressaltar que, ao apresentar a argumentação como objetivando uma adesão e uma ação de uma platéia, os autores não separam a ação sobre o entendimento da ação sobre a vontade. Para eles, é um erro apresentar a primeira como inteiramente pessoal e atemporal e a segunda como totalmente irracional, visto que a argumentação proporia provocar no auditório uma ação ou um preparar-se para ela, por meios discursivos (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, pp. 52-53).

A partir desse pressuposto, Perelman & Olbrechts-Tyteca desenvolveram uma classificação para os argumentos em uma série de tipologias. Tais tipologias são consideradas como recursos distintivos para se obter a adesão dos espíritos, ou seja, as técnicas que a linguagem utiliza para persuadir e convencer.

Os argumentos são separados inicialmente em dois grandes grupos: argumentos em forma de ligação, que permitem a transferência para a conclusão da aderência outorgada às premissas, e argumentos em forma de dissociação, que permitem a separação de elementos que a linguagem ou a tradição tinham previamente mantido juntos. A questão de até que ponto nós temos uma ligação entre elementos separados ou uma unidade já preexistente será determinada pela expressão do falante (Perelman, 1982, p. 49).

Os argumentos em forma de ligação podem ser classificados, por sua vez, em três categorias: (1) argumentos quase lógicos; (2) argumentos baseados em alegações concernentes à estrutura da realidade; (3) argumentos que estabelecem a estrutura da realidade.

Os argumentos quase lógicos são aqueles que podem ser entendidos por meio de comparação à lógica², à matemática e ao pensamento formal. No entanto, diferente da dedução formal, esses tipos de argumento sempre pressupõem a adesão de fatores não formais. Argumentos baseados em alegações concernentes à estrutura da realidade dependem de ligações que existem entre os elementos da realidade. Também vão pressupor a crença na existência de tais estruturas objetivas, além da existência de acordos que não sejam questionados, e aos quais os falantes possam recorrer no desenvolvimento da argumentação. Já os argumentos que estabelecem a estrutura da realidade são aqueles que permitem o estabelecimento de um precedente, modelo ou

regra geral, assim como tornam possível raciocinar por meio de modelos, exemplos e analogias (Perelman, 1982, pp. 50-51).

Os argumentos em forma de dissociação, apesar de serem técnicas pouco mencionadas na tradição da retórica, são considerados por Perelman de grande importância, principalmente para aqueles que analisam o pensamento filosófico. Esse tipo de argumento é caracterizado pela oposição entre aparência e realidade. Essa dissociação pode ser aplicada a qualquer idéia na medida em que se utilizem adjetivos como: “aparente” ou “ilusório”, por um lado, e “real” ou “verdadeiro”, por outro (Perelman, p. 134). Outros adjetivos podem ser utilizados em argumentos de dissociação como: opinião/verdade, nome/coisa, artifício/natureza, convenção/realidade, sujeito/objeto. Em argumentos dessa natureza, algumas técnicas podem ser utilizadas, como o uso de paradoxismo, quando unimos duas palavras que parecem ser mutuamente excludentes, numa compreensão a partir de um esforço de dissociação, ou o uso de tautologias aparentes, quando o significado é compreendido apenas a partir da reinterpretação de um dos termos a partir de uma dissociação³ (Perelman, 1982, pp.126-137).

Perelman ainda discute aspectos como a completude, a força e a ordem em que dos argumentos. Com relação à completude dos argumentos, Perelman afirma que esse é um problema característico da argumentação. Ele considera que quanto mais concisa for a argumentação, mais elegante ela parecerá ser, visto que o mesmo resultado terá sido obtido com menor custo. Esse problema não apareceria em prova demonstrativa, visto que o valor da demonstração seria inteiramente independente de seu tamanho (Perelman, 1982, p. 138). É importante ressaltarmos, no entanto, que, em termos da discussão do conhecimento escolar, argumentos muito concisos podem deixar passos importantes do raciocínio implícitos, e com isso, dificultar sua compreensão. Consideramos assim, que os argumentos desenvolvidos no âmbito do conhecimento escolar serão mais ou menos concisos à depender do conhecimento de referência que o aluno pretende desenvolver.

² Segundo Perelman & Olbrechts-Tyteca, a lógica-formal moderna constituiu-se como o estudo dos meios de demonstração usado nas ciências matemáticas (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 11).

³ Um exemplo do uso de tautologias aparentes fornecido por Perelman (1982) é ‘trabalho é trabalho`.

A força dos argumentos é entendida em função da audiência, de suas convicções, de suas tradições e dos métodos de raciocínio apropriados a ela (Perelman, 1982, p. 140). Assim, a eficácia de um discurso não se daria especificamente em função do número de argumentos, mas de seu efeito em sua audiência.

Por fim, com relação à ordem dos argumentos, novamente nos encontramos com um problema que não tem importância em uma demonstração puramente formal. Na argumentação, no entanto, Perelman apresenta três possibilidades de ordem com base na força dos argumentos: a ordem de aumento da força; a ordem de decréscimo da força e a ordem nestoriana, que começa e termina com os argumentos mais fortes (Perelman, 1982, p. 148).

Ele discute possíveis problemas nos diferentes tipos de ordenação de argumentos. Apresentar argumentos em ordem crescente de força pode ser problemático pelo fato de se começar a argumentação com os argumentos mais fracos, o que pode desinteressar a audiência logo de início. Apresentar os argumentos em ordem decrescente de força pode levar a uma má impressão por parte da audiência, pelo fato de o final da argumentação terminar de forma pouco convincente. Por fim, a forma de apresentar os argumentos mais recomendada pelos retóricos clássicos, segundo Perelman, seria a ordem nestoriana. Mesmo assim, temos um novo e talvez, o principal problema em ordenar argumentos - o fato de que a força destes é presumida constante nesse processo, independente das circunstâncias nas quais o argumento é apresentado (Perelman, 1982, p.). Isso vai de encontro à idéia de que a força dos argumentos só pode ser entendida em função da audiência. Sendo assim, Perelman questiona: existiria uma ordem imutável dos argumentos, independente da audiência (Perelman, 1982, pp. 148-149)?

Para nosso trabalho, a perspectiva de Perelman e Olbrechts-Tyteca funciona de modo a preencher uma lacuna do modelo proposto por Toulmin, visto que o argumento e a força desse argumento podem ser vistos, de acordo com o modelo daqueles dois autores, dentro do contexto, assim como a série de argumentos que fazem parte do processo de argumentação. Sabemos que cada argumento e cada série de argumentos construídos pelos alunos estão inseridos no contexto da sala de aula e não queremos, ao analisar esses argumentos, perder essa perspectiva. Desse modo, acreditamos que localizar o argumento e a argumentação em uma unidade de análise mais geral (no caso, o contexto de cada turma), que inclui aspectos como a dinâmica da aula em curso, o

tema em discussão e a relevância desse tema ao longo da seqüência de aulas, nos propicia mais elementos para entender a força e a qualidade dos argumentos e da argumentação que está acontecendo nesse ambiente social.

Outros autores, como Michael Billig e Deanna Kuhn, seguem o movimento inaugurado por Perelman e acrescentam aspectos que consideramos relevantes para o nosso trabalho, como a contraposição de idéias como um indicador de uma situação de argumentação e a importância da justificação para o raciocínio argumentativo. Nas seções a seguir, apresentaremos e discutiremos algumas das idéias desses autores que também contribuíram para as análises das argumentações realizadas em nosso trabalho.

1.2.3 - As contribuições de Michael Billig

Michael Billig, assim como Perelman, parte do princípio de que os aspectos argumentativos do pensamento não são redutíveis à lógica e retoma a antiga retórica para discutir argumentação. Em seu livro ‘Arguing and Thinking’, Billig ressalta o papel do pensamento ou da invenção na argumentação e a necessidade de se considerar a mensagem como parte de um debate, no qual há um fluxo de argumentos, e no qual são requeridas habilidades para inventar desculpas e acusações. Ao tratar da argumentação de modo a focar em seu conteúdo ou raciocínio, e não na forma, apresentação ou adorno dos argumentos, Billig utiliza-se do termo “witcraft”, que pode ser traduzido como “a arte do raciocínio” (Billig, 1996, p.113).

Uma situação de “witcraft” ou de argumentação só ocorre em momentos de debate, de discussão e de controvérsia, não estando presente em todas as formas de fala ou conversação. Em uma conversa na qual todos concordam uns com os outros, por exemplo, seria impossível o aparecimento de argumentação (Billig, 1996, p. 113). No trecho que se segue, Billig explica o que é necessário para que ocorra argumentação:

A maior parte das conversas tem um potencial para a argumentação. Tudo o que é necessário é um conversador criticar a opinião de outro sobre o mundo, e que o outro ofereça uma justificativa. Então o momentum terá chegado (Billig, 1996, p. 117).

Assim, a arte do raciocínio envolveria o desenvolvimento de raciocínios astutos para responder e, assim, contradizer outros raciocínios (Billig, 1996, p. 115).

Outro aspecto discutido por Billig é o contexto em que se dá a argumentação. Ao tratar dessa questão, ele retoma as idéias de Perelman, destacando a importância da crítica e da justificação da retórica para a argumentação. Nessa perspectiva, justificação e crítica teriam uma relação forte no desenvolvimento da argumentação, visto que cada justificação pressuporia a existência ou eventualidade de uma avaliação desfavorável do que se justifica. Desse modo, para Billig, toda justificação deve ser vista em termos de um contexto argumentativo (Billig, 1996, p. 117).

O contexto de uma argumentação pode ser considerado social, em duas perspectivas diferentes. Na primeira, considera-se social a argumentação relacionada a disputas sobre normas e valores da sociedade. Nessa perspectiva, também apresentada por Perelman, as decisões e ações são criticadas em relação às regras e aos valores aceitos. Já a segunda interpretação de contexto social se refere ao contexto social mais imediato da retórica. Esse contexto não estaria restrito à relação entre o falante e a audiência, mas compreenderia também as opiniões que o falante está buscando justificar para a audiência, assim como as contra-opiniões que estão sendo implícita ou explicitamente criticadas. Ainda com relação às contra-opiniões das quais o falante quer se defender, é importante ressaltar que elas podem fazer parte ou não das opiniões de sua audiência (Billig, 1996, pp. 117, 118). Isso nos mostra que o falante pode se contrapor a idéias que não estão necessariamente sendo debatidas de forma explícita com sua audiência.

Billig discute ainda as implicações teóricas de se enfatizar o contexto argumentativo do discurso. A primeira implicação diz respeito ao significado, visto que uma abordagem retórica conecta o significado ao contexto argumentativo. Segundo Billig:

“(...) para entender o significado de uma sentença ou de um discurso completo em um contexto argumentativo, é preciso não meramente examinar as palavras dentro daquele discurso ou as imagens na mente do falante no momento da expressão vocal. É preciso também considerar as posições que estão sendo criticadas, ou contra as quais uma justificação está sendo construída. Sem o conhecimento dessas posições contrárias, o significado argumentativo será perdido” (Billig, 1996, p. 121).

Assim, se desconsideramos o contexto argumentativo em que se dá um discurso, o seu significado pode tornar-se pouco claro.

Uma segunda implicação teórica de uma ênfase no contexto argumentativo do discurso está relacionada à razoabilidade de declarações contrárias. No contexto da argumentação, seria possível argumentar a favor de ambos os lados de um mesmo caso. Assim, existiria a possibilidade de se elaborar justificações e raciocínios em prol e contrários a um mesmo argumento. Desse modo, os argumentos seriam potencialmente infinitos, visto que:

“Duas decisões diferentes, sobre um mesmo assunto, podem ambas ser razoáveis e ser expressões de um ponto de vista coerente e filosoficamente justificado” (Perelman, 1979, p. 115).

Essa ênfase no contexto social mais imediato da retórica, na justificação e numa atitude responsiva a possíveis críticas por parte da audiência é interessante para uma caracterização de situações argumentativas em salas de aula de ciências. É interessante destacar na teoria de Billig também a idéia de que não é preciso que haja uma contraposição explícita de idéias, em que dois ou mais sujeitos estejam debatendo sobre diferentes pontos de vista, para que uma situação de argumentação esteja ocorrendo.

Um último aspecto importante discutido por Billig é o da relação entre argumentação e persuasão. Para ele, essa relação não é simples, visto que nem sempre é possível assumir que a audiência ou o oponente apresente imparcialidade, sendo susceptível de ser afetado por um bom argumento. Assim, nem sempre a arte do raciocínio seria empregada a serviço da persuasão, ocorrendo muitas vezes por outros motivos, como por uma busca pela última palavra⁴ (Billig, 1996, p. 136).

Dentre os motivos que levariam um falante a buscar pela última palavra, Billig destaca: a compulsão por argumentar ou por continuar com o *momentum* de uma argumentação já iniciada; uma atitude defensiva, que mostraria uma recusa em mudar de posicionamento; a explicitação para o oponente de que não houve persuasão; a busca por sinalizar uma conclusão, mesmo que provisória, da argumentação; e a tentativa de persuadir a si mesmo ou se auto-protoger (Billig, 1996, pp. 136, 137).

4 É importante ressaltar que, para Billig, alcançar a última palavra é um objetivo ilusório, visto que uma última palavra, não passível de ser criticada, não existe. O

1.2.4- As contribuições de Deanna Kuhn

Ao definir argumento, a psicóloga Deanna Kuhn apresenta duas possíveis interpretações. Na primeira delas, o argumento é considerado uma asserção acompanhada por justificação, sendo denominado “argumento retórico”. Já na segunda, o argumento é denominado “dialógico” e aparece como um processo que envolve a justaposição de duas asserções opostas, sendo geralmente caracterizado pelo diálogo entre duas pessoas que apresentam visões distintas. É importante destacar que, para Kuhn, os dois tipos de argumento apresentam uma importante relação um com o outro, no que diz respeito às formas de raciocínio e às habilidades necessárias para desenvolvê-los, visto que todo argumento racional pressupõe a consideração da possibilidade de este ser incorreto, ou seja, a possibilidade de uma asserção oposta (Kuhn, 1991, p. 12).

Em sua teoria da argumentação, Kuhn compartilha com a idéia de pensamento como argumentação proposta por Billig, que considera que as nossas deliberações internas são argumentos silenciosos conduzidos por uma única pessoa e que nossos processos de pensamento são modelados em debates públicos⁵ (Billig, p. 5, apud Kuhn, 1991, p. 02).

Ela parte do princípio de que o pensamento como argumento está implícito em todas as crenças que as pessoas apresentam, nos julgamentos que elas fazem e nas conclusões a que chegam, surgindo sempre que uma decisão significativa deve ser tomada. Kuhn levanta, então, questões importantes, tais como: (1) Em que medida um processo de argumentação de fato sustenta as crenças das pessoas e os julgamentos e decisões que elas tomam? (2) As pessoas sabem por que elas acreditam no que elas acreditam, de modo que elas possam justificar suas crenças para elas mesmas ou para outras pessoas? (3) Elas sabem o que elas acreditam, no sentido de terem consciência dessas crenças como escolhas que fizeram, dentre várias crenças diferentes que elas poderiam ter? (4) Elas compreendem que tipos de evidências suportam a correte de

sentido de finalidade da última palavra é, desse modo, temporário, mantendo-se até que as vozes de seus oponentes voltem a ser ouvidas (Billig, 1996, p. 139).

⁵ Essas idéias são compatíveis com as idéias propostas por Bakhtin e Vygotsky de que a existência é dialógica, no sentido de qualquer consciência individual ser formada contra o pano de fundo dos outros, e de que o aprendizado se dá do plano social para o individual.

suas crenças e que tipos de evidências poderiam indicar que uma crença deveria ser modificada ou abandonada (Kuhn, 1991, p. 03)?

Em seu livro “The Skills of Argument”, Kuhn buscou ir além da compreensão daquilo que as pessoas pensam, centrando-se na questão de por que as pessoas pensam o que pensam e dos processos do raciocínio que levam as pessoas a adotarem as visões que apresentam (Kuhn, 1991, p. 04). Para isso, ela realizou um estudo empírico focando no processo individual de pensamento. Nesse estudo, Kuhn analisou os elementos básicos do raciocínio argumentativo e as competências e incompetências que as pessoas estudadas apresentavam em seus raciocínios argumentativos sobre as seguintes questões do dia a dia: (1) O que faz com que prisioneiros retornem ao crime depois de serem libertados? (2) O que faz as crianças fracassarem na escola? e (3) O que causa o desemprego? (Kuhn, 1991, pp.15-16).

Os elementos do discurso argumentativo dos sujeitos analisados por Kuhn em sua pesquisa empírica foram: as teorias causais desenvolvidas; as evidências explicitadas em apoio às suas teorias; a capacidade de gerar teorias alternativas às suas para explicar um fenômeno; a capacidade de gerar contra-argumentos à sua própria teoria; a capacidade de refutar o contra-argumento, ou a teoria alternativa, proposto por eles próprios à sua teoria; a utilização de teorias epistemológicas, de teorias de *experts*, em seus raciocínios argumentativos; e a capacidade de avaliar diferentes tipos de evidências.

Ao analisar as teorias desenvolvidas pelos sujeitos de sua pesquisa, Kuhn focou em seu conteúdo e estrutura, classificando-as como teorias de causas únicas e teorias de causas múltiplas.

Ela também investigou a natureza das evidências que os sujeitos utilizavam para apoiar ou justificar as teorias, classificando-as como evidências genuínas, que se distinguem da sequência causal da descrição e ostenta em sua correção; pseudo-evidências, que se distinguem das evidências genuínas por não serem facilmente distinguidas da descrição da própria sequência causal; e não evidências, quando nenhum tipo de evidência era apresentado (Kuhn, 1991, pp. 44-45).

Um sujeito era considerado capaz de desenvolver uma teoria alternativa à sua quando elaborava uma nova teoria causal da qual ele discordava, mas que achava possível de ser elaborada por alguém que pensasse de modo diferente do seu (Kuhn,

1991, p. 97). Já um sujeito era considerado capaz de desenvolver um contra-argumento quando vislumbrava condições que poderiam falsificar sua teoria e as evidências aduzidas em apoio a ela, ou explicitava evidências capazes de desafiar sua própria teoria (Kuhn, 1991, p. 117).

A capacidade de refutar as linhas opostas de raciocínio proposta foi avaliada em termos de maior ou menor frequência de refutações a teorias alternativas ou a contra-argumentos. Com relação às refutações a contra-argumentos, verificou-se se essas refutações eram qualitativas ou quantitativas. Já as refutações a teorias alternativas foram classificadas como integrativas, quando buscavam integrar a teoria original com a alternativa, e simples, quando não havia uma tentativa do sujeito de integrar a teoria original com o contra-argumento ou a teoria alternativa. As refutações integrativas verificadas foram classificadas em argumentos contra a suficiência causal da teoria alternativa, argumentos contra a necessidade causal da teoria alternativa, argumentos contra a importância da teoria alternativa e argumentos que buscavam reconciliar a teoria original e a alternativa. Já as refutações simples foram classificadas como refutações que argumentavam contra a suficiência causal da teoria alternativa, refutações que argumentavam contra a necessidade causal da teoria alternativa e refutações que desconsideravam ou desconsideravam parcialmente a teoria alternativa. Ainda com relação a essa habilidade, a autora estudou também até que ponto as refutações eram bem sucedidas ou não. As refutações mal sucedidas foram classificadas em refutações que não contradiziam a teoria alternativa, refutações que contradiziam a teoria original e refutações que apenas reafirmavam a teoria original. A autora ainda verificou casos em que nenhuma refutação era apresentada. É importante ressaltar que a capacidade de refutar teorias alternativas e contra-argumentos é considerada por Kuhn como a mais completa habilidade argumentativa, visto que envolve a integração de linhas prévias do argumento (Kuhn, 1991, pp.145-164).

Kuhn classificou as teorias epistemológicas subjacentes aos argumentos dos sujeitos de sua pesquisa em três categorias: teorias absolutistas, na qual o sujeito considera o conhecimento dos *experts* como certo e absoluto; teorias multiplistas, nas quais o sujeito nega a possibilidade de uma certeza do *expert*; e teorias avaliativas, nas quais o sujeito, apesar de negar a certeza do conhecimento, considera-se como tendo menos certeza sobre determinada questão do que um *expert* no tópico. Tal visão refletiria, na visão da autora, a compreensão de que diferentes pontos de vista podem ser

comparados e avaliados com relação à sua adequação relativa ou ao seu mérito (Kuhn, 1991, pp.172-188).

Por fim, a verificação por Kuhn da capacidade de os sujeitos de sua pesquisa avaliarem diferentes tipos de evidências foi feita a partir de uma exposição e análise de como esses sujeitos interpretavam diferentes tipos de evidências. Em um dos tipos de evidências apresentadas aos sujeitos, denominada por Kuhn evidência indeterminada, a autora simplesmente descreveu o fenômeno em discussão em um contexto específico de sua ocorrência. Já no outro tipo de evidência, denominada evidência sobredeterminada, três possíveis causas foram apresentadas aos sujeitos sobre fenômeno em discussão, sem que nada fosse apresentado de modo a afirmar que uma causa se sobressaía a outra (Kuhn,1991, pp. 204-205).

O trabalho empírico de Kuhn é muito importante para os estudos sobre argumentação, visto que fornece uma ampla caracterização de habilidades argumentativas básicas, além de elementos para avaliar até que ponto tais habilidades estão mais ou menos desenvolvidas nos sujeitos, quando estes explicitam e fundamentam suas teorias. Ele contribui para o nosso trabalho, que foca nas justificações que os alunos apresentam seja em defesa ou seja para refutar argumentos contrários aos seus. As nossas discussões, no entanto, estão relacionadas a idéias científicas apresentadas em salas de aula (no caso, a questões relativas à teoria sintética da evolução) e o nosso instrumento de pesquisa é mais fechado que o instrumento utilizado por Kuhn, visto que duas opções de argumento são fornecidas aos alunos para serem discutidas.

1.3 – A argumentação em salas de aula de ciências

Atualmente, observa-se uma grande quantidade de trabalhos na área de ensino de ciências em que há a inclusão e destaque para o papel das práticas argumentativas em sala de aula (Driver, Newton e Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, Duschl, 2000; Kuhn, 1993).

Um aspecto que leva esses autores a apoiarem a prática da argumentação em sala de aula é a concepção de que a educação *sobre* ciência deve dar ao argumento uma alta prioridade, caso se pretenda fornecer aos estudantes uma descrição clara das práticas sociais da ciência, bem como desenvolver um conhecimento e compreensão dos critérios avaliativos usados para estabelecer as teorias no meio científico (Driver,

Newton e Osborne, 2000); (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008). Para tais autores, o mero contato com a ciência não irá fazer os estudantes pensarem criticamente e a omissão e a falta de oportunidades ou de habilidade do professor em organizar o discurso argumentativo em sala de aula tem resultado em importantes falhas na educação científica (Driver, Newton e Osborne, 2000).

Um dos problemas que surge da ausência do discurso argumentativo em salas de aula de ciências, como apontam Driver, Newton e Osborne, é a impressão positivista de ciência que é apresentada aos alunos. Segundo esses autores, ao pensarmos em uma educação que não tem a preocupação de trazer para salas de aulas discussões em que diversos posicionamentos são contemplados e discutidos, estamos defendendo a idéia de que a ciência é um conhecimento inequívoco, inquestionável e incontestável. No entanto, ao fazer uma afirmação, o cientista abre sua teoria a desafios e argumentos ocorrem em diversas situações da atividade científica, como na discussão da adequação de um desenho experimental, na interpretação de uma evidência à luz de diferentes teorias ou nas discussões de domínio público através de periódicos, conferências e até mesmo na mídia em geral. Assim, se a educação tem como objetivo ajudar os jovens a se engajarem aos conhecimentos produzidos pela ciência, a educação científica deve dar acesso às formas de argumento fundamentais para a produção e dinâmica do conhecimento científico por meio da promoção de atividades e práticas discursivas apropriadas em sala de aula (Driver, Newton & Osborne, 2000, p. 288).

A partir dessas considerações, é possível levantar questionamentos importantes quanto ao processo de ensino e aprendizagem de ciências: Quais modos de pensamento desejamos que os estudantes adquiram e como nós podemos justificar sua relevância (Kuhn, 1993)? Em que medida as práticas argumentativas ajudam no desenvolvimento da compreensão conceitual? Qual a sua contribuição para a compreensão da prática investigativa pelos estudantes? O que nós sabemos sobre a habilidade dos estudantes de argumentar e quais dificuldades eles experimentam ao argumentar? Existe alguma evidência de que as habilidades de argumentação podem ser aumentadas (Driver, Newton e Osborne, 2000, p 301)?

Também é possível levantar outros tipos de questões, que estão mais relacionadas ao modo de trazer a argumentação para a sala de aula e desenvolver ambientes para sua aprendizagem: A argumentação deveria ser apresentada explicitamente no ensino ou embutida nas tarefas de aprendizagem? Que princípios de planejamento estão relacionados ao objetivo de promover a argumentação em salas de

aula de ciências? Como se pode explorar as características de ambientes de aprendizagem que apóiam a argumentação (Jiménez-Aleixandre, no prelo)?

Segundo Jiménez-Aleixandre (2008), um ambiente desenhado para favorecer a argumentação deve engajar os estudantes em práticas de avaliação do conhecimento, sendo requerido dos estudantes em um contexto argumentativo: (1) desenvolver produtos ou respostas para problemas na forma de propostas, alegações, soluções, desenhos experimentais ou artefatos; (2) escolher entre duas ou mais explicações, entre teorias competitivas sobre um fenômeno, ou entre várias alternativas ou cursos de ação, que podem ter sido produzidas por eles próprios; (3) apoiar suas alegações ou escolhas com evidências, seja por meio da seleção de dados empíricos ou hipotéticos, ou pelo desenvolvimento de justificativas e articulação dos raciocínios; (4) falar e escrever na linguagem da ciência, de modo a discutir os desenhos de seus passos para resolver problemas experimentais; (5) buscar persuadir os outros ou alcançar uma concordância com os seus pares. Entre os papéis dos estudantes, encontramos, portanto, gerar produtos, escolher entre eles, fundamentar suas escolhas com evidências e usar critérios para avaliar o significado das evidências. Assim, em contextos argumentativos, os estudantes devem ser produtores ativos de alegações de conhecimento justificadas e críticos eficientes das alegações de outras pessoas (Jiménez-Aleixandre, 2008).

Pesquisadores que se ocupam da argumentação no ensino de ciências têm desenvolvido uma série ferramentas analíticas, que tratam da argumentação de estudantes em termos: (1) de sua estrutura formal; (2) da qualidade conceitual; (3) da natureza e função das contribuições no diálogo; (4) da natureza epistêmica do raciocínio e; (5) da sequência da argumentação e padrões de interação (Clark, Sampson, Weinberg & Erkens, 2007, p. 346).

Nas análises da argumentação, tendo em vista a sua estrutura formal, o modelo estrutural de Toulmin tem se mostrado útil para a análise e comparação da qualidade de diferentes argumentos, com base na presença ou ausência de diferentes componentes estruturais e em suas interrelações (Clark, Sampson, Weinberg & Erkens, 2007, p. 347). Erduran, Simon e Osborne (2004) desenvolveram uma ferramenta analítica com base no trabalho de Toulmin para examinar a extensão nas quais os elementos de um argumento estão presentes, visando acessar a qualidade da argumentação durante discussões de estudantes em pequenos grupos e na sala inteira. Esses autores distinguem o processo de argumentar do conteúdo de um argumento, numa separação da argumentação estrutural da validade de seu conteúdo. Assim, em sua ferramenta de análise, os estudantes podem

se engajar em uma argumentação de alto nível, em termos de acessar componentes importantes da ferramenta analítica de Toulmin, mesmo articulando um conteúdo de argumentação falacioso.

Para analisar a argumentação de estudantes em termos de sua qualidade conceitual, tendo em vista uma argumentação requerendo a construção de consenso e focada no desenvolvimento de uma explicação válida para um fenômeno natural, Clark e Sampson (2008) desenvolveram uma ferramenta de análise na qual os turnos conversacionais em um fórum de discussão são avaliados com relação à natureza da contribuição e qualidade conceitual.

Uma ferramenta da argumentação em termos da natureza e função de suas contribuições ao diálogo foi desenvolvida por Janssen, Erkens, Jasper & Kanselaar (2006) de modo a identificar a função comunicativa de cada proposição escrita pelos estudantes em sua colaboração num trabalho *online*. As cinco principais funções comunicativas dessa ferramenta incluem: argumentativa (indicando uma linha de argumentação ou raciocínio), responsiva (como no caso de confirmações, negações, respostas etc.), informativa (transferência de informações), elicitativa (questões ou propostas requerendo uma resposta) e imperativa (comandos). Esta ferramenta especifica 29 diferentes atos de diálogo dentro dessas cinco funções principais, sete delas focando no diálogo argumentativo.

Uma ferramenta de análise da argumentação com o foco na natureza epistêmica do raciocínio foi desenvolvida por Jimenez-Aleixandre, Rodriguez e Duschl (2000). Nessa ferramenta, os argumentos dos alunos são inicialmente identificados em termos de se tratarem de uma conversação relacionada à tarefa ou ao conteúdo. Em seguida, aplica-se o modelo de Toulmin para identificar dados, garantias, apoios e qualificadores durante uma discussão. Uma vez que esses elementos tenham sido identificados, a ferramenta examina como os estudantes elaboram, reforçam ou opõem alegações, classificando os tipos de raciocínio que os estudantes usam em seus argumentos, em termos de operações epistêmicas baseadas no trabalho de Pontecorvo e Girardet (1993), Sober (1993) e Thorley (1992).

Um exemplo de ferramenta de análise que aborda a sequência da argumentação e os padrões de interação é encontrado em Leitão (2000). Segundo esta autora, em um ciclo de construção do conhecimento, os estudantes: (1) constroem um argumento, que consiste em um posicionamento sobre um tema e em uma justificação para tal; (2) constroem um contra-argumento em resposta ao primeiro argumento; e (3) criam uma

resposta que captura as reações imediatas e secundárias aos contra-argumentos dos participantes. Os contra-argumentos podem: (1) apoiar uma perspectiva diferente do debate; (2) desafiar a validade da alegação; (3) questionar a validade das garantias da alegação. As respostas da terceira fase do ciclo de construção do conhecimento podem: (1) negar a informação apresentada pelo contra-argumento; (2) apresentar concordância local com o contra-argumento, mas preservar o argumento inicial; (3) consistir em respostas integrativas, que indicam a concordância do falante com partes do contra-argumento, mas modificando e qualificando o argumento inicial; e (4) abandonar o primeiro argumento em favor do contra-argumento. Essa ferramenta é interessante para argumentos que apresentam mais de uma perspectiva e pode ser usada para analisar como os estudantes respondem a contra-argumentos de seus colegas.

O desenvolvimento de ferramentas de análise da argumentação de estudantes é importante e necessário para: (1) informar intervenções educacionais designadas para melhorar a qualidade da argumentação; (2) informar aos professores sobre como guiar os argumentos dos seus estudantes; (3) ajudar aos estudantes a se tornarem conscientes da natureza e estrutura dos argumentos; (4) informar propriedades dos argumentos dos estudantes, de modo a monitorar seu progresso (Driver, Newton & Osborne, 2000, p. 295).

Em nossa pesquisa, procuramos desenvolver ambientes favoráveis à argumentação a partir da implementação de atividades que propunham a discussão de questões relativas à teoria sintética da evolução com alunos de biologia do terceiro ano do ensino médio. Nós também desenvolvemos uma ferramenta de análise, que levou em conta tanto aspectos estruturais quanto a natureza epistêmica do raciocínio dos estudantes, em termos do grau de abstração de suas justificações. Esperamos através de nossa análise contribuir para as pesquisas em educação em ciências que consideram a argumentação essencial para a aprendizagem em salas de aulas de ciências e que têm como base uma visão socioconstrutivista da aprendizagem.

1.4 - Práticas epistêmicas em salas de aula de ciências

Apesar de nossa pesquisa ter como foco principal a argumentação em salas de aula de ciências, nós também trabalhamos com outros movimentos discursivos importantes para o processo de aprendizagem de ciências, relacionados aos processos de

construção, avaliação e divulgação do conhecimento pelos alunos (Kelly & Duschl, 2002).

Sabemos que o processo de apropriação das práticas sociais da ciência pelos alunos acontece a partir da transposição didática de conhecimentos científicos em salas de aula e que a aprendizagem de ciências implica, para o aluno, participar de uma nova comunidade de discurso, de uma nova cultura (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994), aprendendo as práticas discursivas da comunidade científica.

Segundo Sandoval e Reiser (2004), nós podemos entender práticas epistêmicas, no âmbito da sala de aula de ciências, como as atividades cognitivas e discursivas através das quais há um engajamento do aluno e uma compreensão da epistemologia do conhecimento científico por este. Eles partem do princípio de que os processos que os cientistas utilizam para gerar e validar o conhecimento emergem de compromissos epistemológicos desses cientistas com aquilo que é considerado conhecimento científico. A investigação científica, definida como um processo de fazer questões, gerar dados através de observações sistemáticas ou experimentação, interpretar dados e chegar a conclusões, também envolveria aspectos epistêmicos como o conhecimento dos tipos de questões que podem ser respondidas através da investigação e dos tipos de métodos que são aceitos dentro das disciplinas para gerar dados (Sandoval & Reiser, 2004, pp. 345-346). Desse modo, além dos métodos e das práticas envolvidas no fazer ciência, as práticas epistêmicas incluiriam o desenvolvimento pelos alunos de uma compreensão da própria natureza do conhecimento científico.

Teríamos, assim, dois tipos de epistemologia científica⁶: a epistemologia formal e a epistemologia prática. A epistemologia formal lida com o grupo de idéias que os estudantes apresentam sobre a forma profissional (formal) da ciência. Já a epistemologia prática se refere ao grupo de idéias que os estudantes têm sobre sua própria produção de conhecimento na ciência escolar (Sandoval, 2005, p. 636).

Para Sandoval, o desenvolvimento de uma epistemologia científica na educação em ciências é de grande importância, ao menos com relação a dois aspectos: (1) um motivo instrumental, de acordo com o qual a compreensão da estrutura epistemológica da investigação ajudará os estudantes em sua aprendizagem; (2) um motivo social, segundo o qual compreender a natureza do conhecimento científico permite ao cidadão

⁶ Para Sandoval, “epistemologia científica” consiste nas crenças que os estudantes podem ter sobre a epistemologia da ciência (Sandoval, 2005, p. 636).

participar efetivamente das decisões políticas e interpretar o significado para as suas vidas de novas alegações científicas (Sandoval, 2005, p. 637).

Dentre os temas epistemológicos considerados importantes para que o estudante compreenda sua investigação como ciência e seja capaz de avaliar alegações científicas em relação a questões sócio-científicas em suas vidas fora da escola, Sandoval destaca quatro: (1) a compreensão de que o conhecimento científico é construído por pessoas, e não simplesmente descoberto no mundo; (2) a diversidade dos métodos científicos, entre as disciplinas, na medida em que elas exploram diferentes tipos de fenômenos; (3) a existência de diferentes formas de conhecimento científico, variando em seu poder explanatório ou preditivo e em sua relação com o mundo observável e (4) a idéia de que o conhecimento científico é conjectural, reconhecendo que as idéias científicas atuais podem mudar à medida que novas observações ou idéias competitivas forem surgindo (Sandoval, 2005, pp. 639-641).

É importante ressaltar que a forma como o processo de investigação é implementado em salas de aulas tem conseqüências diretas para as idéias epistemológicas que os estudantes utilizarão para lidar com seu trabalho, bem como para o potencial de este trabalho afetar suas idéias individuais (Sandoval, 2005, p. 637). Um dos aspectos levantados por Sandoval & Morrison (2003); Sandoval & Reiser (2004) e Sandoval (2005) diz respeito a até que ponto o engajamento dos estudantes em situações de investigação em salas de aula realmente interfere na sua compreensão de natureza da ciência. Eles partem da idéia de que estudantes podem aprender procedimentos da ciência e, mesmo assim, não desenvolver uma compreensão da natureza do conhecimento científico (Sandoval & Morrison, 2003, p. 369). Essa idéia é compartilhada por Adb-El-Khalick e Lederman (2000), que discutem sobre até que ponto uma abordagem implícita ou explícita da natureza do conhecimento científico seria mais efetiva. Para Sandoval e Morrison, a prática epistêmica ideal envolveria não apenas o conhecimento de como se dá a investigação científica, mas também, uma compreensão das concepções epistemológicas sobre a natureza e os objetivos da ciência (Sandoval & Morrison, 2003, p. 370). Assim, o desenho dos currículos e o modo como se introduz a investigação em salas de aula têm importantes conseqüências para o desenvolvimento das epistemologias científicas dos alunos.

Com relação às práticas epistêmicas de estudantes, Sandoval considera o estudo do discurso dos alunos, quando engajados em situações de investigação e construção de artefatos, um campo de pesquisa promissor. Segundo ele, há muito mais na investigação

e no diálogo colaborativo entre os estudantes do que no artefato construído por eles. Ele ressalta, no entanto, o perigo desse tipo de estudo, por demandar altos níveis de inferências sobre o porquê de os estudantes dizerem o que dizem, e sugere uma triangulação da interpretação do pesquisador com a interpretação do aluno pesquisado sobre o porquê da tomada de certas decisões em determinadas ocasiões (Sandoval, 2005, p 650).

Em nosso trabalho, análises relacionadas às práticas epistêmicas dos alunos foram realizadas em dois momentos. No capítulo 4, verificamos, nas três turmas estudadas, as práticas epistêmicas a que os alunos recorriam ao longo das aulas da unidade didática sobre evolução desenvolvida por seus professores. Essa análise focou nos momentos em que os alunos faziam afirmações e perguntas que interferiam na dinâmica das aulas, dando início a novos episódios. Um aspecto que buscamos contemplar, ao nos propormos a analisar práticas epistêmicas a partir das questões dos estudantes, foi a dialogicidade revelada por essas questões, na medida em que elas evidenciam processos de construção do conhecimento pelos estudantes. Além disso, interessou-nos verificar a influência dessas questões nos discursos dos professores, analisada em termos dos ajustes realizados na estrutura explicativa planejada para a aula. Essa análise nos permitiu verificar aspectos importantes dos contextos que caracterizaram essas turmas.

Num segundo momento (capítulo 5), práticas epistêmicas, relacionadas aos níveis de abstração das falas dos alunos, foram utilizadas em nossa análise dos argumentos e da argumentação que ocorreram nessas três turmas. Nesse caso, nosso interesse foi incluir em nossa análise uma escala para classificar o nível epistêmico das justificações apresentadas pelos estudantes durante o processo argumentativo, em termos de maior ou menor grau de abstração com que os conceitos evolutivos eram articulados pelos alunos. Esse grau de abstração variou de um âmbito mais específico, no qual dados eram apresentados, até âmbitos mais gerais, nos quais processos evolutivos gerais eram citados. Nossa escala de níveis epistêmicos foi desenvolvida com base no modelo sugerido por Kelly e Takao (2002) e será discutida em maiores detalhes na metodologia desse trabalho.

1.5– A noção de aprendizagem com base no engajamento disciplinar produtivo

Nós também discutimos nesse trabalho a aprendizagem dos alunos das turmas que acompanhamos durante a unidade evolução. Para isso, elaboramos um instrumento de coleta de dados com base em um teste diagnóstico desenvolvido por Anderson, Fischer e Norman (2002), que apresenta questões relacionadas aos principais conceitos evolutivos abordados atualmente em salas de aula de biologia da educação básica. Esse teste foi aplicado em todas as turmas estudadas por nós no início e ao final da unidade evolução. No entanto, uma análise preliminar desses testes, nos mostrou que eles não eram adequados para o tipo de análise da aprendizagem que esse trabalho demandava. Essa análise deveria ser mais detalhada, contemplando aspectos da aprendizagem dos alunos durante sua argumentação sobre questões da teoria sintética da evolução em sala de aula. Esses aspectos só aparecem quando o olhar do pesquisador está voltado para o meio social da sala de aula. Por isso, realizamos nossa análise da aprendizagem dos alunos em termos de seu engajamento disciplinar produtivo (Engle e Conant, 2002).

O conceito de engajamento disciplinar produtivo foi apresentado por Engle e Conant (2002) em seu artigo “Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom” e indica o nível de envolvimento dos alunos em questões e práticas de uma disciplina, de modo que tal envolvimento aumente a probabilidade de um progresso intelectual. Essa noção alia aspectos interacionais do engajamento dos estudantes, como participação e o modo de participação nas aulas, com idéias que constituem um discurso produtivo em um domínio específico do conhecimento (Engle e Conant, 2002, p. 400).

Engle e Conant consideram que as evidências de engajamento dos alunos em sala de aula podem ser colhidas a partir da análise do discurso, tomada numa concepção mais ampla. Tal análise levaria em conta aspectos como os modos de participação dos estudantes nas aulas, a proporção dos estudantes que participam dessas aulas e o modo como as contribuições dos estudantes são responsivas àquelas de outros estudantes (Engle e Conant, 2002, p. 402).

Buscando não perder de vista que as expressões de engajamento são culturalmente relativas e sujeitas a interpretação, Engle e Conant inferiram, a partir da análise do discurso de um grupo de estudantes norte-americanos, que havia um maior engajamento dos alunos nas dinâmicas das aulas quando: (1) um maior número de estudantes do grupo tentava fazer e fazia contribuições substanciais para um tópico em

discussão; (2) as contribuições dos estudantes eram feitas mais frequentemente em coordenação umas com as outras do que de forma independente; (3) poucos estudantes se envolviam com tarefas que não tinham relação com as atividades determinadas, (4) os estudantes estavam atentos uns aos outros, o que podia ser verificado pelo alinhamento *olho no olho* e posicionamento corporal; (5) os estudantes frequentemente expressavam envolvimento impetuoso ao fazerem exposições emocionais; e (6) os estudantes se engajavam espontaneamente no tópico em discussão e permaneciam engajados por um longo período de tempo (Engle e Conant, 2002, p. 402).

Engle e Conant, no entanto, consideram que o engajamento de estudantes nas dinâmicas da sala aula não significa necessariamente que esses estudantes estão disciplinarmente engajados. Segundo esses autores, para que haja um engajamento disciplinar em um contexto escolar, é necessário que exista algum contato entre o que os estudantes estão fazendo e as questões e práticas do discurso de uma disciplina. Eles ponderam que o tipo de contato que se espera que os estudantes façam com as disciplinas, para que seu engajamento seja considerado disciplinar, varia entre os educadores, visto que estes podem apresentar diferentes concepções das disciplinas e também dos critérios considerados relevantes para um engajamento produtivo de seus alunos (Engle e Conant, 2002, pp. 402-403).

Segundo Engle e Conant, para que o engajamento disciplinar seja considerado produtivo, ele deve resultar em um progresso intelectual. Assim como fazem no caso das definições de engajamento e de engajamento disciplinar, os autores também relativizam o termo “produtivo”, afirmando que o que se constitui em produtividade vai depender da tarefa, dos tópicos específicos trabalhados e mesmo do ponto de partida dos alunos quando iniciam o trabalho com um problema. Em seu estudo, a produtividade pôde ser verificada no aumento da sofisticação dos argumentos dos estudantes e nas novas questões que eles levantaram em decorrência da discussão realizada. Outros aspectos poderiam também ser considerados evidências de produtividade, como, por exemplo, o reconhecimento de confusão, a realização de uma nova conexão entre idéias ou o planejamento de algo para satisfazer a um objetivo (Engle e Conant, 2002, p. 403).

Ainda com base nos resultados dos estudos empíricos que realizaram com alunos norte-americanos, Engle e Conant desenvolveram e generalizaram quatro princípios que consideram importantes para a criação de ambientes de aprendizagens capazes de fomentar um engajamento disciplinar produtivo de estudantes. Tais princípios

consistem no estímulo para que os alunos problematizem o conteúdo em discussão; no fornecimento de autoridade a esses estudantes, encorajando-os a produzirem conhecimentos; na delegação de responsabilidade com relação aos outros e às normas disciplinares; e no fornecimento dos recursos necessários para apoiar o engajamento disciplinar produtivo dos alunos (Engle & Conant, 2002, pp. 403 a 405).

Com relação à problematização, entende-se que os estudantes devem ser encorajados a problematizar o que estudam, definir problemas, propor questões, em vez de apenas assimilarem informações conceituais e procedimentais. Os problemas podem ser apresentados pelos professores ou emergirem no curso da atividade dos estudantes. Questões aparentemente fechadas podem ser abertas e problematizadas, como ocorre, por exemplo, quando fatos previamente aceitos são tratados como alegações sujeitas a exame, ou quando explicações comuns são tratadas em termos da necessidade de evidências a seu favor, ou quando procedimentos padrão são considerados como necessitando de explicações para sua funcionalidade. Um ponto importante salientado pelos autores é que tais problemas não necessitam ser abertos na perspectiva dos professores ou *experts* na disciplina, mas, sim, abertos na perspectiva da interpretação dos estudantes, usando os conhecimentos e recursos disponíveis (Engle & Conant, 2002, p. 404).

O princípio de autoridade pode ser entendido, de um modo geral, como o reconhecimento por parte do professor e de outros membros da comunidade de aprendizagem do papel dos alunos como produtores, e não apenas como consumidores de conhecimentos. Essa autoridade pode ser estimulada nos alunos de diversos modos, por exemplo, responsabilizando-os por determinadas tarefas, tais como buscar informações e se tornar “*expert*” a respeito de um tópico em estudo, disponibilizar essas informações para os colegas, assessorar a aprendizagem de outros, planejar projetos colaborativos ou, ainda, ter autonomia suficiente para assumir um papel ativo na definição, discussão e resolução de problemas. Essas diferentes formas de autoridade podem se dar no nível individual, em grupos de estudantes ou diante de toda a sala de aula (Engle & Conant, 2002, p. 404).

O princípio de responsabilidade expressa a idéia de que cada membro da comunidade de aprendizagem não é uma autoridade em si mesma, mas um colaborador intelectual entre os demais membros, seja dentro ou fora de seu ambiente de aprendizagem. Nesse sentido, a responsabilidade dos estudantes se dá tendo em vista, sobretudo, o grupo e as normas disciplinares estabelecidas. Um aluno responsável, para

Engle e Conant, é aquele que consulta outros na construção de suas próprias compreensões em determinado domínio, não ignorando a relevância do trabalho dos demais, sem apresentar uma justificção. Assim, espera-se desse aluno uma atitude responsiva em seu processo de aprendizagem (Engle & Connant, 2002, p. 405).

Os recursos correspondem ao suporte necessário pra que os alunos incorporem os outros princípios e apresentem um engajamento disciplinar produtivo. Tais recursos podem incluir a disponibilidade do tempo necessário para dedicar-se a um problema e aprofundá-lo, ou o acesso a informações relevantes. Também é possível desenvolver e disponibilizar recursos que estejam mais relacionados à natureza específica do problema em discussão, seja em auxílio ao desenvolvimento de habilidades específicas em salas de aulas ou para dar suporte a uma discussão (Engle & Connant, 2002, pp. 405-406).

Engle e Connant consideram que cada um dos princípios, discutidos acima, ajuda a estimular um engajamento disciplinar produtivo de distintas formas.

Com relação à problematização dos conteúdos, eles consideram que o estímulo dessa habilidade dá a oportunidade de os alunos resolverem problemas substantivos. Tendo em vista que essa problematização é feita em bases disciplinares, tal participação consiste em um engajamento disciplinar. E, por fim, caso os estudantes, durante o processo de resolver problemas, refinem suas idéias, gerem novas questões ou reorganizem suas compreensões iniciais, tal engajamento disciplinar pode ser considerado produtivo (Engle & Connant, 2002, p. 408).

A delegação de autoridade aos estudantes também contribuiria para o engajamento dos alunos, ao permitir com que eles se sintam mais encorajados a definir problemas. O reconhecimento do papel desses estudantes como produtores de conhecimento e “*experts*” em sala de aula também os motivaria para um engajamento disciplinar mais produtivo (Engle & Connant, 2002, p. 408).

Com relação ao princípio que estimula os alunos a considerarem o papel dos outros em seus processos de aprendizagem, os autores afirmam que tais alunos poderiam ter uma maior facilidade de persuadir outros membros de sua comunidade de aprendizagem a se engajarem às suas próprias idéias. Esses estudantes também teriam a oportunidade de aprender com, e terem suas idéias consideradas por, seus colegas de classe. Ao terem suas idéias levadas em consideração pelos colegas, os alunos poderiam também se sentir estimulados a dar contribuições de maior qualidade. Os autores sugerem que é importante que haja um balanço entre a delegação de autoridade ao aluno

e o estímulo à consideração pelo aluno das normas disciplinares, de modo que ele se engaje da forma mais produtiva e disciplinar possível (Engle & Connant, 2002, p. 409).

Por fim, os autores consideram que a provisão de recursos pode afetar criticamente o engajamento disciplinar produtivo. Sem os recursos necessários, os estudantes podem se frustrar ou mesmo não apresentar a capacidade de trabalhar os problemas de forma efetiva, mesmo se esforçando para isso. Para eles, não adianta incentivar a autoridade dos estudantes ou responsabilizá-los pelas normas disciplinares, sem que os recursos necessários para o seu trabalho sejam disponibilizados (Engle & Connant, 2002, p. 409)

Com base na importância desses princípios, tanto para a implementação quanto para a identificação de um engajamento disciplinar produtivo de alunos no meio social da sala de aula, nós consideramos que a análise da aprendizagem sob a perspectiva do engajamento disciplinar produtivo dos alunos, apesar de não permitir que sejam feitas inferências diretas (causais) sobre a aprendizagem de determinado conceito, observáveis na comparação entre pré-testes e pós-testes, nos possibilita verificar relações causais relacionadas ao processo de aprendizagem dos alunos. O progresso intelectual dos estudantes, nesse caso, pode ser inferido, entre outras coisas, por um aumento na qualidade e sofisticação dos argumentos e pelo desenvolvimento de novas idéias e compreensões disciplinares (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006). Em nossa avaliação da aprendizagem dos alunos com base nos parâmetros para um engajamento disciplinar produtivo, destacamos e discutimos as evidências discursivas de aprendizagem que apareceram: (1) nos argumentos desenvolvidos por alunos durante a discussão das atividades em salas de aula e; (2) nas práticas epistêmicas de produção, avaliação e comunicação do conhecimento, explicitadas nos episódios iniciados por alunos, ao longo das aulas das unidades didáticas lecionadas pelos professores.

No próximo capítulo, discutiremos aspectos relacionados à polemicidade das idéias evolutivas, mais especificamente da teoria sintética da evolução. Inicialmente, apresentaremos um breve panorama do desenvolvimento das idéias evolutivas, das principais teorias que foram desenvolvidas até atualmente, e dos principais questionamentos atuais à teoria sintética da evolução. Em seguida, faremos uma breve revisão de trabalhos que apontam as dificuldades de alunos na aprendizagem de determinados conceitos evolutivos.

CAPÍTULO 2 – A polemicidade do tema evolução no meio científico e em salas de aula de biologia

2.1 – Das primeiras teorias evolutivas às discussões atuais sobre aspectos polêmicos da teoria sintética da evolução.

Lamarck desenvolveu a primeira explicação sistemática para os processos através dos quais a evolução aconteceria no mundo vivo, ou seja, a primeira teoria da evolução, na virada do século XVIII para o século XIX. Uma das obras principais em que Lamarck publicou sua teoria foi o livro *Filosofia Zoológica* (Lamarck [1809] 1971; Lamarck [1809] 1984). A teoria que Lamarck desenvolveu para explicar a evolução dos seres vivos excluía qualquer criação divina direta. Ele também não aceitava a idéia de que formas de vida complexas pudessem surgir por geração espontânea e considerava que o processo evolutivo ocorreria a partir de cada ser simples surgido por geração espontânea, numa sequência linear de aumento de complexidade (Meyer & El-Hani, 2005, p. 20). A natureza, para Lamarck, estaria sempre sujeita a regularidades imutáveis ou leis que regeriam a variação das espécies. Ele apresentou quatro leis para fundamentar sua teoria da evolução: tendência para o aumento de complexidade (1ª lei), surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm (2ª Lei), desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego (3ª lei), a herança de caracteres adquiridos (4ª Lei) (Martins, 1997, p. 34).

Com relação à importância da teoria de Lamarck para a biologia evolutiva, atualmente considera-se que essa teoria representou um enorme avanço em relação ao que tinha sido proposto antes (Martins, 1997, p. 34). No entanto, na época em que essa teoria foi desenvolvida, ela não gozou de aceitação. Tal rejeição não foi desencadeada pelo fato de Lamarck defender a lei da herança de caracteres adquiridos - idéia atualmente desacreditada, mas que foi aceita desde a antiguidade, sendo utilizada por vários naturalistas até o final do século XIX, inclusive pelo próprio Darwin - mas porque muitos naturalistas da época, ainda não aceitavam a idéia de evolução (Meyer & El-Hani, 2000, p. 159) (Martins, 1997, p. 43). Além disso, Lamarck tinha uma má reputação em sua época, por ter proposto, ao longo de sua carreira, várias teorias mal fundamentadas empiricamente e que não apresentavam muita consistência (Burkhardt, 1984). Lamarck, no entanto, é atualmente considerado um dos responsáveis por trazer a

idéia de evolução ao centro das discussões no século XIX (Meyer & El-Hani, 2000, p. 169).

Em 1858, Darwin e Wallace forneceram uma nova interpretação da evolução ao apresentarem, de forma independente, a teoria da seleção natural. Em 1859, Darwin publicou o livro “A Origem das Espécies”, no qual apresentou os cinco principais pontos de sua interpretação para a evolução. Esses cinco pontos são considerados um conjunto de teorias inter-relacionadas, que remetem a diferentes aspectos do processo evolutivo apresentados por Darwin (Meyer & El-Hani, 2005, p. 34).

A primeira teoria de Darwin consiste na noção de que as espécies não são imutáveis e que sofrem modificações ao longo do tempo. A segunda teoria de Darwin é a idéia de que todos os seres vivos são aparentados entre si em algum grau. Para Darwin, novas espécies surgiriam de espécies preexistentes e todas as espécies apresentariam uma descendência comum. A terceira tese de Darwin propõe que a variação existente dentro de uma espécie (as diferenças entre os seus indivíduos) dá origem a diferenças entre as espécies. Nessa teoria, Darwin explicita sua compreensão de que a evolução não ocorre no nível dos indivíduos, mas no nível das populações, num processo de acúmulo de diferenças entre indivíduos que levaria a uma mudança na população. Assim, a evolução seria um processo cumulativo em que diferenças que tornam populações distintas, com o tempo, terminariam por gerar espécies diferentes. Esse processo, numa escala de tempo maior explicaria a diversidade de seres vivos existente em nosso planeta. A quarta teoria de Darwin afirma que a evolução acontece de forma gradual e que a natureza não “dá saltos”. Darwin defende, nessa teoria, um processo evolutivo gradual, baseado na conversão da diferença entre indivíduos de uma população em diferenças entre espécies. Tal processo é considerado por Darwin a única explicação para os níveis de diversificação verificados nos seres vivos. A quinta teoria de Darwin consiste na teoria da seleção natural. Nessa teoria Darwin apresenta o mecanismo que estaria subjacente à mudança dos seres vivos – a seleção natural. A teoria da evolução por seleção natural afirma que diante das limitações de recursos, os membros de uma população, que apresentam características que aumentam sua capacidade de explorar o ambiente no qual vivem, tendem a sobreviver. Se a característica responsável pelo aumento da chance de sobrevivência for herdável, ela será passada às novas gerações com maior frequência do que uma característica que não ajude na sobrevivência. Assim, após longos intervalos de tempo, a maior parte dos indivíduos da população possuirá a característica vantajosa (Mayr, 1998).

A teoria da seleção natural, proposta por Darwin e Wallace, teve como grande diferencial, em relação às interpretações anteriormente propostas, uma explicação baseada na variação entre os membros de uma população, sendo a evolução entendida como uma mudança nas proporções das diferentes variantes que compõem a população ao longo do tempo. Antes da teoria de Darwin e Wallace, as mudanças evolutivas eram explicadas de modo transformacional, ou seja, as modificações das espécies eram explicadas com base na transformação individual de cada organismo durante sua história de vida (Meyer & El-Hani, 2000, p. 164).

Outro aspecto da teoria da evolução por seleção natural de Darwin e Wallace - a idéia de que não era necessária a utilização de argumentos envolvendo propósito ou planejamento para a compreensão da complexidade biológica - ia de encontro ao pensamento da época. Tal pensamento pode ser sintetizado a partir do exemplo do relojoeiro de William Paley. Segundo Paley, se um homem encontra um relógio e o examina, ele descobre um complexo grupo de engrenagens e catracas, todas cooperando para formar uma máquina funcional. Em seu raciocínio, tal máquina complexa deveria ter um fabricante. Ao se referir às criaturas vivas, Paley afirmava, então, que estas, por serem muito mais complexas que relógios, deveriam ter um fabricante ainda mais importante, o qual só poderia ser Deus. Darwin, por sua vez, defendia a idéia de que tal fabricante não era necessário. A variabilidade natural acoplada à seleção natural seria suficiente para explicar tal complexidade. Para muitos pensadores, os argumentos de Darwin teriam levado à morte a idéia de planejamento (Crow, 2003, p. 1). Contudo, não parece ser este o caso, dado o recente retorno desta idéia sob a forma do chamado “design inteligente”.

Ao apresentar sua nova e revolucionária teoria, Darwin convenceu muitos biólogos sobre a ocorrência da evolução, mas não os convenceu de que a seleção natural explicaria a origem das espécies. Entre 1860 e 1930, sua teoria foi eclipsada e evolucionistas levantaram numerosos problemas, além de teorizarem sobre diferentes mecanismos para explicar a diversidade da vida. A principal crítica à seleção natural estava na preocupação de que a seleção natural ao agir em variações não era suficiente para dar conta da direção na evolução - para um “progresso evolutivo” ou aumento de complexidade. Isso porque a evolução de acordo com a seleção não apresenta um propósito. Além disso, a seleção natural não é executada por uma força ativa ou promotora da evolução, mas consiste em um dispositivo passivo de poda, para eliminar o inapto, agindo como um mecanismo de mudança, permitindo que algumas espécies

prosperem enquanto outras pereçam. Assim, a evolução seria uma questão de acaso e necessidade. O acaso forneceria os materiais brutos para a evolução, mas a seleção natural (necessidade) ou a sobrevivência do mais apto direcionaria a evolução. E muitos evolucionistas se recusavam a aceitar que a história da vida ocorre num processo casual e aparentemente não direcionado (Sapp, 2003. pp.63-64).

Outro problema discutido na época de Darwin, com relação à validade da seleção natural como o mecanismo explicativo da evolução, estava no tempo atribuído à idade da Terra. Críticos como o Marquês de Salisbury afirmavam que ninguém havia sido capaz de demonstrar que a seleção pudesse produzir uma mudança significativa em uma espécie. Ele utilizava como base para suas críticas os cálculos do físico Lord Kelvin, que mostravam que a Terra não teria idade suficiente para permitir o processo de seleção, extraordinariamente lento, que, segundo os darwinistas, havia produzido os resultados visíveis em nossa era. Este cálculo era baseado nas estimativas da temperatura interna da Terra e na taxa de esfriamento desde o seu início, como uma massa de rochas fundidas e, de acordo com ele, a Terra não teria mais do que 100 milhões de anos, mais provavelmente cerca de 24 milhões de anos. Este cálculo foi um importante obstáculo para o darwinismo, visto que a verificação de que ele não estava correto ocorreu somente vários anos depois, com a descoberta da radioatividade, indicando uma nova fonte de calor que impedia o esfriamento da Terra no ritmo estimado por Kelvin. Em 1903, Pierre Currie verificou que a queda radioativa de certos elementos, como o rádio, liberava de forma lenta, suprimento de energia como calor. Em 1906, Lord Rayleigh calculou que o calor produzido pela radioatividade nas profundezas da Terra balanceava o efeito do esfriamento postulado por Kelvin. Após essas descobertas, os físicos calcularam que a Terra teria cerca de 4.5 bilhões de anos, assim como Darwin suspeitava (Sapp, 2003. p.64).

Um terceiro problema estava no registro fóssil, que muitas vezes mostrava novas formas de animais surgindo subitamente e nem sempre apresentava as formas intermediárias que a teoria gradualista de Darwin implicava. Essas lacunas levantaram questionamentos na época de Darwin (e continuam a fazê-lo atualmente) com relação à mudança evolutiva contínua e gradual proposta em sua teoria evolutiva. Darwin respondia a tais críticas afirmando que o problema estava no nosso conhecimento falho do registro fóssil e na própria imperfeição deste registro, o que explicaria a ausência de elos entre as espécies. As formas intermediárias teriam existido, mas não teriam sido

encontradas ou não se teriam fossilizado (Meyer & El-Hani, 2000, p. 165; Sapp, 2003, p. 67).

Uma lacuna na teoria evolutiva de Darwin e Wallace que eles não conseguiram responder na época era de onde vem a variabilidade encontrada nas populações (Crow, 2003, p.1; Meyer & El-Hani, 2000, p. 164), visto que, naquele período (século XIX), a compreensão da origem da variação e dos mecanismos de hereditariedade era bastante precária. Com relação à falta de conhecimento sobre os mecanismos que dão origem a novas variações, Wallace sempre destacava que a teoria da seleção natural não dependia de esclarecer a fonte da variação. Ela dependia apenas da constatação de que há variação abundante nas populações e esta afeta as chances de sobrevivência e reprodução dos organismos (Meyer & El-Hani, 2000, p. 164). Com relação à compreensão da hereditariedade, os mecanismos aceitos na época dificultavam o entendimento de como as diferenças poderiam levar à formação de novas espécies. Nesse período, aceitava-se que a maior parte das variações eram misturas de características herdadas dos pais, e assumia-se que o material germinal de cada parental era misturado como duas latas de tinta. A ocorrência de caracteres herdados na base do tudo ou nada também era aceita, mas apenas em casos raros. Sendo assim, se os traços eram misturados, então qualquer nova característica que surgisse espontaneamente iria ser transmitida com uma força cada vez menor à sucessão de gerações seguintes. Assim, qualquer nova mudança singular herdável iria ser rapidamente excluída de uma população. Essa dificuldade na compreensão da teoria evolutiva de Darwin não foi resolvida até a ascensão da genética de Mendel (Sapp, 2003, pp. 64-65).

Por volta de 1890 a 1920, mecanismos alternativos à seleção natural gozavam de prestígio cada vez maior (Meyer e El-Hani, 2005, p. 45), comprometendo a tal ponto a aceitação da teoria darwinista que o período foi chamado pelo historiador Peter Bowler de “eclipse do darwinismo” (Bowler, 2003, p. 224). Nesse período, três mecanismos evolutivos alternativos foram defendidos: o neo-Lamarckismo, a ortogênese e saltacionismo (Sapp, 2003, p. 68).

O neolamarckismo pregava que as modificações sofridas por um organismo ao longo de sua vida, devido a efeitos do ambiente ou a mudanças no comportamento, podiam ser herdadas por seus descendentes (Meyer & El-Hani, 2005, p. 45; (Sapp, 2003, p. 68). As divergências entre os neolamarckistas - que afirmavam que a herança de características adquiridas assumia um papel crucial na evolução - e os selecionistas estritos fizeram emergir debates ferozes (Sapp, 2003, p. 68).

A ortogênese sustentava que a evolução ocorria com determinadas metas e que era essa tendência de seguir um rumo preestabelecido, e não a seleção natural, que explicava a transformação evolutiva (Meyer & El-Hani, 2005, p. 46). Muitos paleontólogos estavam convencidos a pensar que a evolução era dirigida por passos regulares e que em alguns casos, esses passos poderiam levar à extinção de determinadas espécies. Esses paleontólogos consideravam ainda, que o registro fóssil apresentava evidências da ocorrência desse processo. Um exemplo de fóssil cujo processo de evolução e extinção foi atribuído a esse processo evolutivo é o do alce irlandês. Os defensores da ortogênese consideravam que esse alce (extinto recentemente) teria sido extinto devido a suas galhadas terem se tornado muito grandes. Segundo eles, o alce gigante teria se desenvolvido a partir de um alce menor com menores galhadas. À medida que as galhadas eram úteis à princípio, a tendência para galhadas maiores ocorreu até chegar a um momento em que foi longe demais. A partir daí os alces irlandeses foram extintos (Sapp, 2003, p. 69-70).

O saltacionismo afirmava que a evolução ocorria por saltos repentinos. O aparecimento de espécies sem o auxílio da seleção poderia, a princípio, solucionar várias questões. Uma dessas questões seria a ausência dos fósseis intermediários no registro fóssil. Essa teoria também solucionava o problema da evolução em termos da herança misturada porque as diferenças individuais não eram o combustível da evolução. Ela abria ainda a possibilidade para uma evolução mais rápida, fornecendo assim, resposta à crítica de Lord Kelvin sobre a insuficiente quantidade de tempo necessária para uma evolução gradual (Sapp, 2003, p. 71). É interessante ressaltar, que nesse período, o campo da genética estava surgindo a partir da redescoberta das idéias de Mendel. Esses cientistas mendelianos tanto utilizavam a genética para solapar o lamarckismo, quanto recusavam-se em admitir qualquer papel para a adaptação e seleção no controle do fluxo das novas características produzidas por mutações (Bowler, 1989, p. 307). Em resumo, os geneticistas mendelianos estavam em franco embate tanto com as idéias neolamarckistas como com as idéias darwinistas (Meyer & El-Hani, 2005, p. 47). Como afirma Bowler (1989):

“No período anterior a 1920, os geneticistas estavam convencidos de que as mutações eram as únicas fontes de novas características na evolução; e eles não acreditavam que as diferenças nos valores adaptativos dos novos

genes poderiam controlar a extensão na qual eles poderiam se espalhar em uma população selvagem” (Bowler, 1989, p. 308).

Apenas a partir da década de 1940, com a articulação da genética com a evolução, foi desenvolvida a teoria sintética da evolução, que preencheu grande parte das lacunas existentes na teoria de Darwin e Wallace (El-Hani & Meyer, 2005, p. 49). Os iniciadores desta ‘síntese moderna’ foram três pesquisadores, Fischer, Haldane e Wright, que demonstraram que a variação estudada pelos evolucionistas poderia ser explicada pela herança mendeliana e pela seleção natural (Crow, 2003, p. 3; Meyer e El-Hani, 2005, p. 49). Outro pesquisador que teve um papel fundamental no desenvolvimento da teoria sintética foi Dobzhansky (1937), ao apresentar elementos teóricos da genética de populações e dados sobre variação genética de maneira sistemática e acessível a todos os biólogos. Desde então, essa teoria passou a ser amplamente aceita pela comunidade científica, com vários biólogos evolutivos trabalhando e desenvolvendo essa nova teoria.

É interessante notar, no entanto, que as polêmicas em torno dos mecanismos evolutivos continuam até hoje, no início do século XXI. O conceito de adaptação, por exemplo, tem sido alvo de discussão de uma diversidade de autores, como, por exemplo, Mayr (1983); Von Wahlert (1965); Bock (1980); Brandon (1978), Dobzhansky (1956, 1968), Lewontin (1978, 1979), Muller (1949), Muller (1949); Munson (1971); Stern (1970); Williams (1966); Wright (1949). Tais autores têm trabalhado no sentido de analisar, descrever e definir esse conceito (Mayr, 1983, p. 324). De acordo com Mayr, um aspecto unânime entre estes autores é que o conceito de adaptação se refere a algo produzido no passado por seleção natural, ou seja, a adaptação deve ser vista de modo retrospectivo, como algo explicado pela seleção natural, e não de modo prospectivo, como algo que explica a seleção natural. A confusão entre estes dois modos de ver a adaptação, um aceito, outro não, é até hoje uma das principais dificuldades do ensino de evolução (Mayr, 1983, p. 324).

Uma das principais discussões atuais vem sendo travada entre adaptacionistas e evolucionistas que questionam a utilização do adaptacionismo como uma estratégia de pesquisa. O adaptacionismo, como uma estratégia de pesquisa, consiste na tentativa de identificar adaptações e elucidar as pressões seletivas específicas que as forjaram em um passado evolutivo do organismo (Andrews, Gangestad & Matthews, 2002, p. 489). Os biólogos adaptacionistas, diante de uma característica de um ser vivo, questionam como

a seleção natural poderia explicar o surgimento de tal característica Meyer & El-Hani, 2005, p.66). Ao mesmo tempo, eles frequentemente utilizam argumentos intuitivos para explicar como um traço em particular funcionou como um alvo responsável por sua evolução (Williams 1966).

Cientistas como o paleontólogo Stephen Jay Gould e o geneticista Richard Lewontin vêm realizando ataques vigorosos ao adaptacionismo como estratégia de pesquisa (Andrews, Gangestad, & Matthews, 2002, p. 489; Mayr, 1983, p. 325). Uma das mais proeminentes críticas que Gould e Lewontin e fizeram ao programa adaptacionista foi a de que os adaptacionistas frequentemente usam padrões de evidência inapropriados para identificar adaptações e suas funções e que eles frequentemente falham ao considerar hipóteses alternativas para a adaptação. Ainda segundo esses críticos, as evidências que os adaptacionistas aceitam para o caráter adaptativo de traços muitas vezes não passam de histórias sem evidências empíricas suficientes em seu apoio (Andrews, P. W; Gangestad, S. W; Matthews, D, 2002, p. 489). Tais explicações adaptacionistas estariam focadas em interpretações com base na utilidade atual da estrutura. Gould destaca, no entanto, que é possível que uma característica funcional atual não seja uma adaptação à função que exerce no momento. Em um trabalho com Elisabeth Vrba (1982), ele introduz um novo conceito para a biologia evolutiva - o conceito de exaptação. Tal conceito surge da constatação dos autores de que o termo adaptação tem sido interpretado de formas diferentes pelos biólogos: (1) com base na gênese histórica das características construídas por seleção natural para o seu papel atual e (2) em termos de sua utilidade atual, tendo como base as características que aumentam o *fitness*, não importando como elas tenham surgido. A potencial confusão entre essas diferentes definições não estaria sendo percebida, no entanto, pelos biólogos, visto que há na biologia uma tendência de considerar a seleção natural tão dominante, entre os mecanismos evolutivos, que os processos históricos e os produtos atuais passam a ser considerados como uma só coisa (Gould & Vrba, 1982, pp. 5-6). No entanto, tal problema apareceria no momento em que se observam estruturas que, embora úteis atualmente para dar conta de certo papel, não foram construídas por um processo de seleção natural para o seu papel atual. É nesse momento que o conceito de exaptação se aplica, permitindo interpretar estruturas que evoluíram a partir de outros usos, sendo cooptadas para o seu papel atual (Gould & Vrba, 1982, p. 7).

A inclusão do conceito de exaptação na biologia evolutiva traz consigo uma crítica importante ao programa adaptacionista, visto que, vai de encontro à idéia de que

as estruturas têm necessariamente um caráter adaptativo. Segundo Gould e Vrba, o programa adaptacionista moderno tem sido enfraquecido devido a desafios em diversos níveis, como, por exemplo, o surgimento de teorias neutralistas que mostram que uma parte substancial do DNA pode ser não adaptativa ao nível do fenótipo (Gould & Vrba, 1982, p. 7). Assim, a teoria evolutiva não seria mais exclusivamente adaptacionista.

Para Mayr, um defensor do programa adaptacionista, não existe nada de errado com este programa, quando ele é adequadamente executado. Em sua visão, as fraquezas e deficiências apontadas por Gould e Lewontin são resultado de abordagens atomísticas e determinísticas (Mayr, 1983, pp. 325-327), nas quais se considera que *“um organismo é atomizado em traços e esses traços são explicados como estruturas otimamente projetadas por seleção natural para as suas funções”* (Gould e Lewontin, 1979). Contudo, segundo Mayr, estas abordagens não fariam parte do programa de pesquisa da maioria dos evolucionistas, que teriam uma visão mais coerente com a apresentada por Dobzhansky: *“A seleção favorece genótipos... O sucesso reprodutivo é determinado pela totalidade dos traços e as qualidades que eles produzem em um dado ambiente”* (Dobzhansky, 1956).

A discussão sobre a adoção do programa adaptacionista como estratégia de pesquisa é apenas um dos vários aspectos discutidos na teoria da sintética da evolução – teoria aceita e utilizada pela maioria dos cientistas e professores para explicar a diversidade e as mudanças sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo. O próprio Stephen Jay Gould iniciou discussões importantes sobre teoria sintética da evolução, como, por exemplo, as seguintes: (1) a idéia da existência de restrições ao processo evolutivo; (2) a discussão sobre o ritmo da evolução e a proposição, em parceria com Niles Eldredge, da teoria do equilíbrio pontuado; (3) a defesa da idéia de contingência evolutiva.

As restrições ao processo evolutivo resultam de quaisquer processos que enviem a distribuição das variações nas populações. Tal processo pode ocorrer devido a restrições nas variações possíveis dos seres vivos. Essas restrições ocorrem devido ao complexo sistema do desenvolvimento dos seres vivos não ser um processo infinitamente plástico. A complexidade do sistema de desenvolvimento e a concatenação de suas etapas fazem com que certas inovações morfológicas se tornem impossíveis para determinados organismos. Assim, as mudanças evolutivas são restritas às que *“podem ocorrer”* como consequência de mudanças no desenvolvimento (El-Hani & Meyer, 2009).

Ao criticar o gradualismo, Gould e Eldredge tomaram como base, as lacunas do registro fóssil, que dificultam a explicação de que há uma passagem gradual de uma espécie a outras ao longo do processo evolutivo. Eles então propuseram que, ao longo de sua existência, uma espécie muda muito pouco. No entanto, quando ela se divide ocorre uma diversificação morfológica. Assim, a história da diversidade da vida seria caracterizada por longos períodos durante os quais as espécies permanecem inalteradas, intercalados por períodos comparativamente curtos em que haveria mudanças na morfologia dos seres vivos e o surgimento de novas espécies. Essa diferenciação entre espécies poderia ocorrer sem seleção natural, bastando que novas espécies se originassem a partir das preexistentes. Esse novo modelo, que propunha a existência de períodos de pouca mudança – ou equilíbrio – que seriam interrompidos – ou pontuados – por fases de diversificação, foi denominado de equilíbrio pontuado (Meyer & El-Hani, 2005, p. 91)

Já a idéia de contingência evolutiva tem como base a observação de que nem todas as mudanças evolutivas representam a sobrevivência dos mais aptos; muitas vezes aqueles que sobrevivem são simplesmente os que tiveram mais sorte. Se pensarmos, por exemplo, em fenômenos macroevolutivos, como extinções em massa devidas a catástrofes globais ou mudanças climáticas cíclicas, essa idéia de sorte, em contraste à adaptação dos organismos, torna-se mais compreensível. Nessa perspectiva, a imprevisibilidade da evolução é enfatizada, visto que, se voltássemos no tempo, talvez as contingências não fossem as mesmas e espécies diferentes tivessem sido favorecidas ao longo da evolução. Assim, as formas de vida presentes num dado momento da história evolutiva não estariam desde sempre determinadas; tudo dependeria do que aconteceu na história pretérita das linhagens (Meyer & El-Hani, 2000, p. 180).

Observamos, assim, que atualmente, mesmo com algumas idéias solidamente estabelecidas, a teoria sintética da evolução vem sofrendo muitos outros questionamentos relacionados às complexas relações entre seleção natural, restrição e acaso no processo evolutivo (Meyer & El-Hani, 2000, p. 183). Acreditamos que os questionamentos atuais não são direcionados a uma refutação da teoria darwinista, nem à sua substituição por uma teoria evolutiva inteiramente nova. Esses questionamentos parecem propor adições e reformulações a essa teoria que resultem numa teoria diferente, em aspectos significativos, da teoria sintética da evolução que tem dominado a biologia evolutiva desde a década de 1940, mas não a ponto de abandonar-se o núcleo selecionista do pensamento evolucionista. O que parece estar em elaboração no presente

é uma nova teoria darwinista da evolução reconhecendo o poder explicativo de outros fatores envolvidos na evolução, como as restrições ao processo evolutivo, e descrevendo processos macro-evolutivos que não são apenas uma extrapolação da micro-evolução (Gould, 2002; Lima-Tavares & El-Hani, 2001; Lima-Tavares, 2002).

2.2 - Dificuldades dos alunos do ensino médio na aprendizagem sobre evolução

A evolução é central para o conhecimento da biologia, e essa centralidade é reconhecido na maioria dos currículos do mundo. No Brasil, os parâmetros curriculares nacionais (PCN+), que servem como orientações para o cumprimento dos pressupostos estabelecidos para o ensino médio apresentam a origem e a evolução da vida como um dos seis temas biológicos estruturadores do ensino médio. Os conceitos relativos a esse tema são considerados tão importantes que se propõe que eles componham não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. A presença do tema *origem e evolução da vida* ao longo de diferentes conteúdos não representaria assim, a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia (PCN+, 2002).

Estudos nas áreas de ensino e de aprendizagem de ciências, no entanto, têm mostrado que os alunos apresentam uma série de dificuldades na aprendizagem de evolução. Pesquisadores que discutem a aprendizagem de evolução consideram que as concepções iniciais dos alunos relacionadas à evolução, à epistemologia científica, à visão do mundo biológico, à orientação religiosa, à aceitação da teoria evolutiva e à orientação científica (ou o grau em que o estudante organiza sua vida em torno de atividades científicas, a compreensão que ele tem do mundo natural através da causação física e a interpretação que ele faz de eventos sob uma lente científica) afetam o aprendizado desse tema (Demastes, Good & Peebles, 1995). Outro fator que acarreta em dificuldades de aprendizagem dos alunos é a própria complexidade do conteúdo evolutivo, que leva a problemas tanto na compreensão do conteúdo das teorias evolutivas, como na transferência desses conhecimentos para outros contextos de mudança biológica (Jiménez-Aleixandre 1992). Consideramos que esse conjunto de dificuldades ilustra a problematidade que o tema evolução traz para as salas de aula. A seguir discutiremos um pouco mais esses dois fatores que influenciam na aprendizagem de evolução de estudantes de biologia.

Dificuldades provenientes das crenças religiosas e epistemológicas dos alunos têm sido detectadas como um dos fatores que influenciam na aprendizagem de evolução de estudantes de biologia por vários pesquisadores na área de ensino e aprendizagem de ciências (Demastes, Good & Peebles, 1995; p. 658; Alters & Nelson, 2002; Sinatra, Southerland, McConaughy & Demastes, 2003; Sepúlveda & El-Hani, 2004; Smith & Siegel, 2004; Anderson, 2007). Esses pesquisadores têm buscado compreender a relação entre os vários aspectos que podem propiciar uma maior facilidade ou dificuldade de aprendizagem de evolução ao discutir a influência das crenças epistemológicas de estudantes de biologia do ensino básico e da graduação na aceitação da evolução. Eles também têm discutido estratégias instrucionais para superar esses problemas. Ao se referir à situação norte-americana, Anderson destacou o baixo domínio dos conceitos evolutivos pelos estudantes, atribuindo-o à postura cética desses estudantes frente à evolução (Anderson, 2007). Smith e Siegel (2004) levantaram a questão da relação entre crença e compreensão e discutiram estratégias instrucionais para superar esse problema. Sinatra, Southerland, McConaughy e Demastes (2003) mostram a influência das crenças epistemológicas na aceitação da evolução humana entre estudantes de graduação. No contexto brasileiro, Sepúlveda e El-Hani (2004) discutiram as concepções de natureza de alunos protestantes do curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e caracterizaram suas estratégias para administrar a convivência entre conhecimento científico e conhecimento religioso em sua visão de mundo, verificando que os alunos protestantes reagem de duas formas diferentes ao discurso científico: ou apresentando uma recusa total e sistemática deste discurso, ou apreendendo-o por meio de uma síntese entre o conhecimento científico e sua visão de mundo teísta.

Com relação às dificuldades de aprendizagem de evolução em termos do próprio conteúdo a ser aprendido, muitos pesquisadores consideram que os alunos do ensino médio geralmente chegam às salas de aula de biologia com concepções prévias sobre o mundo natural que não estão de acordo com os conhecimentos científicos e que frequentemente são inconsistentes com os conhecimentos aceitos pela biologia evolutiva atual (Jiménez-Aleixandre 1992, 1994, 1996; Demastes, Good & Pleeb, 1996; Jensen & Finley, 1996; Alters & Nelson, 2002; Shtulman, 2006; Kampourakis & Zogza, 2007). Esses pesquisadores têm discutido a aprendizagem de uma série de conceitos essenciais para a compreensão da evolução e de suas teorias. Demastes, Good e Pleeb (1996), realizaram um estudo que mostrou como as concepções dos estudantes

sobre evolução são interligadas, ao invés de desconectadas, requerendo múltiplas mudanças de modo a construir modelos mais próximos à visão consensual. Shtulman (2006) mostrou que conceitos como variação, herança, adaptação, domesticação, especiação e extinção podem ser interpretados de maneiras distintas por estudantes, que podem enfatizar ou o caráter variacional da evolução, ou apelar para concepções já superadas, que consideram a evolução um processo de transformação da essência de uma espécie com base na mudança dos organismos. Jiménez- Aleixandre (1996) explorou as interconexões entre diferentes noções nos esquemas conceituais Darwiniano e não-Darwiniano sobre evolução, e particularmente sobre seleção natural. Essa pesquisadora (Jiménez-Aleixandre 1994) também realizou críticas à abordagens tradicionais, muitas vezes evidenciadas em livros textos, por sua inadequação para lidar com as dificuldades dos estudantes. Outros pesquisadores, como Passmore e Stewart (2002) criticaram as abordagens mais tradicionais da teoria evolutiva e desenvolveram estratégias instrucionais alternativas focadas no uso de modelos por estudantes do ensino médio. Jensen e Finley (1996) mostram os benefícios de uma abordagem de resolução de problemas e do uso de materiais historicamente ricos sobre as aulas tradicionais, ao aumentar as concepções darwinianas entre estudantes de graduação. Kampourakis e Zogza (2007) discutiram que as concepções dos estudantes muitas vezes são distintas tanto da teoria lamarckista quanto da darwinista, com alunos aceitando aspectos de ambas ou mesmo apresentando interpretações que não aparecem em nenhuma das duas teorias, como por exemplo, a idéia da evolução do organismo através da necessidade via mudanças propositais. Essa idéia teria como base o raciocínio antropomórfico e teleológico dos alunos e seria um reflexo do ambiente intelectual atual em que eles vivem.

Como resultado desses trabalhos, recomendações têm sido feitas aos professores que trabalham com o ensino de evolução. Uma delas seria a conscientização de que os estudantes são propensos a interpretar de forma errônea, quando expostos a discursos ambíguos, termos como: adaptação, explicações baseadas em desígnio e mesmo árvores filogenéticas (Shtulman, 2006). Recomenda-se ainda enfatizar o papel do acaso no processo evolutivo (Kampourakis & Zogza, 2007), explicitar a implicação do tema evolução para outras disciplinas e levar em consideração os variados conhecimentos prévios dos estudantes, auxiliando-os posicionar-se frente a eles (Anderson, 2007). Tais recomendações parecem reforçar a necessidade de compreender melhor como os alunos

aprendem evolução, de modo que estratégias de ensino mais eficientes possam ser elaboradas.

Em nosso trabalho, buscamos contribuir com esse corpo de conhecimentos, situando-nos na fronteira entre os estudos empíricos sobre aprendizado de evolução e sobre argumentação em sala de aula. Nosso propósito foi examinar o processo de argumentação dos estudantes sobre aspectos da teoria sintética da evolução. Mais especificamente, estudamos como os alunos articulam conhecimentos conceituais sobre evolução ao desenvolverem justificações de alegações relacionadas a esse tema.

CAPÍTULO 3 - Metodologia

Nesse trabalho, acompanhamos três turmas (turmas A, B e C) do terceiro ano do ensino médio em uma sequência de aulas sobre evolução. Essas sequências apresentaram duas fases: (1) as aulas desenvolvidas pelos professores da cada turma para trabalhar com os conceitos e teorias da unidade didática evolução; e (2) as aulas utilizadas para a aplicação e discussão com os alunos de atividades, propostas por nós, com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução.

As aulas desenvolvidas pelos professores, em suas unidades didáticas sobre evolução, foram analisadas de modo a caracterizarmos o contexto de cada turma. O objetivo de analisarmos os contextos das turmas foi desenvolver um panorama de cada uma delas, contemplando, desde aspectos mais gerais, até aspectos mais específicos das ações dos professores e da participação dos estudantes nas dinâmicas⁷ das aulas. A análise do contexto das turmas A; B e C se deu de modo a verificarmos: (1) as características gerais das escolas, dos professores e dos alunos; (2) a organização geral das unidades didáticas sobre evolução desenvolvidas pelos professores; (3) os temas, a ordem em que os temas apareceram e o modo eles foram trabalhados pelos professores em cada aula; e (4) as interações entre professores e alunos no discurso em sala de aula.

As aulas em que aplicamos atividades com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução foram analisadas em termos da argumentação dos alunos. O nosso interesse com essa análise foi verificar como se dá a argumentação dos alunos quando aprendendo evolução. A análise da argumentação dos alunos foi o aspecto central dessa tese, e foi realizada em termos de movimentos discursivos na estrutura da argumentação e em termos de mobilização, em suas justificações, de conceitos evolutivos a diferentes níveis epistêmicos.

Nesse capítulo nós inicialmente apresentaremos as alterações que foram realizadas no desenho da pesquisa ao longo de seu desenvolvimento. Posteriormente, apresentaremos os critérios que utilizamos para a seleção dos professores e das turmas que fizeram parte de nosso trabalho, os materiais elaborados e utilizados na pesquisa e

⁷ Consideramos que as dinâmicas das aulas são os tipos de aula desenvolvidos pelos professores em suas sequências de ensino. Tais dinâmicas incluem: aulas expositivas, aulas de correção de exercício, aulas de elaboração e discussão de atividades, etc. Há que se considerar que uma única aula pode apresentar mais de uma dinâmica.

os procedimentos iniciais de coleta e de tratamento dos dados. Discutiremos ainda, os procedimentos metodológicos realizados para a análise dos contextos e da argumentação nas turmas A, B e C e os procedimentos metodológicos realizados para a análise do aprendizado dos alunos dessas turmas.

3.1 - O desenho da pesquisa: do planejamento inicial às alterações no percurso do trabalho

O desenho dessa pesquisa envolveu duas formas de intervenções da pesquisadora nas salas de aula estudadas, uma menos direta e outra mais direta. A primeira forma de intervenção, considerada por nós como menos direta, foi a minha participação nas aulas das turmas estudadas como uma pesquisadora observadora, que filmava e anotava as impressões que tinha da dinâmica das aulas em caderno de campo. Já a segunda forma de intervenção, que consideramos mais direta, envolveu a elaboração, a aplicação e a discussão com os alunos de atividades com questões sobre aspecto da teoria sintética da evolução. Essas atividades foram aplicadas nas turmas A, B e C após os seus professores terminarem de lecionar as suas unidades didáticas sobre evolução. Consideramos que essa foi a intervenção mais direta porque, apesar de no desenho inicial de nossa pesquisa termos planejado que os professores conduziram as discussões das atividades com os alunos, os três professores que participaram dessa pesquisa preferiram que a discussão fosse coordenada por mim e participaram como colaboradores em algumas discussões. Desse modo, nessa parte da pesquisa, a minha intervenção foi bem mais direta, visto que assumi um papel ativo na condução das discussões das atividades realizadas pelos alunos.

Essa pesquisa também se caracterizou por distintas fases de coleta e análise de dados. As turmas A e B foram acompanhadas nos meses de Outubro a Dezembro de 2006. A turma A foi lecionada por um professor, cujo nome fictício⁸ é Severino. Já a turma B foi lecionada por uma professora, que denominamos Camila. Ao final da unidade didática lecionada por seus respectivos professores, os alunos das turmas A e B responderam e discutiram uma atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução. Uma análise inicial das discussões dessas questões na turmas A e B nos

⁸ Os nomes dos professores e dos alunos que aparecem nesse trabalho são fictícios, de modo a preservar a identidade dos participantes da pesquisa. Os gêneros desses professores e alunos foram mantidos.

indicou que algumas alterações deveriam ser feitas na atividade de modo a favorecer os alunos a desenvolver mais e melhor os temas em discussão.

As alterações que realizamos na atividade incluíram uma diminuição no número de questões de seis para três, de modo a fornecer mais tempo para as discussões com os alunos, e a substituição de algumas questões, que geraram poucas discussões, por questões novas. Das três questões da atividade reformulada, uma foi completamente nova, outra consistiu em uma questão da atividade anterior com o enunciado e as alternativas de resposta alteradas de modo a fornecer mais dados sobre o tema em discussão, e outra foi mantida idêntica à uma questão da atividade anterior. Assim, de Setembro a Novembro de 2007, filmamos a unidade didática sobre evolução e, posteriormente aplicamos essa nova atividade à turma C. Essa turma foi lecionada por uma terceira professora, que denominaremos com o nome fictício Sônia.

Para as análises e discussões realizadas nesta tese, utilizaremos os dados obtidos das filmagens, anotações em cadernos de campo e atividades escritas nas turmas A, B e C.

3.2 - Participantes, critérios para a seleção dos professores, caracterização geral dos professores e das turmas pesquisadas e procedimentos de coleta e tratamento inicial dos dados

3.2.1 – Participantes

Nesse trabalho de tese analisamos os dados obtidos em três turmas acompanhadas e filmadas nos anos de 2006 e 2007. Duas dessas turmas (turmas A e B) foram acompanhadas nos meses de Outubro a Dezembro de 2006 e realizaram a primeira atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução. A outra turma (turma C) foi filmada nos meses de Setembro a Novembro de 2007, e realizou a atividade reformulada com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução.

3.2.2 – Instrumentos para a seleção dos professores

Um dos instrumentos que utilizamos para a escolha dos professores acompanhados em nossa pesquisa foi a aplicação de um questionário. Esse questionário sondava se os professores tinham conhecimento de questões polêmicas relacionadas à teoria sintética da evolução, se eles trabalhavam com a teoria sintética da evolução em sala de aula, se eles abordavam questões polêmicas em sala de aula, se eles tinham interesse em fazer parte de um trabalho de investigação que tratasse dessas questões e se

eles consentiriam o acompanhamento, a filmagem e a aplicação e discussão das atividades propostas por nós em suas salas de aula (ver apêndice 1).

O segundo instrumento utilizado na seleção dos professores foi a realização de entrevistas com professores cujos questionários estavam de acordo com o perfil procurado por nós. Nessas entrevistas, explicamos em maiores detalhes as intervenções que seriam realizadas nas salas de aulas dos professores e voltamos a questionar sobre sua permissão em filmar e assistir todas as aulas da unidade didática desenvolvida por eles, além de aplicarmos uma atividade desenvolvida por nós ao final desse período.

O público para o qual distribuimos os questionários (19 professores) e com o qual realizamos as entrevistas (4 professores), consistiu de professores de biologia que lecionavam para alunos do terceiro ano do ensino médio e que mantinham algum tipo de vínculo com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), seja por estarem matriculados no curso de pós-graduação em ensino de ciências por investigação (ENCI), oferecido pela Faculdade de Educação dessa instituição (Fae-UFMG), seja por apresentarem vínculo de trabalho relacionado ao ensino de biologia nessa instituição. A opção por este perfil de professores se baseou no fato de acreditarmos que um vínculo com a universidade poderia revelar um maior interesse dos professores em se manterem atualizados com relação aos conhecimentos da biologia e em refletir e melhorar a sua prática de ensino. Também acreditávamos que tais professores apresentariam uma maior disponibilidade e interesse em participar da pesquisa.

É importante ressaltar, que, além da permissão dos professores das turmas, nós também solicitamos a permissão dos responsáveis pelos alunos para a realização de nossa pesquisa. Esta solicitação foi realizada a partir do envio de uma declaração de permissão para a realização de nossa pesquisa. Esse documento explicava a natureza da investigação, esclarecia sobre as metodologias de coleta de dados (filmagem e observação presencial das aulas) nas turmas e esclarecia que os alunos não teriam nem suas imagens e nem os seus nomes verdadeiros divulgados em nossa pesquisa. Somente após receber as declarações assinadas pelos responsáveis dos alunos foi que iniciamos as filmagens nas turmas dos professores selecionados.

3.2.3 - Desenvolvimento do material da pesquisa, procedimentos de coleta e tratamento inicial dos dados

Elaboração dos testes avaliativos (pré-testes e pós-testes)

Uma das formas inicialmente pensadas para analisar o aprendizado dos alunos utilizadas nesse trabalho foi a aplicação de um teste que apresenta questões relacionadas aos principais conceitos evolutivos trabalhados em salas de aula (ver apêndice 2). Esse teste apresenta 11 questões fechadas e três questões abertas, além de duas questões referentes à religião e ao grau de religiosidade dos alunos. As questões de múltipla escolha buscavam acessar a compreensão dos conhecimentos básicos de evolução e seleção natural. Elas foram selecionadas e retiradas de outro teste com 30 questões, que estava sendo aplicado a alunos da graduação em biologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), e que foi elaborado a partir da tradução de um teste diagnóstico desenvolvido por Anderson, Fischer e Norman (2002) para acessar a compreensão de seleção natural dos estudantes⁹. Por estarmos trabalhando com alunos do terceiro ano do ensino médio, modificamos alguns termos das questões selecionadas, de modo a facilitar a compreensão pelos alunos. As questões abertas objetivavam verificar a forma de compreensão da natureza (fixista e transformista) dos alunos, a explicação que eles dão para a existência de estruturas vestigiais e a idéia que eles têm de evolução. Essas questões foram desenvolvidas por nós. Já as questões referentes ao grau de religiosidade dos alunos buscavam nos auxiliar na compreensão da visão de mundo dos alunos e foram retiradas do teste aplicado na UFBA.

O teste foi aplicado às turmas A, B e C. No entanto, os resultados preliminares desses testes não ajudaram a entender as questões centrais deste trabalho, ligadas à argumentação dos alunos. Desse modo, realizamos nossa análise da aprendizagem baseados na idéia de engajamento disciplinar produtivo de Engle e Conant¹⁰ (2002).

9 O teste diagnóstico de Anderson, Fischer e Norman foi desenvolvido com base em estudos reais sobre seleção natural e denominado inventário conceitual de seleção natural (CINS). Ele já foi testado pelos autores em uma amostra de 206 estudantes de biologia, e é considerado uma ferramenta válida para os instrutores (Anderson, Fischer & Norman, 2002, p. 952).

10 A análise do engajamento disciplinar produtivo de estudantes foi proposta por Engle e Conant (2002) que construíram uma nova estrutura participativa dos estudantes na qual é possível avaliar o engajamento produtivo disciplinar destes. No engajamento disciplinar os autores consideram 'que há algum contato entre estudantes que estão fazendo as questões e práticas do discurso de uma disciplina' (Engle & Conant, 2002, p. 402). O progresso intelectual dos estudantes nesse caso, pode ser inferido por, dentre

Elaboração das atividades

A primeira atividade com questões relacionadas à teoria sintética da evolução foi desenvolvida em 2006 e apresenta seis questões. Para cada uma das questões desta atividade foram oferecidas duas soluções possíveis - uma delas na linha da teoria sintética da evolução e a outra com base em críticas a pontos específicos dessa teoria – de modo a desenvolver um ambiente favorável à argumentação (Jiménez-Aleixandre, 2008). Para elaborar essa atividade foram utilizadas obras que apresentam e discutem questões atuais da biologia evolutiva, como (Gould & Vrba, 1982; Gould, 2002; Meyer & El-Hani, 2000; Meyer & El-Hani, 2005).

A segunda atividade, em que questões relacionadas à teoria sintética da evolução são apresentadas, foi desenvolvida em 2007, a partir de uma reformulação da atividade aplicada em 2006. Essa atividade consiste em três questões problemas. Para cada uma delas, duas soluções são propostas, uma na linha dos defensores da teoria sintética da evolução e a outra com base em críticas a pontos específicos dessa teoria.

As questões das atividades cujas discussões foram analisadas em termos da argumentação dos alunos serão apresentadas e discutidas em maiores detalhes no capítulo 5.

Procedimentos de coleta de dados: cadernos de campo, filmagens em vídeo e gravações em áudio

Os procedimentos iniciais de coleta de dados consistiram de observação, com anotação em caderno de campo, filmagem e gravação em áudio de todas as aulas da unidade didática evolução das três turmas (A, B e C) de terceiro ano do ensino médio. As anotações em caderno de campo foram realizadas nas três turmas durante toda a unidade didática.

As filmagens das aulas foram realizadas utilizando-se duas câmeras. Durante as aulas das unidades didáticas desenvolvidas pelos professores, uma câmera foi colocada no fundo da sala e focou o(a) professor(a) e suas ações, enquanto a segunda câmera foi localizada ao lado do(a) professor(a), sendo manipulada de modo a acompanhar as interações entre alunos e professor(a). Nas aulas de discussões das atividades em

outras coisas, um aumento na qualidade e sofisticação dos argumentos e o desenvolvimento de novas idéias e compreensões disciplinares (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006).

pequenos grupos, a primeira câmera ficou na frente da sala, focando todos os pequenos grupos, enquanto a segunda câmera focava um grupo de alunos selecionado. Por fim, nas aulas de debate das atividades com toda a turma, uma câmera foi localizada no fundo da sala e focava em mim e no(a) professor(a). Já a segunda câmera ficou na frente da sala, sendo manipulada de modo a acompanhar as ações dos alunos durante a discussão.

As aulas dessas turmas também foram gravadas em áudio, com a utilização de *pen drivers*. As aulas, das unidades didáticas sobre evolução e das discussões das atividades, foram gravadas em áudio por um *pen drive* posicionado na mesa do(a) professor(a). Já nas aulas de discussão em pequenos grupos, cada grupo teve a discussão gravada por um *pen drive*, que era posicionado no centro da mesa circular em que os alunos estavam sentados.

Procedimentos de coleta de dados: aplicação das atividades, pré-testes e pós-testes

As atividades foram aplicadas após a unidade didática evolução. As turmas A e B trabalharam com a primeira atividade enquanto a turma C discutiu a atividade reformulada.

Nas aulas de aplicação e discussão das atividades, os alunos das turmas A, B e C foram organizados em pequenos grupos, com quatro ou cinco componentes. Esses alunos foram orientados de modo a optarem por uma das duas alternativas propostas na atividade, por ambas alternativas, ou por nenhuma delas e a justificarem o porquê de sua opção. Após cada pequeno grupo discutir sobre a resolução das questões e colocar as suas respostas no papel, uma discussão geral das questões foi realizada na sala como um todo. Essa discussão foi conduzida por mim, com o auxílio do(a) professor(a). Em cada questão discutida, representantes dos grupos foram solicitados a apresentar e justificar os argumentos defendidos ou refutados.

Os testes (pré-testes e pós-testes) foram aplicados antes dos professores iniciarem suas unidades didáticas sobre evolução e após a aplicação das atividades com questões relacionadas à teoria sintética da evolução nas turmas acompanhadas.

Tratamento inicial dos dados

Nas turmas A, B e C, as filmagens das aulas das unidades didáticas dos professores, realizadas pela câmera localizada ao lado do(a) professor(a), foram assistidas e mapeadas. Esses mapeamentos variavam de mais gerais a mais específicos e

tiveram como objetivo analisar os contextos dessas turmas. Para a análise da argumentação, as filmagens das discussões com a câmera que focava todos os grupos foram assistidas e transcritas. As outras filmagens realizadas serviram de apoio para momentos em que um aluno participava de uma aula, mas não aparecia na filmagem analisada ou para momentos em que a fala de algum aluno ficava pouco clara. Além disso, utilizamos na análise da argumentação dos alunos, as respostas escritas das atividades com questões relacionadas à teoria sintética da evolução dos pequenos grupos. Essas respostas foram lidas e tabuladas. Os resultados das questões de múltipla escolha dos pré-testes e pós-testes aplicados a essas turmas também foram tabulados.

3.2.4 – Procedimentos metodológicos para a análise do contexto das salas de aula

Os procedimentos metodológicos realizados para a caracterização dos contextos das turmas A, B e C consistiram: (1) no mapeamento geral das aulas por temas abordados pelo(a) professor(a) em termos da dinâmica e duração de cada aula; (2) no mapeamento das aulas por episódios e; (3) no mapeamento dos episódios de conteúdo iniciados por questões e afirmações de alunos.

3.2.4.a - Elaboração de mapas gerais e de mapas de episódio

Após a filmagem, todas as aulas das turmas A, B e C foram organizadas em mapas gerais que apresentam a duração, os assuntos abordados, e a dinâmica de cada aula (ver quadro 3.1). Esse mapeamento geral fornece uma visão clara de como o tempo foi utilizado na unidade didática do professor e na aplicação e discussão das atividades com questões relacionadas à teoria sintética da evolução em cada turma.

Quadro 3.1: Mapa geral das aulas

Aula	Data	Tempo em hora aula (1h/a = 50 min)	Assuntos Abordados	Dinâmica da aula
-------------	-------------	---	---------------------------	-------------------------

Posteriormente, as turmas A, B e C tiveram os vídeos de suas aulas assistidos e mapeados em mapas de episódios. A ideia de episódio, desenvolvida por Mortimer, Massicame, Buty e Tiberghien (2007), tem como base a noção de enunciado proposta por Bakhtin (1986). Um episódio, enquanto enunciado, é um segmento do discurso da sala de aula que tem fronteiras claras em termos de conteúdo temático, da fase didática

ou das tarefas que são aí desenvolvidas, podendo dessa forma, ser nitidamente distinto dos demais que lhe antecedem e sucedem (Mortimer, Massicame, Buty e Tiberghien, 2007).

Nos mapas de episódios construídos para as turmas estudadas, foram considerados os seguintes aspectos: (1) tempo (duração do episódio); (2) número seqüencial do episódio; (3) formas de interação (focando especificamente o participante que iniciava o episódio); (4) tipo de discurso (discurso de conteúdo, relacionado ao conteúdo de ciências das aulas; de agenda, quando o professor programa aulas posteriores ou retoma aspectos aulas já lecionadas; ou de gestão de classe, em que o professor procura manter o desenvolvimento adequado das atividades propostas, sem a intenção de desenvolver conteúdo científico) e; (5) tema ou ação (tema abordado ou ação realizada no episódio). Os tópicos considerados na construção dos mapas de episódios são apresentados no quadro 3.2.

Quadro 3.2: Mapa de episódio

Episódio (aula)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou ação
------------------------	--------------	------------------	-------------------------	---------------------

Um terceiro mapeamento das aulas realizado foi o mapeamento de episódios de discurso de conteúdo iniciados pelos alunos. Nesse mapeamento, apenas os episódios de discurso de conteúdo com questões e afirmações iniciadas por alunos foram selecionados. Estes episódios foram destacados, transcritos e tiveram os seus protagonistas identificados. Posteriormente, eles foram submetidos a uma análise em termos de seu conteúdo temático, das práticas epistêmicas explicitadas e dos ajustes potencialmente requeridos na condução da aula pelo(a) professor(a). Os ajustes realizados pelos(as) professores(as) na estrutura de suas aulas em função das intervenções dos alunos também foram discutidos¹¹. Os tópicos do mapeamento dos episódios iniciados por alunos estão ilustrados no quadro 3.3.

Quadro 3.3: Mapa de episódios das questões de discurso de conteúdo dos alunos

Aula Episódio/ tempo	Ator	Transcrição	Prática Epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
-------------------------------------	-------------	--------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------

¹¹ Parte dos resultados dessa análise na turma A foi apresentada por Mortimer, Lima-Tavares & Jiménez-Aleixandre (2007) no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

3.2.4.b - Análise das questões dos alunos em termos de conteúdo temático

Para a discussão dos conteúdos articulados pelos alunos, foi realizada uma análise do mapa de episódios de modo a identificar em que momentos das aulas apareciam questões e afirmações dos alunos, se a frequência dessas questões era maior durante a discussão de determinados temas e se existiam questões que eram retomadas em outros momentos da aula ou mesmo, em outras aulas ao longo da unidade didática sobre evolução.

3.2.4.c - Análise das práticas epistêmicas

As categorias de análise que utilizamos para verificar as práticas epistêmicas das questões e afirmações dos episódios de conteúdo iniciados por alunos nas turmas A, B e C, foram selecionadas a partir das categorias desenvolvidas e utilizadas na dissertação de mestrado de Araújo (2008) e da interação com os nossos dados.

Em seu trabalho de mestrado, Araújo analisou as práticas epistêmicas explicitadas por alunos em aulas ministradas em laboratório de ciências, sobre termoquímica e cinética química. Suas categorias de análise foram elaboradas com base na ferramenta de análise propostas por Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Diaz (2008) e a interação com os dados. As categorias de análise que serviram como referências para o desenvolvimento das categorias do trabalho de Araújo (2008) estão ilustradas no quadro 3.4. Este quadro lista as práticas epistêmicas em termos de três práticas sociais (primeira coluna) que são desdobradas em categorias que incluem práticas epistêmicas mais gerais (segunda coluna) e práticas epistêmicas específicas (terceira coluna).

Quadro 3.4: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento (em Jiménez-Aleixandre et al., 2008)

Práticas Sociais relacionadas ao Conhecimento	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	- Articulando o próprio conhecimento	- Monitorando o progresso - Realizando investigações - Usando conceitos para planejamento e realização das ações (ex. Laboratório) - Articulando conhecimento técnico e conceitual

		<ul style="list-style-type: none"> - Construindo significados - Considerando diferentes fontes de dados - Construindo dados
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Dando sentido aos padrões dos dados 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretando e construindo representações 	<ul style="list-style-type: none"> - Traduzindo entre as linguagens: observacional, representacional e teórica - Transformando dados
	<ul style="list-style-type: none"> - Produzindo relatórios e outros textos que circulem nas aulas de ciências - Persuadindo outros membros da comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendendo a escrever textos nos gêneros da aula de ciências (relatório, descrição, explicação, definição, diagramas, etc) - Apresentando as próprias idéias enfatizando pontos chave - Negociando explicações
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenando teoria e evidência: argumentação 	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguindo alegações e conclusões de evidências - Usando dados para avaliação da teoria - Usando conceitos para a interpretação de dados - Olhando para os dados com diferentes perspectivas - Apelando para consistência com outros conhecimentos
	<ul style="list-style-type: none"> - Contrastando alegações com evidências: justificação 	<ul style="list-style-type: none"> - Justificando as próprias alegações - Criticando a alegações de outros - Usando conceitos para entender anomalias

O sistema de categorias proposto por Araújo se distingue do desenvolvido por Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Diaz (2008) em alguns aspectos importantes. Em primeiro lugar, ele não separa as práticas epistêmicas em gerais e específicas, propondo uma lista única para a classificação dessas práticas. Em segundo lugar, ele acrescenta uma série de tipos de texto, à prática social relacionada à comunicação do conhecimento, que configuram as operações de textualização empregadas pelos indivíduos. O quadro 3.5 explicita o sistema de categorias desenvolvido por Araújo em seu trabalho de dissertação.

Quadro 3.5: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento (em Araújo, 2008)

ATIVIDADES SOCIAIS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO	PRÁTICAS EPISTÊMICAS
Produção do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problematizando 2. Elaborando hipóteses 3. Planejando investigação 4. Construindo dados 5. Utilizando conceitos para interpretar dados 6. Articulando conhecimento observacional e conceitual 7. Lidando com situação anômala ou problemática 8. Considerando diferentes fontes de dados 9. Checando entendimento 10. Concluindo
Comunicação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argumentando 2. Narrando 3. Descrevendo 4. Explicando 5. Classificando 6. Exemplificando 7. Definido 8. Generalizando 9. Apresentando idéias (opiniões) próprias 10. Negociando explicações 11. Usando linguagem representacional 12. Usando analogias e metáforas
Avaliação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complementando idéias 2. Contrapondo idéias 3. Criticando outras declarações 4. Usando dados para avaliar 5. Avaliando a consistência dos dados

Em nosso trabalho, utilizamos parte do sistema de análise das práticas epistêmicas desenvolvido por Araújo. Optamos, no entanto, por excluir as primeiras oito categorias de textualização das atividades sociais relacionadas à comunicação do conhecimento. Tomamos esta decisão porque essas categorias são muito gerais e podem aparecer também em práticas epistêmicas relacionadas às atividades produção e de avaliação do conhecimento, gerando uma sobreposição de categorias.

O aspecto de sobreposição de categorias do conhecimento foi apontado no trabalho de Araújo (2008) que verificou que, muitas vezes, ao comunicar conhecimentos em sala de aula, o aluno também o está desenvolvendo. Isto se adequaria às idéias de Vygotsky ([1934]2008), que afirma que a linguagem não é utilizada apenas para comunicar, mas é constitutiva do pensamento verbal. Consideramos assim, que a categoria de comunicação do conhecimento pode ser problemática, visto que ao comunicar conhecimentos em sala de aula, o aluno pode também estar desenvolvendo o seu próprio conhecimento sobre determinado tema, ou mesmo avaliando os conhecimentos em discussão na aula.

Consideramos, ainda, que as dinâmicas das aulas podem favorecer ou desfavorecer uma distinção mais clara das categorias de atividades sociais relacionadas ao conhecimento às quais as práticas epistêmicas se vinculam. Aulas mais investigativas, com uma maior distinção das fases de problematização, coleta, análise, discussão e comunicação dos resultados obtidos, podem facilitar essa distinção de categorias gerais. Já aulas em que tais fases são menos definidas, como as aulas analisadas por nós, esta distinção geral de categorias fica um pouco comprometida. As aulas das turmas analisadas em nosso trabalho consistiram, em sua maioria de aulas expositivas e de resolução de exercício, além de algumas aulas de discussão de textos e execução de atividades práticas. Assim, a distinção das categorias gerais do conhecimento ficou prejudicada, pois ao mesmo tempo em que estavam produzindo ou avaliando os conhecimentos para chegarem às respostas das questões das aulas, os alunos também estavam comunicando esses conhecimentos de alguma forma. No entanto, assim como Araújo (2008), nós optamos por manter a categoria de comunicação do conhecimento em nosso quadro de práticas epistêmicas (mesmo diminuído o número de práticas pertencentes a ela) de modo que esse sistema de análise pudesse dialogar com a literatura atual. Em seguida, apresentaremos o quadro que ilustra as categorias de análise utilizadas em nosso trabalho (quadro 3.6) e caracterizaremos as atividades sociais e as práticas epistêmicas explicitadas no quadro.

Quadro 3.6: Práticas epistêmicas de acordo com sua conexão com o conhecimento

ATIVIDADES SOCIAIS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO	PRÁTICAS EPISTÊMICAS
Produção do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problematizando 2. Elaborando hipóteses 3. Planejando investigação 4. Construindo dados 5. Utilizando conceitos para interpretar 6. Articulando conhecimento observacional e conceitual 7. Lidando com situação anômala ou problemática 8. Considerando diferentes fontes de dados 9. Checando entendimento 10. Concluindo
Comunicação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentando idéias (opiniões) próprias 2. Negociando explicações 3. Usando linguagem representacional 4. Usando analogias e metáforas
Avaliação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complementando idéias 2. Contrapondo idéias 3. Criticando outras declarações 4. Usando dados para avaliar 5. Avaliando a consistência dos dados

Práticas epistêmicas de produção do conhecimento

Estas práticas se referem a como afirmações e questões são produzidas por alunos, do início de um problema até a sua finalização, com a conclusão. As práticas epistêmicas que se enquadram à atividade social de produção do conhecimento são:

1. Problematizando: Essa prática é utilizada quando o aluno cria um problema/questão relacionado ao tema que está sendo estudado ou retoma um problema/questão anteriormente proposto pela professora. Corresponde à motivação para o início de uma discussão.

2. Elaborando hipóteses: Corresponde às alternativas de respostas propostas pelo aluno para responder a um problema ou questão.

3. Planejando investigação: Neste tipo de prática o aluno traça estratégias para a investigação de um problema.

4. Construindo dados: Corresponde às questões ou afirmações de alunos quando no processo de construção ou coleta dos dados.

5. Utilizando conceitos para interpretar dados: Ocorre quando os alunos recorrem, explicitamente, a conceitos que já possuem para interpretar dados.

6. Articulando conhecimento observacional e conceitual: Esta prática é verificada quando os alunos explicitam diretamente a relação entre conceitos e aspectos que observam, seja em experimentos, gráficos, tabelas ou ilustrações apresentados em sala de aula.

7. Lidando com situação anômala ou problemática: Quando o problema ou a questão proposta difere do que era esperado pelos alunos ou quando os alunos lidam com um problema que é novo, para o qual não conseguem elaborar hipótese ou chegar na resposta.

8. Considerando diferentes fontes de dados: Quando os alunos recorrem a algum dado diferente do que está sendo trabalhado naquele momento para solucionar o problema em discussão.

9. Checando entendimento: Quando os alunos voltam ao que já havia sido discutido anteriormente para verificar se a compreensão está apropriada.

10. Concluindo: Quando os alunos finalizam um problema ou uma questão proposta.

Práticas epistêmicas de comunicação do conhecimento

As práticas epistêmicas relacionadas à comunicação do conhecimento dizem respeito às formas de apresentação pelos alunos, dos conhecimentos da ciência ou de suas visões sobre tais conhecimentos.

As categorias de práticas epistêmicas relacionadas à prática social de comunicação do conhecimento utilizadas em nosso trabalho foram:

1. Apresentando idéias (opiniões) próprias: Quando o aluno apresenta uma opinião pessoal, bem sinalizada.

2. Negociando explicações: Quando alunos negociam uma explicação plausível. Geralmente presente ao final de atividades, quando os alunos formalizam uma resposta final.

3. Usando linguagem representacional: Quando os alunos utilizam simbologia ou linguagem representacional para apresentar suas idéias.

4. Usando analogias e metáforas: Utilização pelos alunos de metáforas e analogias para desenvolver explicações.

Práticas epistêmicas de avaliação do conhecimento

Consideramos como práticas de avaliação do conhecimento aquelas em que os alunos colocam em dúvida a validade de um conhecimento, ou estendem o seu alcance, ou se contrapõem a ele, ou criticam-no, ou confrontam dados com teorias. As categorias utilizadas nesse trabalho são:

1. Complementando idéias: Quando o aluno complementa uma idéia explicitada anteriormente.

2. Contrapondo idéias: Quando o aluno discorda do que foi dito anteriormente e apresenta uma idéia distinta.

3. Criticando outras declarações: Quando o aluno critica, explicitamente, algo que foi dito anteriormente ou apresenta e critica uma idéia. Numa crítica, nem sempre há discordância com o que foi enunciado e quando há discordância, nem sempre é total.

4. Usando dados para avaliar teorias: Quando o aluno apresenta dados para avaliar os enunciados teóricos.

5. Avaliando a consistência dos dados: Quando o aluno busca verificar se determinados dados são coerentes com determinadas teorias.

3.2.4.d - Análise do tipo de ajuste que as questões ou afirmações dos episódios iniciados por alunos demandam em relação à estrutura explicativa planejada pelo professor

Esta análise buscou verificar o impacto das questões e afirmações dos estudantes na estrutura explicativa planejada pelos professores para as suas aulas. Para identificar esse impacto, utilizamos uma adaptação realizada por Aguiar, Mortimer e Scott (no prelo) das categorias propostas por Candela (1999), que assim definem o tipo de efeito que uma questão pode ter sobre a estrutura explicativa do ensino:

1. **Continuidade:** Esse efeito é observado quando estudantes formulam questões de esclarecimento ou de extensão, que demandam exploração adicional ou esclarecimento de lacunas no conteúdo que está sendo ensinado. Essas questões demandam que o professor expanda sua explicação ou ajuste-a ao entendimento dos estudantes, sem necessidade de alterar a estrutura explicativa.
2. **Extrapolação:** Esse efeito é observado quando os estudantes formulam questões que vão além da lógica da estrutura explicativa planejada pelo professor e, dessa forma, demandam mudanças nessa estrutura. Mesmo que o professor considere esse tipo de questão, ele não necessariamente muda a estrutura explicativa planejada ao contemplá-la.
3. **Contestação:** Esse efeito é observado quando o estudante formula uma questão utilizando um ponto de vista alternativo e, dessa forma, desafiando ou contestando a estrutura explicativa planejada pelo professor. O professor pode ter dificuldades em lidar com esse tipo de questão por não entender a lógica que está por trás dela.

Há que se considerar que algumas das iniciações dos estudantes que serão analisadas não são propriamente questões, mas comentários às falas do professor.

3.3 – Análise da argumentação

Para discutirmos a argumentação dos alunos nós utilizamos os registros escritos da resolução das atividades em pequenos grupos e as transcrições das discussões finais das atividades realizadas pelos alunos das turmas A, B e C. Como foi dito anteriormente, duas atividades foram desenvolvidas e aplicadas ao longo dessa pesquisa: uma primeira atividade, com seis questões relacionadas à teoria sintética da

evolução (aplicadas às turmas A e B) e uma segunda atividade, com três questões também relacionadas à teoria sintética da evolução (aplicada à turma C). Nessas atividades, para cada questão problema apresentada, duas possibilidades de resposta eram fornecidas. Cada resposta fornecida foi considerada por nós como um argumento em defesa de um posicionamento específico frente ao problema em discussão. Durante a resolução dessas atividades, os alunos foram solicitados a optar por uma das duas respostas fornecidas, por ambas as respostas ou por nenhuma delas, apresentando suas justificações para esse posicionamento. Assim, as justificações dos alunos foi o ponto central de nossa análise.

Para responder às questões de pesquisa sobre a argumentação dos alunos dessa tese, nós analisamos três questões. A primeira questão discute o processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva e foi aplicada às turmas A, B e C. A segunda e a terceira questões analisadas abordam um mesmo tema - ritmo evolutivo. No entanto apresentam diferenças relevantes na estrutura de seus enunciados e alternativas de respostas. A questão 3, foi desenvolvida em 2007, numa reformulação da questão 2, sendo aplicada à turma C. Nós analisamos a argumentação das turmas A e B na discussão das questões 1 e 2 e da turma C, na discussão das questões 1 e 3, e discutimos as semelhanças e diferenças na argumentação e na qualidade dos argumentos desenvolvidos pelos alunos dessas turmas.

Em nossas análises, nós focamos em dois aspectos principais: os movimentos discursivos dos alunos na estrutura da argumentação e os conceitos e níveis epistêmicos de abstração em que esses conceitos são articulados em seus argumentos. Para isso nós buscamos identificar em nossa análise: (1) os argumentos desenvolvidos por cada pequeno grupo, (2) os conceitos evolutivos que os estudantes usaram na argumentação da questão e (3) os movimentos discursivos dos estudantes na estrutura da argumentação. Em um segundo passo, nós examinamos articulação dos conceitos nas justificações apresentadas pelos alunos em seus argumentos e refinamos a análise, identificando os diferentes níveis epistêmicos em que esses conceitos eram articulados. As nossas unidades de análise foram o turno de fala e trechos de turnos de fala. Um trecho pode apresentar uma ou mais frases e é delimitado em termos de exprimir uma idéia completa na qual é possível identificar níveis epistêmicos. Os alunos e os pequenos grupos dos quais fizeram parte foram identificados, de modo a examinar tanto a participação dos estudantes individuais, quanto o papel de cada grupo na construção de argumentos e desenvolvimento da argumentação.

Para a análise dos movimentos discursivos na argumentação utilizamos os elementos do padrão de argumento de Toulmin ([1958]2006), envolvidos nesse processo, e estabelecemos um repertório de movimentos em interação com os nossos dados:

a) Movimentos sobre alegações: apresentar uma alegação; transformar uma das alegações alternativas; oferecer uma nova alegação.

b) Movimentos sobre dados: apelar para dados fornecidos no problema; apelar para dados recuperados de conhecimentos prévios.

c) Movimentos sobre justificações (ou garantias): apoiar uma alegação com justificações teóricas; apoiar uma alegação com justificação teórica ilustrada com dados.

d) Movimentos sobre refutações: desafiar a evidência da alegação oposta.

e) Movimentos sobre qualificadores modais: qualificar uma alegação através do uso de qualificadores modais.

Deve ser notado que nós usamos *refutação* no sentido de Kuhn (1991), como desafio à evidência de argumentos opostos, a qual tem algumas diferenças com a definição dada por Toulmin ([1958]2006), que se refere à potenciais condições sob as quais uma alegação não pode ser apoiada.

Um segundo aspecto a ressaltar é que em nossa análise nós focamos os movimentos discursivos de justificação dos alunos, seja em defesa de determinado argumento, seja para refutar determinado argumento. Os movimentos discursivos sobre dados, sobre alegações, sobre refutações e sobre qualificadores modais, foram explicitados quando eram articulados nas justificações dos alunos.

Nós também demos atenção nesta análise aos aspectos sociais da argumentação, em particular até que ponto o processo envolveu cooperação na co-construção de um argumento, ou disputa entre argumentos opostos.

Para os propósitos da análise dos conceitos evolutivos articulados nos argumentos dos alunos, nós nos baseamos no trabalho de Kelly e colegas. Em um desses trabalhos, Kelly e Chen (1999) usam uma série de níveis, específicos para uma atividade de física, para distribuir as alegações evidenciadas de estudantes, de um nível de abstração mais baixo, que é mais próximo aos fatos, figuras e dados, para um nível de abstração mais alto ou mais abstrato, que é mais próximo às teorias sobre o assunto. Kelly e Takao (2002) examinaram também o relativo *status* epistêmico das proposições escritas de estudantes de oceanografia. Esses diferentes níveis de abstração verificados nas alegações evidenciadas dos estudantes são denominados níveis epistêmicos e tem

sido analisados em trabalhos de outros autores, como Jiménez-Aleixandre e Reigosa (2006) e Jiménez-Aleixandre et al. (2006), para discutir as ações e práticas dos estudantes, seja em seu discurso oral ou escrito. Esse tipo de análise é conteúdo-específico e nós o consideramos promissor para os propósitos de examinar a articulação entre o conhecimento conceitual e os movimentos sobre justificação dos estudantes quando desenvolvendo argumentos. Assim, para explorar os níveis epistêmicos de abstração dos conceitos evolutivos articulados nas justificações dos alunos nós: (1) examinamos as justificações dos estudantes em termos de como os conceitos evolutivos eram mobilizados (se as justificações eram empíricas, teóricas ou teóricas ilustradas com evidências empíricas) e (2) elaboramos uma escala, em interação com os dados, na qual as idéias apresentadas nas justificações dos alunos são classificadas numa gradação de um nível de abstração mais baixo para um nível de abstração mais alto. Essa escala integra as análises dos movimentos discursivos dos alunos sobre dados e justificações e nos permite discutir, em maiores detalhes, os níveis de abstração explorados pelos alunos quando eles articulam conhecimentos conceituais em seus argumentos. As categorias que fazem parte dessa escala apresentam-se em um grau crescente de abstração e estão representadas no quadro 3.7 abaixo:

Quadro 3.7: Escala de níveis epistêmicos de abstração dos conceitos articulados nas justificações dos alunos.

Nível epistêmico	Descrição
1	Proposições que fazem referência explícita a dados do problema.
2	Proposições que usam dados empíricos que não estão explícitos no problema, geralmente trazidos da experiência.
3	Proposições na forma de alegações teóricas ilustradas com dados específicos à questão discutida ou com dados da experiência.
4	Proposições na forma de alegações teóricas específicas à questão evolutiva discutida.
5	Proposições teóricas gerais discutindo processos evolutivos não específicos à questão discutida.

É importante ressaltar que essas categorias não representam uma hierarquia, em termos de os argumentos apresentarem maior qualidade à medida que se sobe na escala, visto que, assim como Kelly e Takao, nós consideramos que um bom argumento deve articular evidências a diferentes níveis epistêmicos.

3.4 - Aprendizagem dos alunos

A aprendizagem dos alunos foi discutida em termos de seu engajamento disciplinar produtivo. O conceito de engajamento disciplinar produtivo (Engle & Conant, 2002) indica o nível de envolvimento dos alunos em questões e práticas de uma disciplina, de modo que tal envolvimento aumente a probabilidade de um progresso intelectual. Essa noção alia aspectos interacionais do engajamento dos estudantes, como participação e o modo de participação nas aulas, com idéias que constituem um discurso produtivo em um domínio específico do conhecimento (Engle e Conant, 2002, p. 400).

Em nossa avaliação da aprendizagem dos alunos com base nos parâmetros para um engajamento disciplinar produtivo, destacamos e discutimos as evidências discursivas de aprendizagem que apareceram nos argumentos desenvolvidos por alunos durante a discussão das atividades em salas de aula.

CAPÍTULO 4 – Análise do contexto das turmas A, B e C

Nesse capítulo, apresentamos e discutimos o contexto das três turmas acompanhadas nesta pesquisa. As turmas A, B e C foram lecionadas pelos professores Severino (turma A), Camila (turma B) e Sônia (turma C). Os aspectos que analisamos para a construção dos contextos dessas turmas foram: as características das escolas em que se deram as aulas; as dinâmicas desenvolvidas pelos professores para condução de suas aulas; os temas abordados por esses professores durante as aulas; algumas interações discursivas entre alunos e professores, como a autoria da iniciação dos episódios das aulas e o tipo de discurso de cada um deles; as formas pelas quais os alunos interferiam nas aulas, com ênfase nos conceitos e práticas epistêmicas que eles explicitavam em suas afirmações e questões que iniciavam episódios de conteúdo e os ajustes que tais interferências demandavam do professor.

As aulas analisadas nesse capítulo foram apenas aquelas normalmente desenvolvidas pelos professores para trabalhar a unidade didática evolução e não incluíram as aulas em que ocorreram a aplicação e discussão das atividades propostas por nós para fomentar a argumentação. Estas últimas aulas serão analisadas no capítulo 5. Nossa análise teve como base os resultados obtidos dos mapeamentos das aulas em níveis distintos de detalhamento, que partiram de uma visão mais ampla para uma visão mais detalhada dessas aulas. Esses mapeamentos foram: (1) o mapeamento geral das aulas; (2) o mapeamento das aulas por episódios e (3) o mapeamento dos episódios de conteúdo iniciados por questões e afirmações de alunos. Essa análise teve como objetivos: (1) verificar a organização geral das aulas da unidade didática evolução de cada turma e a duração de cada uma delas, destacando os temas abordados e as dinâmicas realizadas; (2) verificar como o professor conduziu as suas aulas, destacando os temas e os tempos utilizados para abordá-los, assim como os momentos em que alunos participavam dessas aulas; (3) examinar, em maiores detalhes, como os alunos participaram das aulas, os tipos de ajustes que as afirmações e questionamentos dos episódios iniciados por alunos demandaram do professor e os ajustes que os professores efetivamente realizaram nas estruturas explicativas planejadas para as suas aulas. Esta escolha, por episódios iniciados por alunos, deveu-se ao fato de que essa interação esteve presente em todas as turmas. No entanto, a turma C, apresentou também outro

tipo de interação relevante, em termos de explicitar a participação dos alunos - o desenvolvimento, por vários alunos da turma, de episódios iniciados pela professora. Essa interação também será discutida por nós nesse capítulo.

Após a análise desses dados e a construção dos contextos das turmas A, B e C discutiremos as semelhanças e diferenças entre os contextos de cada turma analisada.

4.1 – O contexto da turma A

A turma A estudava em colégio público federal de ensino técnico, localizado na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Este colégio oferece ensino profissional concomitante ao ensino médio a alunos que ingressam por um concurso público altamente disputado. Os cursos profissionais de nível médio oferecidos neste colégio são os cursos técnicos em eletrônica, instrumentação, patologia clínica e química e os alunos que ingressam neste colégio, por concurso, tem que optar por um desses cursos técnicos ao final de seu primeiro ano de aulas. O colégio apresenta professores qualificados e com formação de mestrado e doutorado e uma boa estrutura de laboratórios e de salas de aulas (com algumas salas de aula preparadas para a exposição de slides e outras para a realização de trabalhos em grupos). Além disso, sua equipe adota a postura de incentivar a autonomia dos alunos em seu processo de aprendizagem. Com relação ao seu projeto educativo, o colégio busca formar alunos com uma sólida base científica e humanista e com uma formação profissional caracterizada pela busca permanente do conhecimento tecnológico atual e pelo desenvolvimento de um amplo leque de competências.

Os alunos da turma A estavam cursando o terceiro ano do ensino médio em 2006 e tinham aulas tanto pela manhã quanto durante as tardes. No turno da manhã, a turma A tinha aulas das disciplinas do ensino médio e, durante as tardes, aulas do curso técnico em eletrônica. Esses alunos ingressam no colégio por concurso público, sendo selecionados com relação às suas habilidades nos conhecimentos necessários para ingressar no ensino médio. Assim, mesmo pertencendo a distintas esferas sócio-econômicas, eles apresentavam uma homogeneidade em termos de habilidades nos conhecimentos da ciência. Esta turma era mista, com um total de 33 alunos, dos quais predominavam alunos do sexo masculino. A faixa etária era de 17-18 anos. As aulas de biologia, filmadas para esta pesquisa, ocorreram nos meses de Outubro a Dezembro de 2006, no turno matutino. O professor de biologia desses alunos (professor Severino) é

um biólogo com doutorado em genética e evolução e pós-doutorado em genética animal. Este professor leciona há mais de 15 anos e, além de exercer a atividade de ensino, desenvolve pesquisas na área de genética de peixes.

4.1.1 - Mapeamento geral das aulas

O mapeamento geral das aulas da turma A nos permitiu verificar alguns aspectos importantes da unidade sobre evolução conduzida pelo professor Severino. Esses aspectos consistiram nos tempos utilizados para cada aula, nos principais assuntos abordados e na dinâmica que o professor imprimia a essas aulas. O mapeamento geral das aulas da turma A é apresentado no quadro abaixo e discutido em seguida:

Quadro 4.1 - Aulas ministradas pelo professor Severino – Turma A

Aula	Data	Tempo em hora-aula (1h/a = 50 min)	Assuntos Abordados	Dinâmica da aula
1	16/10/06	1	Pré-teste.	Aplicação do pré-teste.
2	23/10/06	2	Fixismo e evolução, Evidências da evolução (estruturas homólogas, órgãos vestigiais, fósseis, semelhanças entre embriões), Irradiação e convergência adaptativas.	Aula expositiva
3	30/10/06	2	Teorias evolutivas: Lamarck, Darwin e Wallace. Ambiente para Darwin e Lamarck. Seleção natural.	Aula expositiva
4	06/11/06	2	Equilíbrio de Hardy-Weinberg, Migrações, Mutações, Especiação por isolamento reprodutivo e isolamento geográfico, Teoria sintética da evolução, microevolução e macroevolução.	Aula expositiva
5	09/11/06	1	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão em pequenos grupos
6	13/11/06	2	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão em pequenos grupos / discussão com toda a turma (questões 1, 2 e 3)
7	16/11/06	1	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão com toda a turma (questões 4, 5 e 6)
8	23/11/06	1	Pós-teste.	Aplicação do pós-teste.

O professor disponibilizou o total de 8 aulas para a realização desta pesquisa, que podiam consistir em aulas com uma ou duas horas-aula (cada hora-aula tinha a duração de cinquenta minutos). Ele dispunha de 2 aulas por semana, sendo uma na segunda-feira e uma na quinta-feira. A aula da segunda-feira consistia em duas horas-aula, tendo a duração de 1 hora e 40 minutos. Já a aula de quinta-feira consistia em uma hora-aula e tinha a duração de 50 minutos. Das 8 aulas disponibilizadas pelo professor, as aulas 1 e 8 foram utilizadas apenas para a realização do pré-teste e do pós-teste e não foram filmadas.

Com relação às outras seis aulas da turma A, as aulas 2, 3 e 4 foram dedicadas às explicações do professor Severino sobre evolução e aos mecanismos evolutivos; e as aulas 5, 6 e 7 foram utilizadas para a resolução e discussão em pequenos grupos de questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução. As aulas 2, 3, 4 e 6 apresentaram dois horários cada. Já as aulas 2, 4 e 6 consistiram em aulas com apenas um horário de cinquenta minutos.

Para construir o contexto da turma A, nós analisamos as aulas 2, 3 e 4 do professor Severino. Foi durante essas aulas que ele desenvolveu a unidade didática evolução, lecionando sobre os principais conceitos e mecanismos evolutivos e utilizando recursos como quadro de giz e exibição de slides. Ele não adotou um livro didático específico, nem resolveu exercícios em suas aulas. A seguir, apresentaremos e discutiremos o mapeamento dessas aulas por episódios.

4.1.2 – Mapeamento das aulas por episódios

Ao analisarmos os resultados do mapeamento por episódios das aulas 2, 3 e 4, verificamos aspectos relacionados aos conceitos trabalhados e às dinâmicas das aulas do professor Severino que não apareciam no mapeamento geral das aulas. Um primeiro aspecto relevante foi o fato de ele ter abordado uma grande quantidade de conceitos em um número relativamente pequeno de aulas (seis horários de 50 minutos). Além disso, em vários momentos de suas aulas, o professor procurou aproximar conceitos evolutivos do cotidiano dos alunos, apresentando uma série de exemplos. Verificamos também que o professor trabalhou com temas relacionados à filosofia e história da ciência e da biologia nas suas três aulas expositivas (2, 3 e 4) e deixou claro que o espaço de sua sala de aula estava delimitado para discussões no âmbito dos conhecimentos da ciência, sendo explícito em negar espaço para discussão de aspectos religiosos. É interessante notar que, mesmo com as três aulas desse professor sendo

expositivas, vários episódios iniciados por alunos foram verificados. Nesses episódios os alunos acrescentavam novos temas ou informações à discussão, questionavam temas em discussão ou mesmo pediam maiores esclarecimentos ao professor. Os episódios iniciados por alunos serão analisados e discutidos em maiores detalhes no tópico 4.1.3. Outro aspecto relevante, verificado na sequência de aulas do professor Severino, foi o fato de a maioria dos episódios não terem ultrapassado o período de tempo de dois minutos. Do total de episódios verificados nas aulas deste professor (139 episódios), 109 tiveram um período de duração de até dois minutos e apenas 30 duraram um período de tempo maior.

A seguir, apresentaremos as análises de cada uma das aulas expositivas do professor Severino tendo como base o mapeamento dessas aulas por episódios. Para que o leitor tenha uma melhor noção dos tipos de interação entre professor e alunos, dos conceitos trabalhados, da ordem e dos momentos da aula em que esses conceitos apareceram, assim como dos tempos utilizados pelo professor para discutir cada um deles, apresentaremos, para cada aula, um quadro com o seu mapeamento por episódios. Esses quadros mostram o número de episódios da aula, o tempo de duração de cada episódio, quem inicia cada episódio, professor (P) ou aluno(A), o tipo de discurso (discurso de conteúdo, relacionado ao conteúdo de ciências das aulas; de agenda, quando o professor programa aulas posteriores ou retoma aspectos aulas já lecionadas; ou de gestão de classe, em que o professor procura manter o desenvolvimento adequado das atividades propostas, sem intenção de desenvolver conteúdo científico) e os temas discutidos em cada um deles. Na discussão destes mapas, apresentaremos, para cada aula, o tempo de duração da aula e os tipos de discurso dos episódios verificados. Além disso, discutiremos os temas abordados pelo professor(a), as estratégias utilizadas por ele(a) para despertar o interesse dos alunos, assim como, quando for o caso, os acordos feitos entre professor(a) e alunos, as delimitações no discurso da sala de aula e as dificuldades encontradas pelo professor para a condução de sua aula. Com relação aos tempos dos episódios, é importante ressaltar que os tempos de silêncio não foram destacados, sendo considerados parte do episódio em que ocorriam. Outro aspecto importante a ser esclarecido é que esses mapas foram desenvolvidos a partir da visualização das filmagens das aulas e que, em algumas aulas, a filmagem teve que ser interrompida para a troca de fita, por cerca de um minuto. Nessas aulas, tanto o episódio de interrupção da fita, quanto o tempo total da aula apresentarão uma pequena diferença para menos no tempo de duração. As aulas em que foi necessária a troca de fita durante

a filmagem terão os episódios utilizados para a troca de fita destacados em nossa discussão.

Aula 2 (23/10/06)

Os resultados do mapeamento da aula 2 da turma A são apresentados no quadro abaixo:

Quadro 4.2 - Episódios na aula 2 da turma A (23/10/06)

Episódio (aula 2)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00- 00:16	P	Gestão de classe	Pede a atenção da turma.
2	00:17-01:08	P	Agenda	Diz o que vai ser discutido na aula.
3	01:09-01:37	P	Conteúdo	Ernest Mayr: na biologia tudo só tem sentido à luz da evolução.
4	01:38-03:01	P	Conteúdo	O estudo da turma tem sido à luz da evolução.
5	03:02-04:54	P	Conteúdo	Reportagem do fantástico sobre evolução: fatos interessantes e erros.
6	04:55-05:23	P	Conteúdo	A evolução é um fato.
7	05:24-07:13	P	Conteúdo	Relação entre ciência, filosofia e fé.
8	07:14-08:22	P	Conteúdo	Evolução no cotidiano: infecção de garganta e antibióticos.
9	08:23-09:20	P	Conteúdo	Significado do termo evolução.
10	09:21-09:55	P	Conteúdo	Falsos cognatos. Uso dos termos hibridação ou hibridização e biologia evolutiva ou evolucionária.
11	09:56-13:30	P	Conteúdo	Argumentos contrários à teoria evolutiva e refutações a eles. Provas da evolução.
12	13:31-14:03	P	Conteúdo	Provas da evolução. Refutação com base em dogmas.
13	14:04-14:35	P	Conteúdo	A evolução como fato e sem a noção de propósito.
14	14:36-15:19	A	Conteúdo	Represália às idéias evolutivas em alguns lugares do mundo.
15	15:20-16:53	P	Conteúdo	Relação entre ciência, filosofia e fé.
16	16:54-18:25	P	Conteúdo	Fixismo e criacionismo.
17	18:26-20:47	P	Conteúdo	Surgimento da ciência e de questionamentos às idéias fixistas.
18	20:48-21:58	P	Conteúdo	Registros fósseis desafiando as idéias fixistas.
19	21:59-22:30	P	Conteúdo	Idéia de mutabilidade das espécies.
20	22:31-22:48	P	Conteúdo	Exibição de slides sobre criacionismo.
21	22:49-23:11	A	Conteúdo	Critica a idéia de geração espontânea.
22	23:12-24:56	P	Conteúdo	Pensamento científico ao inverso. Coca cola light associada a pessoas gordas.
23	24:57-27:26	P	Conteúdo	Relação entre o armazenamento de energia como gordura e evolução.
24	27:27- 28:12	P	Conteúdo	Tempo evolutivo do homem em comparação com o tempo de desenvolvimento da Terra.

25	28:13-29:03	P	Conteúdo	História recente do homem e as poucas mudanças evolutivas que ocorreram na espécie desde a época dos romanos.
26	29:04-30:29	A	Conteúdo	Contesta a idéia de que o homem não mudou evolutivamente desde os romanos.
27	30:30-31:00	P	Conteúdo	Tempo evolutivo é mais complexo que o nosso tempo de vida.
28	31:01-31:51	P	Conteúdo	História da biologia – geração espontânea.
29	31:52- 32:42	A	Conteúdo	Questiona se já houve tentativas de se criar pessoas por geração espontânea.
30	32:43-33:31	P	Conteúdo	Provas da evolução. Transmutação – uma espécie pode se transformar em outra.
31	33:32-34:19	P	Conteúdo	Filosofia da ciência – idéia de certeza.
32	34:20-35:29	P	Conteúdo	Desafio dos fósseis à visão fixista e teoria do catastrofismo.
33	35:30-36:52	P	Conteúdo	Taxonomia de Lineu.
34	36:53-37:54	P	Conteúdo	Anatomia comparada. Relação evolutiva entre anatomia de animais.
35	37:55-40:05	P	Conteúdo	Ontogenia e filogenia. Contribuição da embriologia para a teoria da evolução.
36	40:06-40:15	P	Gestão de classe	Diz que vai disponibilizar os slides da aula para os alunos.
37	40:16- 42:50	P	Conteúdo	Tipos de fósseis, composição dos fósseis e processos de fossilização. Conservação de inseto no âmbar (que aparece no filme sobre dinossauros).
38	42:51-44:40	A	Conteúdo	Questiona se é possível fazer a clonagem de dinossauro igual ao filme.
39	44:41-45:50	P	Conteúdo	Carvão e petróleo são fósseis. Fósseis como elos importantes para entender que as espécies mudaram.
40	45:51-46:35	P	Conteúdo	Dispersão das espécies nos continentes.
41	46:36-47:49	A	Conteúdo	Questiona sobre clonagem de mamutes e arara azul.
42	47:50-48:38	A	Conteúdo	Discute sobre a readaptação de animais clonados ao meio ambiente.
43	48:39-49:39	P	Conteúdo	Árvore evolutiva dos mamíferos.
44	49:40-50:15	P	Conteúdo	Diferenças dentro da espécie humana.
45	50:16-51:41	P	Conteúdo	Estruturas homólogas.
46	51:42-52:28	P	Conteúdo	Irradiação adaptativa. Adaptação da espécie.
47	52:29-54:56	P	Conteúdo	Surgimento da visão e reaparecimento de estruturas no processo evolutivo.
48	54:57-55:37	P	Conteúdo	Órgãos vestigiais: apêndice.
49	55:38-56:00	P	Conteúdo	Exibição de slides: semelhanças entre embriões de espécies distintas.
50	56:01-56:26	P	Gestão de classe	Verifica o horário e pede a atenção dos alunos para retomar a aula.
51	56:27- 56:44	P	Conteúdo	Importância das provas da evolução para a destruição do fixismo. Necessidade de saber os mecanismos evolutivos.

52	56:45-01:00:00	P	Conteúdo	Explicações na dialética e na ciência. Não saber explicar algo (ex. teoria da evolução) não significa que isso não exista. Finaliza aula.
----	----------------	---	----------	---

A filmagem da primeira aula expositiva do professor Severino (aula 2) teve a duração de uma hora e apresentou um total de 52 episódios, sendo 48 episódios de conteúdo, 3 de gestão de classe e 1 de agenda. Com relação ao tempo de duração dos episódios desta aula, 45 tiveram a duração de até dois minutos e 7 duraram um período de tempo maior. Esta filmagem foi interrompida para a troca da fita no episódio 49, e por isso, este episódio apresenta um tempo de um a dois minutos mais curto que sua duração real. Isso também refletiu na duração da aula, que também foi um pouco maior que a documentada em vídeo por nós. Dos 48 episódios de conteúdo, 7 foram iniciados por alunos e os outros 41 foram iniciados pelo professor. Nos episódios de gestão de classe, o professor pediu a atenção dos alunos para a aula (episódios 1 e 50) e discutiu sobre a entrega dos slides da aula para os alunos (episódio 36). No episódio de agenda (episódio 2), o professor explicou o que seria discutido em classe. Já nos episódios de conteúdo, os temas da aula foram desenvolvidos.

Nesta aula, o professor Severino introduziu o tema evolução para as turmas, discutindo a idéia de evolução como mudança e não como melhora (episódio 9), fazendo um paralelo entre idéias fixistas e transformacionistas (episódio 16), discutindo como a visão de mundo fixista foi sendo questionada ao longo da história (episódios 17) e apresentando as provas da ocorrência do processo evolutivo, presentes nos estudos das estruturas homólogas, órgãos vestigiais, fósseis e desenvolvimento. O conceito de irradiação adaptativa e a idéia de reaparecimento de estruturas ao longo do processo evolutivo também foram discutidos nessa aula (episódios 56 e 47, respectivamente).

Ao longo dessa aula, o professor também trabalhou com aspectos relacionados à história e à filosofia da biologia. Ele explicitou o papel da evolução como central à biologia, ao afirmar que a biologia só teria sentido à luz da evolução (episódio 3) e que as aulas da turma já vinham trabalhando nessa perspectiva (episódio 4). Ele explicitou também que a evolução é um fato (episódios 6 e 13) e discutiu sobre provas da cientificidade da teoria da evolução (episódios 11, 12 e 30). Ele enfatizou a dinâmica do conhecimento científico e a importância do desenvolvimento de teorias para explicar fenômenos ao longo de sua história (episódio 11); e traçou paralelos entre as diferentes naturezas dos conhecimentos provenientes da ciência, religião e filosofia (episódios 7 e

15), afirmando que em suas aulas seriam trabalhados apenas conhecimentos no âmbito da ciência (episódio 6).

O aspecto da centralidade da evolução para a biologia apareceu logo no início da aula (nos episódios 3 e 4), quando o professor apresentou a afirmação de Ernst Mayr sobre a evolução como eixo da biologia. Ele também afirmou que o estudo da turma tem sido realizado à luz da evolução, dando como exemplo, a unidade de botânica em que briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas foram apresentadas numa escala evolutiva.

Com relação à delimitação do espaço da sala de aula para discussões dentro do âmbito da ciência, o professor explicitou, também no início da aula (episódio 6), que não iria discutir sobre criacionismo e fé em sua sala de aula, situando sua discussão sobre evolução no âmbito da ciência.

Ele aprofundou seu posicionamento em discutir os conceitos evolutivos no âmbito da ciência, fazendo um paralelo entre distintos conhecimentos: a ciência, a filosofia e a religião. Nesses momentos (episódios 7 e 15), o professor Severino explicitou a idéia de que a ciência e a filosofia apresentam pressupostos que diferem dos dogmas da fé e afirmou que se tratam de conhecimentos diferentes, com os conhecimentos provenientes da fé não necessitando de comprovações. Ele afirmou também, que nenhuma religião ou igreja resiste a uma discussão bem fundamentada, assim como a ciência não explica plenamente todas as nossas questões filosóficas e que é difícil discutir qual o melhor conhecimento, visto que não há parâmetros para compará-los.

O professor Severino discutiu ainda aspectos relacionados ao estatuto de cientificidade da teoria evolutiva (episódio 11). Ele defendeu a cientificidade da teoria evolutiva, afirmando que aqueles que combatem essa teoria não entendem nada de ciência, nem do processo científico como um todo. Para isso, ele apresentou um suposto argumento que seria dado contra a teoria evolutiva - a afirmação de que a evolução é uma teoria e por isso não pode ser discutida - e o refutou, afirmando que teoria é um conjunto de fatos que tem comprovação científica. Um segundo argumento contrário à idéia de evolução - o de que não se dá provas da evolução, mas evidências da evolução - também foi apresentado e refutado pelo professor. Ele refutou esse argumento, explicando que na língua portuguesa existem falsos cognatos e que o termo evidência (que seria uma palavra mais fraca do que prova) é uma tradução errônea do termo “evidence”, no inglês, e que esse termo significa prova em português. Ele enfatizou a

importância do termo prova para os alunos e pediu para que sempre que eles vissem o termo evidências da evolução em livros didáticos de biologia interpretassem como provas da evolução.

Outro aspecto da cientificidade da evolução foi discutido no episódio seguinte (episódio 12), quando o professor afirmou que as provas da evolução estão pululando de tal forma que só é possível refutá-la com base em dogmas e que é difícil discutir esse tema com quem não quer acreditar em evolução.

Verificamos ainda, que nessa aula, o professor deu grande ênfase a aspectos da história e à filosofia da ciência, ao apresentar as teorias já não mais aceitas como passos relevantes no desenvolvimento do conhecimento científico (episódios 20, 21 e 28).

Também vale destacar as tentativas desse professor em apresentar exemplos de temas cotidianos aos alunos, seja a partir da discussão de questões evolutivas que aparecem na mídia (revistas, filmes, televisão) ou do levantamento de exemplos relacionados a fatos do cotidiano (episódios 5, 8, 22 e 23). Em um desses momentos (episódio 8), o professor buscou aproximar a idéia de evolução do cotidiano dos alunos, apresentando o exemplo da importância do uso correto dos antibióticos para infecções de garganta e discutindo as questões evolutivas que podem ser verificadas na resistência de bactérias a esses antibióticos. Também verificamos que o professor explorou as questões relacionadas a fatos do cotidiano que os alunos apresentavam no decorrer da aula (episódios 14, 28, 41 e 42). Essas foram estratégias que o professor utilizou de forma recorrente na aula 2.

Aula 3 (30/10/06)

A filmagem da segunda aula expositiva do professor Severino (aula 3), teve a duração de cinquenta e cinco minutos e doze segundos e apresentou um total de 35 episódios, sendo 31 de conteúdo, 3 de agenda e 1 de gestão de classe. Dos 31 episódios de conteúdo, 5 foram iniciados por alunos e os outros 26 foram iniciados pelo professor. Nos episódios de agenda, o professor discutiu os conteúdos a serem trabalhados e passou tarefas para a aula seguinte (episódios 31, 33 e 35). No episódio de gestão de classe, o professor pediu a atenção dos alunos para a aula (episódio 34). Com relação à duração dos episódios da aula, 25 duraram um tempo de até dois minutos, enquanto 10 ultrapassaram esse período de tempo. O quadro 3.3 ilustra os episódios dessa aula:

Quadro 4.3 - Episódios na aula 3 da turma A (30/10/06)

Episódio (aula 3)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-06:32	P	Conteúdo	Teorias evolutivas. Aspectos da história da ciência. Importância das teorias de Lamarck e Wallace.
2	06:33-07:39	P	Conteúdo	Classificação de Lineu. Lineu como criacionista.
3	07:40-08:45	P	Conteúdo	Lamarck e suas leis.
4	08:46-09:09	A	Conteúdo	Aluno questiona a quantidade de leis de Lamarck.
5	09:10-10:44	P	Conteúdo	Exemplo clássico do pescoço da girafa. As leis de Lamarck não são tão absurdas quanto parecem. Musculação e desenvolvimento dos músculos.
6	10:45-12:27	A	Conteúdo	Aluna questiona sobre a herança de músculos desenvolvidos por exercícios de musculação.
7	12:28-12:49	P	Conteúdo	Importância da teoria de Lamarck.
8	12:50-13:39	A	Conteúdo	Aluno questiona se Lamarck era fixista.
9	13:40-14:31	P	Conteúdo	Geração espontânea e extinção da espécie para Lamarck. Posição mais política.
10	14:32-15:13	P	Conteúdo	Darwin nasceu no ano em que Lamarck publicou o seu trabalho. Criação de Darwin.
11	15:14-16:44	P	Conteúdo	Grandes potências deram atenção à ciência desde a época de Darwin. Cita um filme com o ator Russel Crowell.
12	16:45-20:27	P	Conteúdo	Darwinismo.
13	20:28-21:19	P	Conteúdo	Contribuição de Wallace para a teoria de Darwin.
14	21:20-22:30	P	Conteúdo	Contribuição de vários cientistas para a teoria da seleção natural de Darwin.
15	22:31-23:12	P	Conteúdo	Teoria da seleção natural de Darwin.
16	23:13-25:31	P	Conteúdo	Diferenças entre as teorias de Darwin e Lamarck
17	25:32-27:46	P	Conteúdo	Controvérsias geradas pelo livro origem das espécies de Darwin. Método científico nasceu nessa época.
18	27:47-29:40	P	Conteúdo	Rápido aumento da população, luta pela vida, competição. Existência de critérios para a escolha de parceiros.
19	29:41-31:52	P	Conteúdo	Eva mitocondrial.
20	31:53-34:37	P	Conteúdo	Luta pela vida, por espaço, por alimento, por macho, fêmea. Teoria da seleção natural.
21	34:38-35:30	P	Conteúdo	Darwin não disse de que o homem veio do macaco. Idéias de ancestralidade comum e seleção natural.
22	35:31-37:39	A	Conteúdo	Questiona se o ancestral do homem não poderia ser algo próximo do macaco.
23	37:40-39:53	P	Conteúdo	A teoria da seleção natural não é uma apenas.
24	39:54-42:18	P	Conteúdo	Pontos positivos e negativos da teoria da seleção natural.
25	42:19-44:10	P	Conteúdo	Impacto religioso da teoria de Darwin.
26	44:11-44:34	P	Conteúdo	Exibição de slide com o rosto de Darwin como um macaco.
27	44:35-44:52	P	Conteúdo	Tempo na escala evolutiva.

28	44:53-45:39	P	Conteúdo	Críticos de Darwin.
29	45:40-46:35	P	Conteúdo	Neolamarckismo e mutacionismo.
30	46:36-48:58	P	Conteúdo	Genética de populações, retomada da teoria da seleção natural e surgimento do neodarwinismo.
31	48:59-49:52	P	Agenda	Apresenta os conteúdos a serem trabalhados e passa uma tarefa para casa – rever exercício sobre Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
32	49:53-51:07	A	Conteúdo	Questiona se Darwin era lamarckista.
33	51:08-53:36	P	Agenda	Apresenta a tarefa para a aula seguinte: rever exercício sobre Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
34	53:37-54:04	P	Gestão de classe	Volta a passar slide, pede a atenção dos alunos.
35	54:05-55:12	P	Agenda	Apresenta tarefas para aula seguinte: rever exercício de Equilíbrio de Hardy-Weinberg; pensar nos pressupostos para que não haja variação na frequência alélica de uma população ao longo das gerações.

Nesta aula, o professor retomou as idéias de rompimento com o fixismo e da aceitação de que as espécies mudam, discutidos na aula anterior, e levantou um novo problema: o de como as espécies mudam. Ele apresentou, então, os aspectos que caracterizam as principais teorias evolutivas desenvolvidas ao longo da história - as teorias de Lamarck, Darwin e Wallace. Essas teorias foram discutidas e comparadas em vários aspectos, tais como o papel do ambiente na transformação dos seres vivos para Darwin e para Lamarck. O professor discutiu ainda a teoria da evolução por seleção natural proposta Darwin, apresentou algumas críticas feitas a essa teoria desde que foi formulada, apresentou a teoria sintética da evolução e levantou o questionamento de se a seleção natural é o mecanismo evolutivo. Temas como tempo evolutivo e Eva mitocondrial também foram discutidos nessa aula. Ao final da aula, o professor pediu para que os alunos realizassem em casa uma revisão de um exercício, discutido na unidade anterior, sobre Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

Assim como na aula 2, nesta aula o professor também abordou aspectos relacionados à história e filosofia da biologia, ao discutir sobre o impacto e aceitação de novas idéias na ciência. Em relação à teoria de Darwin, ele afirmou que, quando alguém descobre algo, não necessariamente todos aceitam de vez essa nova idéia (episódio 1); ressaltou a importância da contribuição de outros pesquisadores para o desenvolvimento de sua teoria (episódios 13 e 14); e afirmou que na época de Darwin as grandes potências começaram a dar atenção para a pesquisa (episódio 11). Ele destacou também, a importância de teorias já ultrapassadas, como a teoria evolutiva de Lamarck, para o

desenvolvimento da ciência (episódios 5 e 7); discutiu que os métodos científicos de hoje teriam surgido nas épocas dos trabalhos de Lamarck e Darwin (episódio 17) e explicitou que a teoria de Darwin teve impacto em sua estrutura familiar por sua família ser da igreja anglicana (episódio 25).

Um exemplo do cotidiano apresentado pelo professor, nessa aula, foi o desenvolvimento dos músculos nos exercícios físicos (episódio 5) para mostrar que a idéia de uso e desuso de Lamarck não era tão absurda. Esse exemplo foi questionado por uma aluna (episódio 6) que afirmou que essa característica não seria herdável. Nesse momento, ocorreu uma discussão interessante relacionada à características que podem ou não ser passadas para a prole.

Aula 4 (06/11/06)

O mapeamento da aula 4 da turma A é ilustrado no quadro a seguir:

Quadro 4.4 - Episódios na aula 4 da turma A (06/11/06)

Episódio (aula 4)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema/Ação
1	00:00-1:27	P	Agenda	Retoma o exercício pedido para casa – rever Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
2	01:28-04:53	P	Conteúdo	Define equilíbrio de Hardy-Weinberg e relaciona com evolução.
3	04:54-06:23	P	Conteúdo	Explicita que está relacionando evolução com genética. Fala em ecologia genética.
4	06:24-07:06	P	Conteúdo	Clonagem e variabilidade genética das espécies.
5	07:07-07:49	A	Conteúdo	Questiona sobre pseudogenes.
6	07:50-09:46	P	Conteúdo	Clonagem variabilidade genética das espécies.
7	09:47-12:29	A	Conteúdo	Questiona sobre se reproduzir dois clones entre si pode gerar variabilidade genética.
8	12:30-15:28	P	Conteúdo	Fatores que podem romper com o equilíbrio de Hardy-Weinberg. Ex.: Favorecimento de certa tonalidade de pêlos a depender do ambiente.
9	15:29-16:57	P	Conteúdo	História da biologia. Descoberta das mutações. Mutação como o mecanismo evolutivo. Exemplo dos X-Men.
10	16:58-19:13	P	Conteúdo	Mutação não é o único mecanismo evolutivo. Papel das migrações e acaso no desvio das frequências de alelos de uma população.
11	19:14-20:21	P	Conteúdo	Estatística. Probabilidade de o Legacy bater num gol.
12	20:22-21:33	P	Conteúdo	Evolução por deriva genética. A seleção natural não é o único mecanismo evolutivo.
13	21:34-21:43	P	Conteúdo	Mutacionismo e descrédito na teoria de Darwin no início do século XX.

14	21:44-22:48	P	Conteúdo	Mutacionismo não é o mesmo que teoria sintética da evolução.
15	22:49-23:39	A	Conteúdo	Questiona sobre a diferença da teoria do darwinismo para a teoria de mutação.
16	23:40-23:52	P	Conteúdo	Embate atual da teoria sintética da evolução.
17	23:53- 24:48	P	Conteúdo	Tipos de mutações: benéfica, neutra, maléfica.
18	24:49-25:24	P	Conteúdo	Ritmo evolutivo.
19	25:25-25:34	P	Gestão de classe	Diz que vai disponibilizar o material da aula para os alunos.
20	25:35-27:20	A	Conteúdo	Comenta sobre reportagem que discute Eva mitocondrial.
21	27:21-29:05	P	Conteúdo	Cladograma, surgimento de novas espécies e discussão sobre relação de parentesco lobo e cão.
22	29:06-29:57	A	Conteúdo	Questiona se um lobo e um cão podem se reproduzir, mas não gerar descendentes férteis.
23	29:58-30:10	P	Agenda	Fala sobre a aplicação da atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução na próxima aula.
24	30:11-30:40	A	Conteúdo	Questiona sobre relação de parentesco entre chiuaua e lobo.
25	30:41-31:16	P	Conteúdo	Diferença entre mudança e metamorfose.
26	31:17-31:53	P	Conteúdo	Microevolução e macroevolução.
27	31:54-34:21	A	Conteúdo	Questiona sobre micro e macroevolução.
28	34:22-35:59	A	Conteúdo	Surgimento da variabilidade e seleção natural.
29	36:00-38:29	P	Conteúdo	Conceito de espécie de Lineu e dificuldades (barreira reprodutiva não se aplica a todos). Exemplos: surubim e cachara.
30	38:30-43:25	P	Conteúdo	Populações como unidades evolutivas: relação entre isolamento geográfico e reprodutivo. Exemplos.
31	43:26-43:33	A	Conteúdo	Questiona aspecto de formação de novas espécies usando linguagem simbólica.
32	43:34-44:23	P	Conteúdo	Mostra slides sobre especiação.
33	44:24-46:59	P	Conteúdo	Presença de animais semelhantes em continentes diferentes – pangéia e movimento das placas tectônicas.
34	47:00- 51:12	P	Conteúdo	Isolamento reprodutivo e hibridação.
35	51:13-53:38	A	Conteúdo	Questiona se a diferenciação da espécie humana foi igual a da traíra.
36	53:39-55:32	P	Conteúdo	Isolamento pré-copulatório e pós-copulatório.
37	55:33-57:49	A	Conteúdo	Aluno questiona como é que uma espécie pode gerar três gerações e não se reproduzir mais.
38	57:50-58:02	P	Conteúdo	Tipos de faunas do mundo.
39	58:03-59:51	P	Conteúdo	Caso claro de seleção natural: mariposas escuras e claras.
40	59:52- 01:01:50	P	Conteúdo	Ilhas Galápagos: observações de Darwin (irradiação adaptativa dos tentilhões) e características da ilha.
41	01:01:51-	P	Gestão de	Mostra um slide com um modelo de irradiação

	01:02:07		classe	adaptativa. Diz que vai por no site.
42	01:02:08- 01:02:23	P	Conteúdo	Idéias de Darwin no livro origem das espécies.
43	01:02:24- 01:02:43	P	Conteúdo	Adaptação para Darwin, Lamarck e hoje.
44	01:02:44- 01:03:54	P	Conteúdo	Relação mudança do meio e mudança da espécie. Paralelo com tabuleiro do livro Alice no país das maravilhas.
45	01:03:55- 01:05:24	P	Conteúdo	Teoria sintética da evolução.
46	01:05:25- 01:06:43	P	Conteúdo	Embate sobre a teoria sintética da evolução. Exemplos do papel do acaso na evolução.
47	01:06:44- 01:07:30	P	Conteúdo	Conceito de espécies como populações reais ou potencialmente inter cruzantes.
48	01:07:31- 01:08:44	A	Conteúdo	Questiona a explicação do professor: traíras não são potencialmente inter cruzantes.
49	01:08:45- 01:11:33	P	Conteúdo	Relação ambiente e espécie.
50	01:11:34- 01:12:37	P	Conteúdo	Passa slides sobre paleontologia, fósseis, linhagem evolutiva, evolução de grupos de animais.
51	01:12:38- 01:13:58	A	Conteúdo	Questiona sobre proximidade evolutiva entre mamíferos, anfíbios e répteis.
52	01:13:59- 01:14:44	P	Agenda	Programa a aula seguinte.

A filmagem da aula (aula 4) teve a duração de 01 hora, 14 minutos e 44 segundos e apresentou um total de 52 episódios, sendo 47 de conteúdo, 3 de agenda e 2 de gestão de classe. Esta filmagem foi interrompida para a troca da fita no episódio 37, e por isso, tanto este episódio quanto o tempo total da aula, apresentam um tempo de um a dois minutos mais curto que sua duração real. Dos 48 episódios de conteúdo, 13 foram iniciados por alunos e os outros 34 foram iniciados pelo professor. Nos episódios de agenda, o professor retomou o exercício pedido para casa sobre equilíbrio de Hardy-Weinberg (episódio 1) e explicou sobre a aplicação da atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução a ser realizada na aula seguinte (episódios 23 e 53). Nos episódios de gestão de classe, o professor discutiu sobre a disponibilização do material da aula para os alunos (episódios 19 e 41). Por fim, com relação aos tempos dos episódios, do total de episódios da aula, 39 duraram até dois minutos e 13 tiveram uma duração de mais de dois minutos.

O professor Severino iniciou sua terceira aula expositiva (aula 4) fazendo uma revisão sobre equilíbrio de Hardy-Weinberg. Nessa revisão o professor discutiu o conceito de equilíbrio de Hardy-Weinberg, os pressupostos para que esse equilíbrio seja

mantido em uma população e relacionou a discussão do equilíbrio de Hardy-Weinberg com o tema evolução, desenvolvendo a idéia de evolução como uma disruptura do equilíbrio de Hardy-Weinberg. Ele explicitou que estava relacionando evolução com genética e considerando evolução como mudança de frequências gênicas, como mudança na estrutura genética da população. O professor também discutiu aspectos relacionados aos mecanismos e às consequências evolutivas da clonagem de animais e apresentou mecanismos evolutivos como mutação, migrações, acaso, deriva genética; discutiu a idéia de que a seleção natural não é o único mecanismo evolutivo. Outros temas discutidos pelo professor foram: separação dos continentes e distribuição dos seres vivos na Terra, ritmo evolutivo, surgimento e modificação da variabilidade genética em uma população, diferença entre mudança e metamorfose, microevolução e macroevolução, especiação por isolamento geográfico, tipos de isolamento reprodutivo, conceito de espécie e evolução humana. Na parte final da aula, o professor retomou temas de aulas anteriores como as teorias de Darwin e Lamarck, evidências da evolução (citando fósseis, paleontologia, linhagens evolutivas) e discutiu as relações de proximidade evolutiva entre espécies atuais.

Uma característica que marcou a dinâmica dessa aula foi a apresentação pelo professor, de uma grande quantidade de temas. Além disso, uma série de exemplos relacionados ao cotidiano foi apresentada para ilustrar suas explicações. Ao falar em estatística, o professor discutiu a probabilidade de o jato Legacy bater num gol (episódio 11). Ao discutir seleção natural, o professor apresentou o exemplo clássico das mariposas escuras e claras (episódio 39). Ao discutir a relação mudança do meio com mudança na espécie, o professor fez um paralelo com o tabuleiro do livro Alice no País das maravilhas, que ficava em constante movimento e Alice, que ficava correndo em cima dele (episódio 44). Por fim, ao discutir especiação, o professor apresentou vários exemplos, de modo a aproximar o conceito da realidade dos seus alunos. Um dos exemplos utilizados foi a discussão da relação de parentesco entre cães e lobos (episódios 21 e 29). Esse exemplo foi retomado e questionado em alguns aspectos por alunos (episódios 22 e 24). Outros exemplos parecem ter sido provenientes de conhecimentos específicos dominados pelo professor e resultantes de sua formação, visto que o professor Severino possui um doutorado em Genética e Evolução e trabalha com genética de peixes. Para mostrar que, em alguns casos, duas espécies diferentes conseguem cruzar entre si, ele apresentou o exemplo das espécies de peixes surubim que cruzam com outra espécie, a cachara, originando peixes híbridos. Esses peixes, no

entanto, não cruzariam em seu meio natural devido a diferentes padrões de comportamento, sendo raros na natureza (episódios 29 e 34). Outra espécie de peixe, de nome popular traíra, foi apresentada pelo professor para exemplificar que, algumas vezes, peixes de uma mesma espécie, mas de populações diferentes, não conseguem cruzar entre si (episódio 29).

Aspectos relacionados à filosofia e história da biologia também apareceram no discurso do professor Severino durante a aula 4. Um dos momentos em que isso aconteceu foi quando ele se referiu ao descrédito na teoria de Darwin no início do século XX, relacionando isso ao surgimento da teoria do mutacionismo (episódio 13). Além disso, ele explicitou o debate atual que ocorre na teoria sintética da evolução, levantando questões como a da seleção natural não ser o único processo evolutivo (episódio 12), o quão forte é a seleção natural e o quão forte é a mutação (episódio 16) e, posteriormente, discutindo aspectos como o papel do acaso no processo evolutivo (episódio 46).

4.1.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas ao professor verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma A

Nesse tópico, apresentaremos e discutiremos as práticas epistêmicas e os temas que foram explicitados nas afirmações e questionamentos dos alunos da turma A durante as aulas 2, 3 e 4. Apresentaremos também a análise das demandas dessas práticas epistêmicas na estrutura explicativa da aula do professor Severino. Além disso, discutiremos como o professor reagiu às demandas verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por estudantes. Nosso objetivo é discutir, de forma mais detalhada, a participação dos alunos nas aulas expositivas do professor Severino, em termos de como eles articularam o seu discurso em seu processo de aprendizagem. Nessas aulas, uma grande quantidade de temas foi abordada e discutida e a participação dos alunos se deu principalmente pela formulação de questões e afirmações.

O quadro 3.5 classifica os episódios de conteúdo iniciados por alunos nas aulas 2, 3 e 4 do professor Severino, em termos de práticas sociais às quais eles são conectados, temas abordados, práticas epistêmicas e ajustes requeridos na estrutura das aulas do professor Severino. Um quadro que inclui as transcrições das afirmações e questionamentos dos alunos nestes episódios é apresentado no apêndice 4.

Quadro 4.5: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma A. (C, conceito; D, dado; T, teoria)

Práticas sociais em conexão com	Aula/ Episódio	Aluno	Conteúdo temático	Prática epistêmica	Ajuste Requerido	
Produção do conhecimento	2/29 2/38	– Douglas – Helder	– geração espontânea – clonando animais extintos	– problematizando – problematizando	continuidade extrapolação	
	2/41	– Aluno	– clonando animais extintos	– problematizando	extrapolação	
	3/22 3/32	– Helder – Diego	– ancestrais humanos – Darwin como Lamarckista	– problematizando – checando o entendimento	continuidade extrapolação	
	4/5 4/15 4/20	– Hélio – Douglas – Diego	– Pseudogenes – Teoria darwinista – DNA mitocondrial	– problematizando – problematizando – considerando diferentes fontes de dados	extrapolação continuidade extrapolação	
	4/24 4/27 4/28 4/37 4/51	– Davi – Daniel – Douglas – Diego – Douglas	– variação interespecífica – micro e macroevolução – processos de especiação – isolamento reprodutivo – árvore filogenética	– elaborando hipóteses – checando o entendimento – checando o entendimento – problematizando – checando o entendimento	extrapolação continuidade continuidade continuidade continuidade	
	Comunicação do conhecimento	2/42	– Douglas	– clonando animais extintos / manejo ambiental	– apresentando idéias próprias	extrapolação
		4/31	– Daniel	– irradiação adaptativa	– usando linguagem representacional	continuidade
	Avaliação do conhecimento	2/14	– Helder	– aceitação social da evolução	– criticando outras declarações	extrapolação
		2/21	– Daniel	– geração espontânea	– criticando outras declarações	extrapolação
		2/26	– Helder	– escala de tempo evolutiva	– contrapondo idéias	contestação
3/4		– Douglas	– teorias de Lamarck	– avaliando a consistência dos dados	continuidade	
3/6		– Alice	– herança de traços adquiridos	– contrapondo idéias	continuidade	
3/8		– Daniel	– teorias evolutivas	– avaliando a consistência dos dados	extrapolação	
4/7		– Daniel	– variação intraespecífica	– usando D para avaliar T	continuidade	
4/22		– Daniel	– isolamento reprodutivo	– avaliando a consistência dos dados	continuidade	
4/35		– Helder	– isolamento reprodutivo	– avaliando a consistência dos dados	extrapolação	
4/48		– Douglas	– isolamento reprodutivo	– usando D para avaliar T	continuidade	

A seguir discutiremos os resultados de nossa análise dos episódios de conteúdo iniciados por alunos na turma A e ilustraremos nossa análise com os episódios 38, 41 e

42 da aula 2. Estes episódios foram transcritos e discutidos em termos de práticas epistêmicas, temas abordados, ajustes requeridos e ações realizadas pelo professor em sua estrutura explicativa em decorrência desses episódios. Alunos não identificados que iniciaram episódios foram denominados por “A”. Lembramos que os nomes dos outros alunos são fictícios.

Durante as aulas 2, 3 e 4, verificamos, respectivamente, 7, 5 e 13 episódios de conteúdos iniciados por alunos, num total de 25 episódios. Esses episódios foram iniciados por oito alunos, uma do sexo feminino e sete do sexo masculino. Os alunos que tiveram maior participação nesse processo foram Douglas (que iniciou 7 episódios), Daniel (que iniciou 6 episódios), Helder (que iniciou 5 episódios) e Diego (que iniciou 3 episódios). Outros quatro alunos, Alice, Davi, Hélio e um aluno não identificado (A), iniciaram cada qual, um episódio durante as três aulas analisadas. Com relação às práticas epistêmicas verificadas nesses episódios, os resultados mostraram que 13 pertenciam à prática social de produção do conhecimento. As práticas epistêmicas dos alunos relacionadas à produção do conhecimento foram: problematizando (7), checando o entendimento (4), considerando diferentes fontes de dados (1) e elaborando hipóteses (1). Outros 10 episódios foram incluídos na categoria de avaliação do conhecimento, com a explicitação de cinco diferentes práticas: usando dados para avaliar teorias (4), avaliando a consistência dos dados (2), criticando outras declarações (2) e contrapondo idéias (2). Foram encontradas apenas duas práticas correspondentes à categoria de comunicação do conhecimento, uma relacionada à persuasão, com a apresentação de suas próprias idéias, e uma ao uso de uma linguagem representacional.

Um aspecto importante, verificado em nossa análise, foi que várias categorias de práticas epistêmicas da ferramenta de análise proposta não apareceram nas questões e afirmações dos alunos nas aulas do professor Severino. Consideramos que isso ocorreu porque algumas destas categorias (por exemplo, planejando investigação, construindo dados e concluindo) se aplicam a atividades práticas no contexto do laboratório e os nossos dados foram obtidos da análise de aulas expositivas nas quais os alunos interagem com o professor.

Outro aspecto importante verificado nessa análise foi o fato de as categorias de produção e comunicação do conhecimento se sobreporem em alguns casos. Por exemplo, o episódio 42 da aula 2, classificado como comunicação do conhecimento, é ao mesmo tempo um exemplo de produção do conhecimento, por estabelecer conexões entre diferentes áreas de conhecimento, no caso, evolução, clonagem e manejo

ambiental. Já o episódio 31 da aula 4, também classificado como comunicação do conhecimento, pode ser interpretado como produção do conhecimento, por o aluno estar apresentando uma hipótese.

Em termos de conteúdo temático, os mais acessados nas iniciações dos alunos durante as aulas 2, 3 e 4 do professor Severino foram: a clonagem de animais extintos (3 episódios na aula 2), as teorias evolutivas de Darwin e Lamarck (1 episódio na aula 2; 4 episódios na aula 3 e 1 episódio na aula 4) e mecanismos de especiação (9 episódios na aula 4). Esses temas foram retomados em vários episódios durante as três aulas.

Um momento em que episódios foram retomados por alunos ocorreu na aula 2, nos episódios 38, 41 e 42. O primeiro episódio foi explicitado por Helder (episódio 38) e engatilhado por um exemplo citado pelo professor, ao falar sobre tipos de fósseis, mencionando os insetos no âmbar como ‘naquele filme sobre o parque dos dinossauros’. Embora o professor, após discutir o tópico introduzido por Helder, tenha buscado continuar com a sua explicação (a discussão relacionada a espécies em diferentes continentes), o aluno A (episódio 41), questionou novamente sobre clonagem de animais extintos, dessa vez com uma questão sobre a clonagem da arara azul. O professor respondeu e foi interrompido uma terceira vez, por Douglas (episódio 42), que questionou o propósito dessa clonagem hipotética. Nós interpretamos esses movimentos no discurso realizados pelos três estudantes como abrindo o tópico (evolução, fósseis) ao conectá-lo com temas e questões (como a clonagem de animais extintos) de proeminência na mídia, no cinema, na ficção, etc.

Em termos de ajustes da estrutura de ensino, 13 dos episódios iniciados por alunos foram classificados como continuidade, à medida que os alunos iniciavam um diálogo com o conteúdo temático da aula, demandando esclarecimento ou exploração adicional. Desses 13 episódios de continuidade, (1) ocorreu na aula 2, (3) na aula 3 e (9) na aula 4. Onze episódios foram classificados como extrapolação, visto que eles ultrapassavam o conteúdo temático em discussão, requerendo mudanças. Dos episódios de extrapolação classificados, (5) ocorreram na aula 2, (2) na aula 3 e (4) na aula 4. Apenas (1) episódio foi classificado como contestação, na aula 2.

Com relação à reação do professor aos episódios iniciados por alunos, verificamos que o professor, em geral, levou em consideração as falas de seus alunos. Ele explorou os tópicos introduzidos pelos estudantes, mesmo quando esses se afastavam do conteúdo temático em discussão, e os desenvolveu por alguns turnos de

fala. Quando demandado, ele forneceu esclarecimentos ou maiores explicações e não interrompeu os estudantes quando esses entraram em diálogos entre si. Em nossa interpretação, todos esses ajustes introduziram dialogicidade na estrutura de aulas que, aparentemente, eram apenas aulas expositivas.

Para ilustrar nossa análise dos episódios de conteúdo em termos de práticas epistêmicas, conteúdos explicitados, demandas e ajustes realizados pelo professor Severino, nós discutiremos em maiores detalhes, os episódios iniciados por alunos 38, 41 e 42, na aula 2. Eles foram escolhidos porque, como as questões dos alunos demandaram extrapolação, eles ofereceram evidências dos ajustes que o professor introduziu de modo a levá-los em consideração. Esses ajustes são muito pequenos nos casos das questões de continuidade.

Para facilitar a compreensão das transcrições, nós inicialmente fornecemos, entre duplo parênteses, um resumo da explicação do professor logo antes do episódio, e reproduzimos o turno do professor antes da questão iniciada pelo aluno. Comentários durante a transcrição também aparecem entre duplo parênteses. O nome fictício do estudante e seu turno de fala foram destacados em itálico para marcar o início de cada episódio. Os turnos de fala do episódio transcrito foram numerados. Os turnos de fala de alunos não identificados são identificados por “Aluno” ou “Alunos”. Além disso, nós adotamos um código para propiciar uma melhor representação dos discursos analisados. Mantivemos os sinais de ponto (.), exclamação (!) e interrogação (?), sem os parênteses, para assinalar as mudanças na entonação que sugerem esses sinais. Portanto, esses sinais foram acrescentados como uma inferência do pesquisador. Uma barra (/) foi utilizada para indicar uma pequena pausa.

Aula 2, final do episódio 37 e episódio 38. Tempo 41:44 a 44:40 (2 minutos e 56 segundos)

((No final do episódio 37, o professor havia discutido diferentes evidências que foram se acumulando no século XIX contra o fixismo e o catastrofismo, como a anatomia comparada, embriologia e fósseis, passando para os tipos de fósseis))

Professor: (...) existem vários processos de fossilização / vários. Esse é um. É/ mas interessante / lembrem do filme parque dos dinossauros / quem não assistiu. Quem assistiu há algum tempo atrás / assista ele é muito interessante. No âmbar / um inseto. Você tem um fóssil que é um inseto mesmo. Um inseto de um milhão de anos. O âmbar cristalizou-se e ah / tá lá. Um inseto dentro âmbar / um inseto de de de / milhões de anos.

(1) Helder: Você acha que é possível fazer aquela clonagem de dinossauros igual aquela do filme?

(2) Diego: Se achar o DNA. ((vários alunos falam ao mesmo tempo))

(3) Daniel: O problema é de onde é que a gente vai por pra /

(4) Professor: Hoje talvez seja impossível. Mas a gente está caminhando rápido. E talvez a gente possa / clonagem dos dinossauro não / mas criar parte de seu DNA sim / não é? Hipoteticamente a gente tem tecnologia por exemplo / para recriar / há dois / dois ou três anos / acho que mais / uns três ou quatro anos atrás que virou até um documentário na Discovery / um mamute do Alasca / acharam um mamute perfeito/ perfeito.

(5) Aluno: Ah é eu me lembro / congelado.

(6) Aluno: Congelado é?

(7) Professor: Congelado. Então hipoteticamente você pode deve ter DNA lá preservado que você pode replicar esse DNA / depois inserir esse DNA dentro de um óvulo / por exemplo / de um óvulo de elefante por exemplo / e de uma elefanta nascer um filhote de mamute. Ainda é ficção científica. Mas hipoteticamente sim.

(8) Helder: Tem como ((inaudível)) se ele estiver congelado?

(9) Professor: Se ele estiver bem congelado e bem preservado sim. É principalmente na região da Sibéria. Onde as temperaturas lá ficaram em / dessa região ficaram na média de trinta graus ((Celsius)) abaixo de zero. Abaixo de vinte graus congela / se preserva DNA muito bem. Muito bem. No inverno tem horas em que a temperatura lá fica a ((inaudível)) graus negativo / então é a melhor temperatura que tem para preservar DNA. Existem pessoas sérias que acreditam que isso é possível. Existem pessoas sérias que acreditam que talvez vai ficar no campo da ficção científica. O tempo vai nos dizer não é?

O episódio 38, da aula 2, se estendeu por quase 2 minutos, com 9 turnos de fala e a participação de cinco alunos. Em termos de práticas epistêmicas, a questão de Helder foi classificada como *produção do conhecimento*, levantando uma *problematização* sobre um tópico considerado como incerto. Já em termos de demanda, a questão foi classificada como sendo de *extrapolação* porque ia além do que estava em discussão no episódio anterior. Embora o tópico de clonagem não esteja relacionado ao conteúdo temático da sequência evolução, o professor mostrou-se pronto a explorá-la, respondendo às questões dos estudantes.

Aula 2, final do episódio 40 e episódio 41. Tempo 46:00 a 47:49 (1 minuto e 49 segundos)

((No episódio 39, o professor discutiu sobre a importância dos fósseis para a compreensão de que as espécies mudam; em outras palavras, ele retornou à estrutura planejada da aula. No episódio 40 ele passou a discutir a dispersão das espécies nos continentes.))

Professor: Como que espécies tão distintas / uma espécie ((inaudível)) uma espécie sul americana / uma espécie na Oceania e essa aqui / provavelmente um papagaio africano. Como é que podem ser tão diferentes? Mas ao mesmo tempo muito semelhantes como moram em continentes tão dispersos? Isso começa a balançar essa idéia de fixismo. Observem que até agora nós só estamos destruindo coisas.

(1) A: *Professor.*

(2) Professor: Então.

(3) A: Você falou do mamute. Que existe a possibilidade de/

(4) Professor: Possibilidade é uma boa palavra.

(5) A: É de / pra fecundar o óvulo é aí. Por exemplo / a arara azul que foi extinta. Se tem como. Se achar algum dos ((inaudível)) recriar ela?

(6) Professor: Hipoteticamente / hipoteticamente existe a possibilidade de se recriar algumas espécies extintas através da clonagem. É uma das que alguns defensores da clonagem dizem que seria interessante não é? Então estão tentando criar um lobo da tasmânia / recriar um lobo da tasmânia.

(7) A: Ah é ((vários alunos falam ao mesmo tempo))

(8) Professor: Tem um esperma / algumas espécies na Austrália que foi conservado desde ((inaudível)) do século vinte / em álcool. Não em formol / o formol destrói o DNA. Foi conservado em álcool e o pessoal está tentando isolar esse DNA pra replicar esse DNA pra ver se se ((inaudível)) consegue reviver essa espécie.

O episódio 41, da aula 2, durou um minuto e 13 segundos e apresentou 8 turnos de fala. A questão, em relação ao ajuste requerido, foi classificada como *extrapolação* porque, apesar de claramente conectada à questão do episódio 38, e mesmo à referência do professor ao mamute, ela ia para além do conteúdo temático em discussão naquele momento da aula, interrompendo a explicação do professor sobre distribuição das espécies. Em relação às práticas epistêmicas, ela foi classificada como uma prática relacionada à *produção do conhecimento* na qual o aluno estava *problematizando* sobre a possibilidade de clonagem de mamutes. É interessante notar que, se Helder estava conectando o conteúdo temático com questões da mídia ou dos filmes, o estudante não identificado (A), ao tratar das araras azuis, estava fazendo uma conexão com preocupações ambientais brasileiras. O professor não desperdiçou isso, e explorou a possibilidade sugerida pelo aluno, oferecendo o exemplo do lobo da Tasmânia.

Aula 2, episódio 42. Tempo 47:50 a 48:38 (48 segundos)

(Esse episódio segue o episódio 41 sem pausa)

(1) *Douglas: Mas eles não pensam que isso aí ((a clonagem de animais extintos)) é pra / por exemplo / pra soltar na natureza de novo não é? Só pro pra*

a criação de um zoológico. Porque é meio loucura você sair pegando as espécies que já são extintas.

(2) Professor: É. Não / não ((inaudível)) um pouco complicado por causa da variabilidade genética.

(3) Helder: ((inaudível)) como é que se tivesse só aquele pássaro lá que foi extinto por causa do homem não é que chegou nas ilhas lá e extinguiu ((inaudível))

(4) Professor: Como é que você vai você vai... Você não vai criar esses animais no ambiente. Você está criando eles em zoológico. Como é que você readapta? Tem uma questão distinta aí. Tem a observação / como é que vai ((inaudível)).

Este episódio durou 48 segundo e apresentou 4 turnos de fala. Assim como os episódios 38 e 41, o episódio 42 foi classificado como demandando *extrapolação*. Isso ocorreu porque, mesmo estando relacionado às discussões dos episódios 38 e 41, sobre clonagem de animais extintos, seu conteúdo destacou-se do conteúdo destes episódios, por trazer uma nova dimensão à discussão. O episódio 42 saiu do âmbito da discussão da clonagem e da paleontologia para a discussão de questões ecológicas relacionadas ao manejo ambiental e ao tratamento dado a espécies estranhas ou exóticas. A fala de Douglas foi classificada como pertencendo à prática social de *comunicação do conhecimento*, por o aluno estar *apresentando suas próprias idéias*, que eram contrárias à soltura de animais extintos clonados diretamente na natureza. Consideramos, no entanto, que esse é um dos casos em que diferentes práticas se sobrepõem visto que esse episódio também apresenta uma crítica à idéia de soltura dos clones de animais extintos e mesmo, a semente de um argumento sobre um potencial manejo de espécies extintas clonadas. Podemos assim, classificar esse episódio de uma segunda maneira, como inserido na prática social de *avaliação do conhecimento*, no qual o aluno está *criticando outras declarações*. A reação do professor a esse episódio foi a mesma verificada nos episódios ilustrados anteriormente. Ele explorou a questão do aluno, desviando temporariamente o foco de sua explicação. Um aspecto importante verificado nesse episódio foi o seu caráter retórico. Ele apareceu quando Douglas considerou a possibilidade de libertar os animais extintos clonados como “uma loucura”, e o professor reagiu demonstrando sua concordância.

Em uma síntese da reação do professor Severino aos três exemplos episódios iniciados por alunos, discutidos acima, verificamos que os estudantes abriram tópicos e que o professor considerou suas questões e afirmações, explorando-as por alguns turnos de fala. As questões e afirmações introduzidas pelos alunos são a principal forma de

participação deste na aula do professor Severino e por isso mereceram a análise detalhada que apresentamos.

4.2 - O contexto da turma B

A turma B estudava em um colégio público da rede municipal de Minas Gerais que atende a uma comunidade da periferia e de baixa renda. O colégio é pequeno, atende a alunos do ensino médio e fica localizado num bairro central de uma cidade próxima a Belo Horizonte. Em termos de estrutura fornecida aos alunos, o colégio conta com algumas salas de aula, uma pequena biblioteca e uma lanchonete. Esse colégio não tem laboratórios e os seus professores, em geral, não atuam em atividades de pesquisa, e costumam realizar aulas expositivas com os seus alunos. Os alunos desse colégio, em sua maioria, apresentam um baixo nível sócio econômico e tentam compatibilizar estudo e trabalho. A turma B era uma turma mista e apresentava um total de 15 alunos, com a faixa etária de 17 a 20 anos. Eles cursaram o terceiro ano do ensino médio no ano de 2006 e suas aulas foram filmadas para esta pesquisa nos meses de Outubro a Dezembro deste ano. As aulas ocorriam no turno da noite e boa parte dos alunos dessa turma trabalhava durante o dia. A professora da turma B é bióloga e, na época das filmagens, estava matriculada no curso de pós-graduação em ensino de ciências por investigação, oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade de Minas Gerais (Fae-UFMG). Ela tinha, aproximadamente, cinco anos de docência e apresentava um grande interesse em discutir e melhorar a sua prática de ensino.

4.2.1- Mapeamento geral das aulas

O mapeamento geral das aulas da turma B, com os tempos utilizados para cada aula, os principais assuntos abordados e as dinâmicas que o professor imprimiu a essas aulas, é apresentado no quadro abaixo:

Quadro 4.6 - Aulas ministradas pela professora Camila – Turma B

Aula	Data	Tempo em hora-aula (1h/a = 40 min)	Assuntos abordados	Dinâmica da aula
1	02/10/06	1	Pré-teste.	Aplicação do pré-teste.
2	04/10/06	2	Evolução e	Aula expositiva

			Criacionismo. Lamarck e Darwin.	
3	09/10/06	1	Evidências da evolução: estruturas homólogas, órgãos vestigiais, fósseis.	Aula expositiva
4	16/10/06	1	Evolução e populações. Características herdáveis.	Correção de exercícios.
5	18/10/06	2	Mutação. Lamarck e Darwin. Seleção Natural.	Correção de exercícios.
6	23/10/06	1	Genética. Seleção natural.	Correção de trabalho de genética/ questões sobre seleção natural
7	30/10/06	1	Papel do ambiente na teoria de Darwin e Lamarck, caracteres adquiridos e discussão sobre a existência de espécies que não foram submetidas à seleção natural.	Correção de prova de genética e evolução e de exercícios de evolução.
8	06/11/06	1	Bactérias e seleção natural. Teoria Sintética da Evolução.	Correção de exercícios.
9	08/11/06	2	Teoria Sintética da Evolução. Exercício sobre peixes cegos de cavernas.	Aula expositiva e correção de exercícios.
10	13/11/06	2	Atividade proposta por pesquisadores (foram 2 horários separados em um mesmo dia)	Discussão da atividade em pequenos grupos.
11	20/11/06	1	Atividade proposta por pesquisadores.	Discussão da atividade em pequenos grupos.
12	22/11/06	2	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão da atividade com a turma toda - questões 1 e 2.
13	27/11/06	1	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão da atividade com a turma toda – questões 3 e 4.
14	29/11/06	2	Atividade proposta por pesquisadores e pós-teste (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução). Pós teste.	Discussão da atividade com a turma toda – questões 5 e 6. Aplicação do pós-teste.

Nesta turma, o total de aulas acompanhadas foi 14, com a maioria das aulas consistindo em uma hora-aula (correspondente a 40 minutos) ou em duas horas aulas geminadas (correspondente a 80 minutos). As aulas 1, 3, 4, 6, 7, 8, 11 e 13 tiveram a duração de 40 minutos. As aulas 2, 5, 9, 12 e 14 tiveram a duração de 1 hora e 20 minutos cada. Já a aula 10, consistiu em dois horários separados de 40 minutos, sendo considerada por nós como uma aula pelo fato de os dois horários terem sido disponibilizados para discussões da atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução em pequenos grupos. Essas aulas ocorriam duas vezes por semana, nas segundas e quartas-feiras. As aulas das segundas-feiras apresentavam duas horas aulas, tendo a duração de 1 hora e 20 minutos. Já as aulas que aconteciam nas quartas-feiras, apresentavam apenas uma hora-aula e duravam 40 minutos.

Desse total de 14 aulas, a aula 1 e a segunda parte da aula 14 foram utilizadas para a realização dos pré-testes e pós-testes pelos alunos. Já as aulas 10, 11, 12, 13 e a primeira parte da aula 14 foram utilizadas para a resolução e discussão em pequenos grupos e, posteriormente com toda a turma, da primeira atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução desenvolvida para esta pesquisa. Sendo assim, as dinâmicas das aulas que discutiremos em maiores detalhes neste capítulo, tendo por base o seu mapeamento por episódios, serão as aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Essas aulas corresponderam à unidade didática desenvolvida pela professora Camila para trabalhar com o tema evolução e consistiram em aulas expositivas e aulas de correção de exercícios do livro didático, de trabalhos e de provas.

4.2.2 – Mapeamento das aulas por episódios

No mapeamento por episódios das aulas da professora Camila, verificamos que, assim como ocorreu na turma A, a maior parte dos episódios da turma B não ultrapassou o período de tempo de dois minutos. Do total de episódios verificados (161), 108 tiveram um período de duração de até dois minutos e 53 duraram um período de tempo maior. Outros aspectos característicos da sequência de ensino da unidade evolução da professora Camila foram verificados. Um primeiro aspecto foi o fato de a professora Camila trabalhar, com grande frequência, com exercícios do livro didático. Nos momentos em que isso ocorria, ela solicitava que os alunos respondessem aos exercícios, seja individualmente ou em pequenos grupos, e posteriormente, os discutia em aula, reforçando os conceitos trabalhados em cada um deles. Assim, muitas vezes, conceitos evolutivos eram abordados e trabalhados pela professora em aulas de

discussão de exercícios. Um segundo aspecto que consideramos relevante na sequência de aulas da professora Camila, foi o fato de muitas vezes encontrarmos alunos fazendo paralelos entre as visões da ciência e da religião, seja desafiando os conhecimentos da ciência, seja comparando os dois conhecimentos, seja buscando similaridades entre eles. Verificamos, ainda, que muitos dos desafios a aspectos da ciência foram realizados com base nos conhecimentos religiosos dos alunos. Um terceiro aspecto relevante refere-se a uma frequente demanda dos alunos da revisão de temas já trabalhados em unidades didáticas anteriores.

A seguir, apresentaremos as análises de cada uma das aulas da professora Camila, tendo como base o mapeamento dessas aulas por episódios. A organização dos quadros com os mapeamentos das aulas por episódios continua a mesma, com cada quadro mostrando o número de episódios da aula, o tempo de duração de cada episódio, quem inicia cada episódio (P), professor ou (A), aluno, o tipo de discurso (conteúdo, gestão de classe ou agenda) e os temas discutidos em cada um deles. Durante a discussão dos mapas da turma B, apresentaremos, para cada aula, o tempo de duração da aula e os tipos de discurso dos episódios verificados. Discutiremos também os temas abordados pela professora Camila, as estratégias utilizadas por ela para despertar o interesse dos alunos e as dificuldades encontradas para a condução de sua aula.

É importante ressaltar que, assim como na turma A, algumas aulas da turma B tiveram a filmagem interrompida para a troca de fitas. Essas aulas terão os episódios de troca de fita destacados e esse aspecto ressaltado em nossa discussão.

Aula 2 (04/10/06)

O mapeamento da primeira aula da unidade didática evolução da professora Camila pode ser visto no quadro abaixo:

Quadro 4.7 - Episódios na aula 2 da turma B (04/10/06)

Episódio (aula 2)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-00:34	P	Gestão de classe	Avisa que vai iniciar a aula e incentiva os alunos.
2	00:35-02:32	P	Conteúdo	Sentidos de evolução para os alunos.
3	02:33-05:29	P	Conteúdo	Definição biológica de evolução.
4	05:30-07:12	P	Conteúdo	Fixismo.
5	07:12-07:31	A	Conteúdo	Questiona se os fixistas não têm uma maneira de provar suas teorias.
6	07:32-09:23	A	Conteúdo	Questiona sobre a relação estabilidade do homem e

				mudanças climáticas ao longo do tempo.
7	09:24-11:44	P	Conteúdo	Paralelo entre evolução e fixismo.
8	11:45-12:26	A	Conteúdo	Comenta sobre a proporção de descendentes de índios entre os brasileiros.
9	12:27- 14:46	A	Conteúdo	Questiona se é errado dizer que o homem veio do macaco.
10	14:47-15:44	A	Conteúdo	Questiona se os fixistas têm como provar suas idéias.
11	15:45-16:34	A	Conteúdo	Questiona sobre a relação de parentesco entre homem e macaco na teoria evolutiva.
12	16:35-16:52	P	Agenda	Explica como os assuntos serão abordados na aula.
13	16:53-17:24	A	Conteúdo	Questiona como a professora se posiciona frente ao fixismo e evolucionismo.
14	17:25-17:56	P	Conteúdo	Lamarck e sua teoria evolutiva.
15	17:57-18:40	P	Gestão de classe	Verifica se é para copiar as anotações do quadro.
16	18:40-31:01	P	Conteúdo	Lamarck e sua teoria evolutiva.
17	31:02-36:31	P	Conteúdo	Discussão sobre a concordância ou não dos alunos com a teoria de Lamarck.
18	36:32-39:49	P	Conteúdo	Discussão sobre as críticas à teoria de Lamarck e sobre o porquê da teoria não ser mais aceita atualmente.
19	39:50-42:10	P	Conteúdo	Teoria evolutiva de Darwin em comparação com a de Lamarck.
20	42:11-43:15	A	Conteúdo	Questiona sobre a relação de parentesco entre homem e macaco.
21	43:16-47:15	P	Conteúdo	Darwin: árvore evolutiva.
22	47:15-49:35	P	Conteúdo	Explicação de Darwin para a relação de parentesco entre homem e macaco.
23	49:36-51:23	A	Conteúdo	Discute evolução como melhora.
24	51:24-51:52	A	Conteúdo	Questiona sobre evolução da mulher.
25	51:53-53:51	P	Conteúdo	Explicação de Darwin para a relação de parentesco entre homem e macaco.
26	53:52-59:06	P	Conteúdo	Discute a questão da aluna sobre evolução da mulher.
27	59:07-01:00:53	P	Gestão de classe.	Faz a chamada e finaliza a aula.

A primeira aula mapeada da professora Camila (aula 2), foi uma aula expositiva que teve a duração de 01 hora e 53 segundos. A filmagem desta aula foi interrompida para a troca da fita no episódio 26, logo o tempo real da aula foi de aproximadamente 1 minuto maior que o que aparece em nosso mapa de episódios. O total de episódios encontrados foi de 27, sendo 23 episódios de conteúdo, 3 de gestão de classe e 1 de agenda. Dos 23 episódios de conteúdo, 13 foram iniciados pela professora e 10 foram iniciados por alunos, o que mostra uma ampla participação dos alunos no decorrer da

aula. Nos episódios de gestão de classe, a professora alertou os alunos para o início da aula (episódio 1), explicou aos alunos como procederem com relação às suas anotações no quadro de giz (episódio 15) e fez a chamada e finalizou a aula (episódio 27). No episódio de agenda, a professora explicou como os assuntos da aula seriam abordados (episódio 12). Já nos episódios de conteúdo, professora e alunos desenvolveram os temas da aula. Com relação ao tempo de duração dos episódios, 18 tiveram a duração de até dois minutos enquanto 9 duraram um tempo maior.

Com relação aos assuntos discutidos em aula, a professora questionou os alunos sobre suas concepções de evolução e definiu evolução, em seu sentido biológico, como transformações que acontecem com as espécies ao longo do tempo. Em seguida, ela discutiu as mudanças que ocorrem no desenvolvimento do organismo (ontogenia) e da espécie (filogenia), esclarecendo que a evolução trata do desenvolvimento das espécies. A professora também fez um paralelo entre evolução e fixismo, apresentando diferenças entre essas duas teorias, como a idéia de relação de parentesco entre os seres vivos, que aparece na teoria evolutiva e não aparece no fixismo. Por fim, ela apresentou e discutiu as teorias evolutivas de Lamarck e de Darwin.

Uma discussão que apareceu de forma recorrente durante essa aula, foi sobre a legitimidade dos conhecimentos das teorias fixistas e evolucionistas. Nessa discussão, alunos da turma B questionaram aspectos das teorias fixista e evolutiva e desafiaram as idéias evolutivas apresentadas pela professora. Essa discussão teve início quando um aluno questionou à professora se os fixistas teriam alguma maneira de provas suas idéias (episódio 5). Nesse momento, a professora afirmou que não, mas que os fixistas desenvolvem argumentos para defender suas idéias e que isso também acontece com muita coisa na evolução. Essa discussão foi retomada em outro momento da aula (episódio 10), quando alunos questionaram sobre a legitimidade das idéias fixistas e também sobre qual das teorias (evolucionistas ou fixistas) teriam mais argumentos para provar suas idéias. Em um terceiro momento (episódio 13), um aluno retomou a discussão, questionando a professora sobre qual posicionamento (evolucionistas ou fixistas) ela apresentava e a professora respondeu que considerava difícil um biólogo não acreditar na evolução porque a evolução é a base para se compreender vários outros assuntos em biologia.

Uma segunda discussão, levantada de forma recorrente pelos alunos nesta aula, foi sobre a evolução humana, mais especificamente sobre a relação de parentesco homem e macaco (episódios 9, 11 e 20). Durante parte da aula, a professora evitou

entrar nessa discussão (episódio 12), mas a partir de um determinado momento ela discutiu e tentou esclarecer para os alunos que existiria um ancestral comum aos homens e macacos atuais (episódios 22 e 25). Ao final da aula, uma aluna questionou a idéia de se o homem evoluiu do macaco (episódio 24), de onde teria surgido a mulher e a professora esclareceu que se tratava da relação ser humano e macaco (episódio 26). Nesse episódio (24) verificamos que, novamente, idéias apresentadas pela professora sendo desafiadas.

Aula 3 (09/10/06)

Quadro 4.8 - Episódios na aula 3 da turma B (09/10/06)

Episódio (aula 3)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00- 04:05	P	Gestão de classe	Faz a chamada.
2	04:06-04:46	P	Agenda	Diz o que vai ser discutido na aula.
3	04:47-07:44	P	Conteúdo	Estruturas homólogas.
4	07:45-07:59	A	Agenda	Questiona se ainda será visto Darwin e Lamarck.
5	08:00-09:51	P	Conteúdo	Estruturas homólogas.
6	09:52-13:13	P	Conteúdo	Órgãos vestigiais
7	13:14-14:07	A	Conteúdo	Questiona sobre ossos de cobras.
8	14:08-15:57	A	Conteúdo	Questiona sobre a existência de apêndice em macacos.
9	15:58-16:36	P	Conteúdo	Ossos de cobras – ancestrais com patas.
10	16:37-19:01	A	Conteúdo	Cobras com patas na bíblia e na teoria evolutiva.
11	19:02-19:50	A	Conteúdo	Semelhança entre cobras e lagartos.
12	19:51-21:42	P	Conteúdo	Conceito de fósseis.
13	21:43-22:02	A	Conteúdo	Fósseis congelados.
14	22:03-23:05	P	Conteúdo	Fósseis como evidências evolutivas.
15	23:06-23:43	A	Conteúdo	Questiona sobre confiabilidade dos fósseis.
16	23:44-25:48	A	Conteúdo	Discute sobre tendências evolutivas do homem.
17	25:49-27:07	P	Conteúdo	Fósseis como evidências evolutivas.
18	27:08-28:42	P	Conteúdo	Código genético como evidência evolutiva.
19	28:43-29:18	P	Gestão de classe	Passa exercícios para alunos resolverem em classe.
20	29:19-40:36	P	Gestão de classe	Tira dúvidas de alunos. Termina a aula.

A aula 3 foi uma aula expositiva que teve a duração 40 minutos e 36 segundos e um total de 20 episódios. Desse total de episódios, 15 foram de conteúdo, 3 de gestão de classe e 2 de agenda. Dos 15 episódios de conteúdo, 8 foram iniciados pela professora e 7 foram iniciados por alunos. Nos episódios de gestão de classe, a professora fez a

chamada (episódio 1), passou exercícios para os alunos fazerem em classe (episódio 19) e tirou dúvidas de alunos durante o período em que eles respondiam aos exercícios (episódio 20). No primeiro episódio de agenda, a professora apresentou os assuntos da aula (episódio 2) e no segundo, uma aluna questionou se eles discutiriam sobre Darwin e Lamarck durante a aula (episódio 4). Já nos episódios de conteúdo, professora e alunos desenvolveram os temas da aula, com quase metade das iniciações desses episódios sendo realizada pelos alunos. Este foi um aspecto importante da análise, pois mesmo se tratando de uma aula expositiva, teve uma ampla participação dos alunos. Com relação ao tempo de duração dos episódios, 14 tiveram a duração menor do que 2 minutos e 6 tiveram um período maior de duração.

Nesta aula, a professora trabalhou como tema central evidências da evolução. Ela retomou as teorias de Lamarck e Darwin e, posteriormente, passou a discutir alguns dos fatores considerados como evidências da evolução, utilizando transparências para ilustrá-los. O conceito de estruturas homólogas foi o primeiro fator abordado, com a professora explicitando que tais estruturas são evidência de parentesco e ancestralidade comum entre as espécies (episódios 3 e 5). Posteriormente ela fez o mesmo para os órgãos vestigiais (episódios 6 e 9) e para os fósseis (episódios 12, 14 e 17). Por fim, a professora se referiu à semelhança dos códigos genéticos das espécies conhecidas atualmente e apresentou essa semelhança como mais uma evidência evolutiva (episódio 18).

Discussões paralelas ao tema central da aula também ocorreram, como por exemplo, a discussão sobre a previsibilidade ou imprevisibilidade da evolução, tendo como base num artigo lido por um aluno que previa como seria o homem no futuro e se os dentes cisos seriam afetados ao longo do processo evolutivo (episódio 16). Uma segunda discussão paralela foi a discussão sobre o parentesco homem e macaco. Este tema, que foi bastante discutido na aula anterior, foi retomado por um aluno (episódio 8), quando a professora discutia o papel do apêndice como uma estrutura vestigial.

Com relação aos desafios de alunos às idéias evolutivas apresentadas pela professora, verificamos dois episódios em que isso ocorreu. O primeiro desses episódios (episódio 10) se seguiu a uma discussão sobre estruturas vestigiais (episódio 9). Nesta discussão, a professora desenvolvia o raciocínio de que a existência de pequenos ossos semelhantes aos da bacia e das pernas dos animais que possuem patas nas cobras atuais, seriam evidência de que, no passado, teriam existido cobras com patas. Uma aluna então iniciou o episódio 10 com a afirmação de que a bíblia também aceita a idéia de

que no passado as cobras tinham patas, considerando que existiria uma semelhança entre esses dois conhecimentos. Nesse momento, verificamos que, assim como na aula anterior, a professora teve suas explicações sobre evolução desafiadas. Ela contestou à fala da aluna discutindo que tal semelhança não existe, visto que os motivos que teriam levado as cobras a perderem suas patas seriam completamente distintos para uma visão evolutiva e para a interpretação da bíblia. O segundo episódio de desafio à idéias evolutivas, foi o episódio 15: Neste episódio, um aluno discutiu sobre a legitimidade dos fósseis como evidências evolutivas, afirmando que os fixistas questionam a autenticidade dos fósseis, não os considerando evidências evolutivas, mas objetos forjados para atrair o público (episódio 15). Novamente, a professora precisou contestar a afirmação do aluno e defender as idéias evolutivas que apresentava.

Aula 4 (16/10/06)

A aula 4 da turma B foi uma aula de correção de exercícios que teve que ser finalizada antes do horário previsto porque a escola tinha passado por uma pintura no dia anterior e o cheiro de tinta estava incomodando a alunos, professores e demais funcionários da escola. Os episódios desta aula estão representados no quadro abaixo:

Quadro 4.9 - Episódios na aula 4 da turma B(16/10/06)

Episódio (aula 4)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-03:12	P	Gestão de classe	Faz a chamada.
2	03:13-05:48	P	Gestão de classe	Pede para alunos abrirem o livro para a correção dos exercícios da aula anterior.
3	05:49-06:18	P	Conteúdo	Correção da questão 1: nível de ocorrência da evolução.
4	06:19-06:33	P	Gestão de classe	Chama a atenção dos alunos. Pede para desligarem os celulares.
5	06:34-10:40	P	Conteúdo	Correção da questão 1: nível de ocorrência da evolução.
6	10:41-10:53	P	Gestão de classe	Avisa que a turma será dispensada devido à pintura do colégio.
7	10:54-12:33	P	Conteúdo	Resume os assuntos da aula e libera a turma.

Esta aula (aula 4) teve a duração de 12 minutos e 33 segundos e apresentou um total de 7 episódios. Desse total de episódios, 4 foram de gestão de classe e 3 de conteúdo. Todos os episódios da aula foram iniciados pela professora, com os episódios de gestão de classe sendo explicitados na realização da chamada (episódio 1), pedido

para que os alunos abrissem os livros para a correção dos exercícios (episódio 2), chamada de atenção para que os alunos desligassem os telefones celulares (episódio 4) e aviso de que eles seriam liberados por causa do problema da pintura da escola (episódio 6). Quatro episódios desta aula tiveram a duração de até dois minutos, enquanto os outros 3 episódios duraram mais tempo.

Mesmo com toda a confusão que estava acontecendo na escola e em sua sala de aula, devido à agitação dos alunos que aguardavam serem liberados da aula, a professora Camila iniciou a correção dos exercícios sobre evolução que os alunos tinham respondido na aula anterior. O exercício corrigido discutia o nível biológico em que ocorre a evolução – o nível das populações. A professora discutiu rapidamente esse exercício e falou um pouco sobre as características que são transferidas de uma geração para a outra, mais especificamente sobre os tipos de mutações que podem ser transferidos de uma geração a outra numa população. Por fim, ela terminou a aula e liberou a turma.

Aula 5 (18/10/06)

A aula 5 da turma B foi uma aula de correção de exercícios na qual a professora Camila retomou o exercício da aula anterior, além de corrigir outros exercícios. O quadro com os episódios desta aula está representado abaixo e será discutido em seguida.

Quadro 4.10 - Episódios na aula 5 da turma B (18/10/06)

Episódio (aula 5)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-04:55	P	Gestão de classe	Faz a chamada e combina a data da prova.
2	04:56-09:20	P	Conteúdo	Re-correção do primeiro exercício do livro: nível de ocorrência da evolução.
3	09:21-11:57	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício do livro.
4	11:58- 12:03	P	Agenda	Diz que vai repassar os conteúdos de Lamarck.
5	12:04-12:48	A	Conteúdo	Questiona se a lei do uso e desuso de Lamarck explica os tentilhões de Galápagos.
6	12:49-19:04	P	Conteúdo	Teoria e erros de Lamarck.
7	19:05-19:21	A	Conteúdo	Questiona sobre herança de câncer de pele apresentando um exemplo do cotidiano.
8	19:22- 19:47	P	Gestão de classe	Questiona se os alunos lembraram das idéias de Lamarck.
9	19:48-22:30	P	Conteúdo	Darwin e a relação de parentesco entre as espécies.
10	22:31- 22:35	P	Gestão de	Pede a atenção dos alunos. Diz que estão muito

			classe	dispersos.
11	22:36-23:08	A	Conteúdo	Questiona sobre a existência de um ancestral comum na teoria de Darwin.
12	23:09-25:10	P	Conteúdo	Árvore evolutiva de Darwin.
13	25:11-26:01	P	Conteúdo	Explicação do parentesco entre homem e macaco segundo Darwin.
14	26:02-35:32	P	Gestão de classe	Escreve no quadro e pede para alunos copiarem. Tira dúvidas de alunos individualmente.
15	35:33-42:34	P	Conteúdo	Darwin e a teoria da evolução por seleção natural
16	42:35-43:22	P	Conteúdo	Papel do ambiente no processo evolutivo para Darwin e Lamarck.
17	43:23-44:48	P	Conteúdo	Coloca no quadro um exemplo de seleção natural e começa a explicar.
18	44:49- 44:59	A	Conteúdo	Dá outra possibilidade de interpretar o exemplo dado pela professora.
19	45:00-46:12	P	Conteúdo	Termina a explicação do exemplo do quadro.
20	46:13-47:28	A	Conteúdo	Questiona se no processo de seleção natural pode haver extinção da espécie.
21	47:29-47:53	P	Conteúdo	Importância da seleção natural.
22	47:54-49:20	P	Agenda	Passa exercícios para a aula seguinte.

A aula mapeada teve a duração 49 minutos e 20 segundos e um total de 22 episódios. Desse total de episódios, 16 foram de conteúdo, 4 de gestão de classe e 2 de agenda. Dos 16 episódios de conteúdo, 11 foram iniciados pela professora e 5 foram iniciados por alunos. Nos episódios de gestão de classe a professora fez a chamada e combinou a data da prova (episódio 1), questionou se os alunos lembraram as idéias de Lamarck após sua revisão (episódio 8), pediu a atenção dos alunos para a aula (episódio 10) e pediu para os alunos copiarem as informações que escreveu no quadro de giz, tirando suas dúvidas (episódio 14). Nos episódios de agenda, a professora informou que iria revisar a teoria de Lamarck (episódio 4) e passou exercícios para a aula seguinte (episódio 22). Nos episódios de conteúdo, professora e alunos desenvolveram os temas da aula. Com relação ao tempo de duração dos episódios, 16 não ultrapassaram os dois minutos de duração, enquanto 6 se estenderam por um período maior de tempo.

Com relação à dinâmica e ao desenvolvimento dos temas da aula, a professora Camila retomou o exercício corrigido na aula anterior sobre o nível biológico em que ocorre a evolução e corrigiu novos exercícios. Ao trabalhar com o exercício da aula anterior, a professora discutiu a idéia de que a evolução se dá no nível das populações e os tipos de mutações que podem ser transmitidos de uma geração a outra (episódio 2). A

segunda questão corrigida nesta aula apresentava uma interpretação para os olhos atrofiados das toupeiras atuais, tendo como base as idéias de necessidade e de uso e desuso de estruturas propostas por Lamarck. Ao final dessa interpretação, questionava-se sobre qual teoria permite que essa interpretação seja feita. A professora corrigiu essa questão com os alunos (episódio 3), retomando às idéias de Lamarck e discutindo os erros que sua teoria apresenta (episódio 6). Ela também retomou as idéias de Darwin e discutiu em maiores detalhes sua teoria de evolução por seleção natural (episódios 9, 12, 15, 17). Ela também comparou o papel do ambiente para a teoria de Lamarck e a de Darwin, respondeu uma questão de um aluno sobre a extinção de espécies (episódio 20) e falou sobre a importância do processo de seleção natural e extinção (episódio 21).

Alguns aspectos interessantes podem ser destacados nesta aula. Durante a discussão do segundo exercício do livro, uma aluna questionou sobre como interpretar, segundo a teoria evolutiva de Lamarck, a variedade de bicos dos tentilhões de Galápagos (episódio 5). Ela retomou esse exemplo a partir do pré-teste aplicado aos alunos desta turma em sua primeira aula. Nesse pré-teste, o exemplo dos bicos dos tentilhões de Galápagos era utilizado para discutir aspectos da teoria evolutiva de Darwin. Um segundo aspecto que destacamos nesta aula foi a discussão do tema parentesco homem e macaco. A professora retomou esse tema, que desde a primeira aula tinha sido de grande interesse dos alunos, e discutiu como seria possível explicar o parentesco entre homem e macaco segundo a teoria evolutiva de Darwin (episódio 13)

Aula 6 (23/10/06)

Quadro 4.11 - Episódios na aula 6 da turma B (23/10/06)

Episódio (aula 6)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-03:10	P	Gestão de classe	Entrega trabalhos avaliativos e pergunta quais questões os alunos tiveram dúvidas para corrigir.
2	03:11-05:18	P	Conteúdo	Correção de uma questão do trabalho avaliativo (genética de abelhas).
3	05:19-05:48	P	Gestão de classe	Tira dúvida de aluna individualmente.
4	05:49-06:21	P	Gestão de classe	Pede para os alunos abrirem os livros. Reclama que muitos não trouxeram.
5	06:22-06:39	A	Conteúdo	Comenta sua resposta da questão corrigida do trabalho.
6	06:40-08:35	P	Gestão de classe	Pede para quem trouxe o livro levantar a mão. Anota quem não trouxe. Reclama. Discute uma solução com os alunos.

7	08:36-08:49	A	Agenda	Resume o que foi discutido na aula anterior.
8	08:50-21:28	P	Conteúdo	Correção de outra questão do trabalho avaliativo (heredograma e tipo de herança de doença genética).
9	21:29-22:24	P	Gestão de classe	Tira dúvida de aluno individualmente.
10	22:25-22:50	P	Gestão de classe	Chama a atenção dos alunos.
11	22:51- 27:30	A	Conteúdo	Questiona sobre porque a herança do exercício é autossômica.
12	27:31-28:31	A	Conteúdo	Questiona o que a professora está explicando.
13	28:32-31:57	P	Conteúdo	Discute outro heredograma.
14	31:58-33:49	P	Gestão de classe	Diz que vai corrigir os exercícios do livro e pergunta quem fez.
15	33:50-40:25	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício de evolução do livro: idéia comum às teorias evolutivas de Darwin e Lamarck.
16	40:26-41:08	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício de evolução do livro: teoria de Darwin.
17	41:09-41:34	P	Agenda	Solicita que os alunos tragam o livro didático na próxima aula.

Esta aula teve a duração 41 minutos e 34 segundos e um total de 17 episódios. Desse total de episódios, 8 foram de conteúdo, 7 de gestão de classe e 2 de agenda. Dos 8 episódios de conteúdo, 5 foram iniciados pela professora e 3 foram iniciados por alunos. Já com relação aos 2 episódios de agenda, 1 foi iniciado pela professora e outro por uma aluna. No episódio de agenda iniciado pela aluna, ela relembrou o que foi discutido na aula anterior (episódio 7). Já no segundo episódio de agenda, a professora solicitou que os alunos trouxessem os livros na próxima aula (episódio 17). Nos episódios de gestão de classe a professora entregou os trabalhos avaliativos corrigidos aos alunos e perguntou se os alunos tiveram dúvidas e se gostariam que ela corrigisse alguma questão (episódio 1); tirou dúvidas individuais de alunos (episódios 3 e 9); pediu para os alunos abrirem os livros e reclamou porque muitos não trouxeram (episódio 4); solicitou que os alunos que não levaram os livros levantassem as mão, anotou os seus nomes e discutiu com os alunos uma possível solução para esse problema (episódio 6); chamou a atenção dos alunos para a aula (episódio 10) e; avisou que iria corrigir os exercícios do livro e questionou quem tinha feito (episódio 14). É importante ressaltar a grande quantidade de episódios de gestão de classe que ocorreram nessa aula. Esses episódios caracterizam uma aula em que a professora precisou constantemente fazer advertências, além de se disponibilizar a tirar dúvidas individuais

de alunos. Com relação ao tempo de duração dos episódios, 10 duraram até dois minutos, enquanto 7 ultrapassaram este período de duração.

Com relação à dinâmica e aos temas desenvolvidos na aula, a professora Camila passou a primeira parte do tempo corrigindo um trabalho de genética que havia passado para os alunos ao final da unidade didática genética, que antecedeu a unidade evolução. Ela discutiu uma questão do trabalho relacionada a cruzamentos entre abelhas (episódio 2) e outra sobre interpretação de heredograma e tipos de herança genética de determinadas doenças (episódio 8). Após essa revisão, a professora voltou a discutir temas evolutivos, a partir da correção dos exercícios do livro didático respondidos pelos alunos no final da aula anterior.

O primeiro exercício de evolução, corrigido pela professora, discutia sobre que idéia poderia ser comum às teorias evolutivas de Darwin e Lamarck. Esse exercício era de múltipla escolha, com apenas uma opção correta. Todos os exercícios de evolução do livro didático discutidos pelos alunos durante as aulas dessa professora foram desse tipo. A alternativa correta era que a adaptação resulta da interação dos seres vivos com o meio ambiente. As outras alternativas abordavam aspectos ou da teoria de Darwin ou da teoria de Lamarck. Assim, durante a discussão deste exercício a professora revisou aspectos centrais tanto da teoria de Darwin quanto da de Lamarck (episódio 15). Já o segundo exercício corrigido pela professora estava relacionado à teoria de Darwin, mais especificamente a importância das diferenças existentes entre os seres vivos. (episódio 16).

Um aspecto importante, relacionado à gestão de classe, foi verificado no momento em que a professora repreendeu os alunos por não estarem levando o livro didático de biologia oferecido pela escola para as aulas de correção de exercício (episódio 4). Em outro episódio, ela enfatizou a importância do livro para essas aulas, pediu para que os alunos que não estavam com o livro se identificassem e anotou os nomes deles em sua agenda. Depois, devido às reclamações dos alunos quanto ao peso do livro, à distância da casa para a escola e ao fato de muitos virem direto dos seus trabalhos para a aula, a professora sugeriu a formação de duplas de alunos que fizessem um rodízio, cada um levando o livro em uma das aulas de biologia da semana (episódio 6). Essa advertência veemente da professora reflete a importância que ela atribuía ao livro didático para as suas aulas.

Aula 7 (30/10/06)

A aula 7 foi uma aula de correção de uma prova com assuntos de genética e evolução, e também de exercícios do livro didático. O mapa de episódios desta aula é apresentado no quadro a seguir:

Quadro 4.12 - Episódios na aula 7 da turma B (30/10/06)

Episódio (aula 7)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-04:07	P	Gestão de classe	Entrega prova e conversa com aluna sobre seu resultado.
2	04:08-08:36	P	Conteúdo	Correção da primeira questão da prova sobre quantidade de cromossomos sexuais de uma dada espécie.
3	08:37-09:09	A	Conteúdo	Questiona sobre cromossomos sexuais de uma mulher.
4	09:10-12:50	P	Conteúdo	Correção da segunda questão da prova: herança do daltonismo.
5	12:51-12:59	A	Gestão de classe	Chega atrasado e pergunta se pode entrar na sala. Professora permite.
6	13:00-16:04	P	Conteúdo	Correção do primeiro item da terceira questão da prova: características de pessoas com síndrome de Turner.
7	16:05-16:42	A	Conteúdo	Questiona sobre o tipo de gameta produzindo por uma mulher com síndrome de Turner.
8	16:43-17:25	A	Conteúdo	Questiona sobre a voz de quem tem síndrome de Turner.
9	17:26-18:25	P	Conteúdo	Correção do segundo item da terceira questão da prova: quantidade de cromossomos de mulher com síndrome de Turner.
10	18:26-21:02	P	Conteúdo	Correção da quarta questão da prova: identificação dos temas que aparecem em um texto sobre evolução.
11	21:03-24:03	P	Conteúdo	Correção da quinta questão da prova: identificação de aspectos incorretos de um texto sobre evolução.
12	24:04-25:04	P	Conteúdo	Correção do primeiro item da sexta questão da prova: conceito de fósseis.
13	25:05-26:10	P	Conteúdo	Correção do segundo item da sexta questão da prova: relação entre fósseis e evolução.
14	26:11-26:26	A	Conteúdo	Questiona se pelos fósseis da para saber sobre a alimentação do animal.
15	26:27-27:40	P	Conteúdo	Correção do segundo item da sexta questão da prova: relação entre fósseis e evolução.
16	27:41-29:07	P	Gestão de classe.	Recolhe as provas, pede para entregarem provas para alunas ausentes e faz a chamada.
17	29:08-30:13	P	Gestão de classe	Pede para alunos pegarem os livros para a correção dos exercícios. Pede para eles tomarem nota da discussão dos exercícios e pergunta

				onde eles pararam a correção.
18	30:14-31:11	P	Conteúdo	Revisão da importância do ambiente para Darwin e Lamarck.
19	31:12-34:23	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício do livro: fatos importantes observados por Darwin.
20	34:24-37:04	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício do livro: seleção natural.
21	37:05-37:19	P	Gestão de classe	Professora avisa que na próxima semana haverá prova e pede para os alunos levarem o livro didático na aula seguinte.

Esta aula durou 37 minutos e 19 segundos e apresentou um total de 21 episódios, sendo 16 de conteúdo e 5 de gestão de classe. Dos 16 episódios de conteúdo, 12 foram iniciados pela professora e 4 foram iniciados por alunos. Dos 5 episódios de gestão de classe, 4 foram iniciados pela professora e um por um aluno. O episódio de gestão de classe iniciado pelo aluno foi desencadeado pelo questionamento desse aluno sobre sua entrada na sala, visto que ele tinha chegado após o horário permitido (episódio 5). Quanto aos outros 4 episódios de gestão de classe, um foi caracterizado pela entrega das provas; outro pelo recolhimento dessas provas e realização da chamada (episódio 16); outro episódio foi caracterizado pela solicitação da professora para que os alunos abrissem os livros para a correção de exercícios, o seu questionamento de até onde a correção tinha ido na aula anterior a solicitação de que os alunos anotassem o que fosse discutido nessa correção (episódio 17) e um último episódio foi utilizado para avisar que na semana seguinte haveria prova e para solicitar que os alunos trouxessem os livros nas aulas da próxima semana (episódio 20). O tempo de duração de 13 episódios dessa aula foi de até dois minutos. Já o tempo de duração dos outros 8 episódios foi mais longo.

Com relação à dinâmica e aos temas trabalhados na aula, a professora Camila inicialmente entregou e corrigiu a prova com conteúdos de genética e evolução, aplicada como uma avaliação de assuntos trabalhados na unidade anterior e dos assuntos inicialmente trabalhados na unidade evolução. A primeira questão de genética corrigida, perguntava sobre a quantidade de cromossomos sexuais de uma espécie fictícia (episódio 2). A segunda questão corrigida, discutia a forma de herança do daltonismo (episódio 4) e a terceira questão, perguntava quais as características de pessoas com síndrome de Turner (episódio 6) e qual a quantidade de cromossomos de mulher esta síndrome (episódio 9). Com relação às questões da avaliação sobre evolução, a primeira apresentava um texto geral sobre a teoria da evolução e pedia que

os alunos marcassem, dentre as alternativas oferecidas, os temas tratados e a ordem em que apareciam no texto. (episódio 10). A segunda questão de evolução discutia o mesmo texto da questão anterior e questionava o que estava incorreto no texto, que era a idéia de que o homem veio do macaco (episódio 11). A terceira questão pedia o conceito de fósseis e sua importância para o entendimento da evolução (episódios 12, 13 e 15).

Após a correção da avaliação, a professora retomou a correção das questões do livro. Primeiro ela fez uma rápida revisão da questão já discutida na aula anterior, que tratava do papel do ambiente para Darwin e Lamarck (episódio 18). Depois ela retomou e discutiu, em maiores detalhes, a última questão corrigida na aula anterior, que tratava de fatos observados por Darwin e que foram importantes para a elaboração de sua teoria evolutiva (episódio 19). A resposta correta era a alternativa que enfatizava a importância das diferenças entre indivíduos de uma população. Nesse momento, a professora aproveitou o tema da questão e fez uma revisão sobre aspectos da teoria de Lamarck, além de discutir em maiores detalhes a teoria de evolução por seleção natural proposta por Darwin e questionar se existiria alguma espécie não submetida a seleção natural. Por fim, ela corrigiu outra questão do livro que discutia o processo de seleção natural (episódio 20). Ela trazia um exemplo de mudança na proporção de duas variedades de plantas em um determinado ambiente e discutia a maior ou menor capacidade de adaptação dessas variedades ao meio e o conseqüente aumento ou diminuição das chances de sobreviverem e deixarem descendentes.

Aula 8 (06/11/06)

Na aula 8, professora Camila trabalhou com os temas seleção natural, deficiências da teoria de Darwin e deficiências da teoria sintética da evolução. Para isso, ela discutiu exercícios do livro e apresentou alguns dos assuntos de forma expositiva. O mapa com os episódios dessa aula é apresentado no quadro abaixo:

Quadro 4.13 - Episódios na aula 8 da turma B (06/11/06)

Episódio (aula 8)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:01-01:35	P	Gestão de classe	Reclama de atraso dos alunos, diz que vai devolver a prova depois do intervalo e pede para abrirem os livros.
2	01:36-04:38	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício do livro: seleção natural.

3	04:39-05:05	P	Gestão de classe	Reclama da conversa dos alunos.
4	05:06-06:28	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício do livro: seleção natural.
5	06:29-15:21	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício do livro: resistência de bactérias a antibióticos.
6	15:22-15:53	P	Agenda	Retoma o que foi discutido sobre Darwin e Lamarck.
7	15:54-17:02	P	Gestão de classe	Faz a chamada.
8	17:03-19:27	P	Conteúdo	Teoria sintética da evolução.
9	19:28-22:53	P	Conteúdo	Conjunto gênico de uma população, conceito de genes e DNA.
10	22:54-25:02	P	Conteúdo	Fatores que vão interferir nos genes de uma população: mutação.
11	25:03-27:18	P	Conteúdo	Revisão de DNA e de onde se dá a mutação.
12	27:19-28:31	P	Conteúdo	Tipos de mutações.
13	28:32-31:07	P	Gestão de classe	Pede para alunos anotarem o significado de mutação apresentado no quadro e tira dúvidas.
14	31:08-31:43	P	Conteúdo	Mutações e aumento da variabilidade genética em populações.
15	31:44-32:46	A	Conteúdo	Questiona sobre relação entre mutações por diminuição de bases e variabilidade.
16	32:47-33:52	P	Conteúdo	Mutações em células somáticas e germinativas.
17	33:53- 35:36	A	Conteúdo	Questiona se a mutação não acontece no DNA.
18	35:37-36:21	P	Conteúdo	Mutações acontecem ao acaso. Tipos de mutações: benéficas, maléficas.
19	36:22-37:32	A	Conteúdo	Questiona sobre efeito de mutações nas pessoas. Professora finaliza aula.

Esta aula durou 37 minutos e 32 segundos e apresentou um total de 19 episódios, sendo 14 de conteúdo, 4 de gestão de classe e 1 de agenda. Dos 14 episódios de conteúdo, 11 foram iniciados pela professora e 3 foram iniciados por alunos. Nos 4 episódios de gestão de classe a professora reclamou do atraso dos alunos, disse que ia devolver a prova depois do intervalo e pede para os alunos abrirem os livros para a correção das questões (episódio 1); reclamou da conversa dos alunos (episódio 3); realizou a chamada (episódio 7); pediu para alunos anotarem o significado de mutação apresentado no quadro, tirando as dúvidas que surgiram (episódio 13). No episódio de agenda, a professora retomou o que tinha sido discutido em aulas anteriores sobre Darwin e Lamarck (episódio 6). A duração de 12 episódios desta aula foi de até dois minutos. Já os outros 7 episódios da aula duraram um período de tempo maior.

Com relação à dinâmica da aula e aos temas discutidos, a professora iniciou corrigindo exercícios do livro didático. O primeiro exercício, corrigido nessa aula, já

tinha sido discutido na aula anterior e foi retomado pela professora. Ele questionava sobre o processo de seleção natural, dando como exemplo a variação ao longo do tempo na concentração de duas variedades de plantas de uma mesma espécie em um ambiente (episódios 2 e 4). Já o segundo exercício corrigido nessa aula, discutia o motivo de algumas bactérias serem resistentes a antibióticos. Nessa questão, a professora novamente explicou a idéia de variabilidade genética nas populações e da seleção natural agindo sobre essa variabilidade. Idéias como mutações induzidas por necessidade de sobrevivência das bactérias foram discutidas e descartadas (episódio 5).

Na parte expositiva da aula, a professora discutiu sobre a dificuldade de Darwin em explicar a transmissão de características entre gerações, as contribuições dos conhecimentos da genética de Mendel para compreender esse processo e a teoria sintética da evolução, que teria surgido da união da genética com a idéia de seleção natural (episódio 8). Ela também apresentou as populações em termos de seu conjunto de genes (episódio 9), explicou que a mutação é um fator que pode alterar o conjunto gênico de uma população (episódios 10 e 14) e ressaltou que as mutações acontecem ao acaso e que podem ser benéficas ou maléficas (episódio 18).

Um aspecto relevante verificado na parte expositiva da aula foi o fato de a professora Camila ter utilizado episódios para a revisão de temas que já tinham sido trabalhados em outras unidades didáticas. Ela revisou os conceitos de genes, DNA (episódio 11), discutiu sobre os tipos de mutações (episódio 12), explicou onde as mutações ocorrem, enfatizando a importância das mutações das células germinativas para o processo evolutivo (episódio 16). A necessidade de a professora revisar conceitos como DNA, genes, células germinativas, células somáticas e variabilidade genética, reflete a deficiência de alunos dessa turma quanto a conhecimentos de biologia molecular e celular e de genética, essenciais para a compreensão da aula. Esses conceitos, em princípio, já deveriam ser dominados pelos estudantes visto que, a unidade evolução aconteceu após (e em seguida) à unidade de genética.

Aula 9 (08/11/06)

A aula 9 foi uma aula expositiva, com posterior elaboração e correção de exercícios. O mapa de episódios desta aula está apresentado abaixo:

Quadro 4.14 - Episódios na aula 9 da turma B (08/11/06)

Episódio (aula 9)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-03:10	P	Gestão de classe	Faz a chamada e diz que vai dar uma aula de revisão.
2	03:11-04:47	P	Conteúdo	Teorias de Darwin, Lamarck e teoria sintética da evolução.
3	04:48-07:41	P	Conteúdo	Genes.
4	07:42-08:24	A	Conteúdo	Questiona sobre teste de paternidade.
5	08:25-08:56	A	Conteúdo	Questiona sobre DNA de gêmeos.
6	08:57-09:10	A	Conteúdo	Questiona sobre quantidade de óvulos fecundados para formas gêmeos não idênticos.
7	09:11-09:58	P	Conteúdo	Genes e teoria sintética da evolução.
8	09:59-11:50	P	Conteúdo	Conjunto gênico de uma população.
9	11:51-16:12	P	Conteúdo	Mutações: conceito, locais de ocorrência (células somáticas e germinativas) e ocorrência ao acaso.
10	16:13-17:42	P	Conteúdo	Migração.
11	17:43-18:29	A	Conteúdo	Contesta a afirmação de que a saída de indivíduos de uma população interfere em seu conjunto gênico.
12	18:30-21:32	P	Conteúdo	Deriva genética.
13	21:33-22:55	P	Conteúdo	Seleção natural.
14	22:56-24:08	P	Conteúdo	Teoria sintética da evolução: pontos consensuais e críticas.
15	24:09- 24:42	P	Conteúdo	Especiação.
16	24:43-25:10	A	Conteúdo	Questiona se o vírus da AIDS sofre mutação.
17	25:11-25:29	A	Conteúdo	Questiona sobre mulheres da África resistentes ao vírus da AIDS.
18	25:30-26:11	A	Conteúdo	Comenta sobre vacina contra a AIDS.
19	26:12-26:46	A	Conteúdo	Questiona se o vírus está sempre mudando, o que ocorre com as mulheres africanas.
20	26:47-29:32	P	Conteúdo	Especiação: isolamento geográfico e reprodutivo.
21	29:33-30:23	A	Conteúdo	Questiona sobre cruzamento entre leão e leopardo.
22	30:24-30:50	P	Conteúdo	Especiação: rompimento com o criacionismo.
23	30:51-32:36	P	Agenda	Explica sobre a atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução a ser aplicada aula seguinte.
24	32:59-33:42	P	Gestão de classe	Passa exercícios do livro no quadro.
25	33:43-47:55	P	Gestão de classe	Tira dúvidas de alunos durante a resolução dos exercícios.
26	47:56-48:48	F	Agenda	Aviso sobre excursão da turma.
27	48:49-01:00:34	P	Gestão de classe	Tira dúvidas de alunos.
28	01:00:35-01:01:06	P	Gestão de classe	Entrega os cartões de saída da escola aos alunos e libera a turma.

Esta aula durou 1 hora 1 minuto e 06 segundos e apresentou um total de 28 episódios. A filmagem desta aula foi interrompida para a troca da fita no episódio 28, logo o tempo real da aula foi de um a dois minutos maior que o que aparece em nosso mapa de episódios. Uma particularidade desta aula é que o episódio 26 foi iniciado por uma funcionária da escola, que pediu licença à professora para passar um recado para a turma sobre uma excursão que a escola estava organizando. Assim, a iniciação deste episódio foi indicada em nosso quadro de episódios pela letra F. Com relação aos tipos e a quantidade de iniciações dos episódios desta aula, verificamos que 21 foram episódios de conteúdo, 5 de gestão de classe e 2 de agenda. Dos 21 episódios de conteúdo, 12 foram iniciados pela professora e 9 foram iniciados por alunos. Nos episódios de gestão de classe a professora fez a chamada e avisou que iria fazer uma revisão (episódio 1); passou exercícios do livro (episódio 24), tirou dúvidas dos alunos durante a resolução dos exercícios (episódios 25 e 27), entregou os cartões de permissão de saída dos alunos da escola e liberou a turma (episódio 28). O exercício que a professora passou para os alunos no episódio 24, perguntava como Lamarck e Darwin explicariam os peixes cegos de cavernas. Essa questão não foi corrigida, mas um aspecto interessante que ocorreu durante a elaboração do exercício foi que os alunos não solicitaram apenas o auxílio da professora para tirar as suas dúvidas. Eles também solicitaram o meu auxílio, e, nesse momento da aula, eu passei a participar não apenas como pesquisadora, observando o desenvolvimento da aula, mas também como uma professora, participando da dinâmica da aula. Nos episódios de agenda a professora avisou sobre a atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução, que seria realizada na aula seguinte (episódio 23) e sobre a excursão da turma (episódio 26). Com relação aos tempos dos episódios, verificamos que 21 deles tiveram um período de duração de até dois minutos, enquanto 7 ultrapassaram esse período de tempo.

Durante a aula, a professora fez uma revisão das teorias evolutivas de Darwin e Lamarck (episódio 2) e dos conceitos de genes e de DNA (episódio 3), discutiu com os alunos algumas diferenças entre a teoria evolutiva de Darwin e a teoria sintética da evolução (episódios 2 e 7), apresentou os conceitos de população (episódio 8) e discutiu fatores que interferem no conjunto gênico de uma população, como mutações (episódio 9), migrações (episódio 10), deriva genética (episódio 12), seleção natural (episódio 13). Ela afirmou que a teoria sintética da evolução apresenta aspectos polêmicos e citou a crítica de que a seleção natural seria o único mecanismo evolutivo (episódio 14). Ela

explicou também o conceito de especiação (episódio 15), o mecanismo de especiação por isolamento geográfico e reprodutivo (episódio 20) e a relação da idéia de especiação com uma ruptura na visão criacionista (episódio 22).

Ainda com relação aos temas discutidos em aula, verificamos que os alunos desta turma apresentavam deficiências na compreensão dos conceitos de genes e DNA. Nesta aula, a professora repetiu a explicação desses conceitos, que já havia sido realizada na aula anterior. No entanto, mesmo nessa segunda revisão, alguns alunos apresentaram definições errôneas, com uma aluna definindo genes como sequências de proteínas (episódio 3).

Outro aspecto importante verificado nesta aula foi o sucessivo levantamento de questões relacionadas ao cotidiano pelos alunos. Tais questões apareceram, por exemplo, quando os alunos discutiam conceito de DNA e perguntaram sobre a realização de testes de paternidade (episódio 4), a semelhança no DNA de gêmeo (episódio 5) e a quantidade de óvulos fecundados para formas gêmeos não idênticos (episódio 6). Ao discutirem mutações, alunos perguntaram se o vírus da AIDS sofre mutação (episódio 16), porque há resistência ao HIV em mulheres da África (episódios 17 e 19), e discutiram sobre vacinas contra a AIDS (episódio 18). Já ao discutirem especiação, um aluno questionou sobre a possibilidade de cruzamento entre leão e leopardo (episódio 21).

4.2.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas a(o) professor(a) verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma B

Nesse tópico nós apresentaremos e discutiremos a análise dos episódios iniciados por alunos da turma B em termos das práticas sociais do conhecimento, das práticas epistêmicas, dos temas explicitados e das demandas desses episódios sobre a estrutura explicativa das aulas da professora Camila. Nosso objetivo é discutir a participação desses alunos nas aulas da professora Camila, que foram aulas expositivas e de correção de exercícios e de provas.

O quadro 4.15 classifica os episódios de conteúdo iniciados por alunos nas aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 da professora Camila, em termos de práticas sociais às quais eles são conectados, conteúdo temático abordado, prática epistêmica e ajuste requerido na estrutura da aula desta professora. Um quadro que inclui as transcrições das afirmações e questionamentos dos alunos nestes episódios é apresentado no apêndice 5.

Quadro 4.15: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma B (C, conceito; D, dado; T, teoria)

Práticas sociais em conexão com	Aula/ Episódio	Aluno	Conteúdo temático	Prática epistêmica	Ajuste Requerido
Produção do conhecimento	2/8	– Igor	– proporção de índios	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
	2/13	– Ramon	– fixismo e evolução	– problematizando	contestação
	2/23	– Márcio	– evolução como melhora	– checando o entendimento	extrapolação
	3/7	– Cláudia	– estruturas vestigiais	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
	3/8	– Ramon	– estruturas vestigiais	– problematizando	extrapolação
	3/13	– Ramon	– fósseis	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
	3/16	– Alan	– tendências evolutivas	– considerando diferentes fontes de dados	extrapolação
	5/5	– Júlia	– lei do uso e desuso	– usando conceitos para interpretar dados	continuidade
	5/7	– Júlia	– mutação	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
	5/11	– Cláudia	– ancestralidade comum	– checando o entendimento	continuidade
	5/18	– Ramon	– relação predador/presa	– elaborando hipótese	continuidade
	5/20	– Cláudia	– relação seleção natura e extinção	– problematizando	extrapolação
	6/5	– Júlia	– genética de abelhas	– checando o entendimento	extrapolação
	6/11	– Júlia	– tipos de herança	– checando o entendimento	continuidade
	6/12	– Júlia	– tipos de herança	– lidando com situação anômala ou problemática	continuidade
	7/3	– Ivete	– cromossomos sexuais em gametas	– problematizando	continuidade
	7/7	– Igor	– síndrome de Turner	– problematizando	extrapolação
	7/8	– Ivete	– síndrome de Turner	– problematizando	continuidade
	7/14	– Vander	– fósseis	– problematizando	continuidade
	8/17	– Cláudia	– mutação	– checando o entendimento	continuidade
	8/19	– Cláudia	– mutação	– problematizando	extrapolação
	9/4	– Cláudia	– teste de paternidade	– problematizando	extrapolação
9/5	– Yuri	– DNA de gêmeos	– problematizando	extrapolação	
9/6	– Igor	– gêmeos idênticos	– checando o entendimento	continuidade	
9/17	– Ramon	– resistência ao vírus da AIDS	– considerando diferentes fontes de dados	extrapolação	
9/19	– Igor	– resistência ao vírus da AIDS	– problematizando	extrapolação	
Comunicação do conhecimento	2/6	– Igor	– mudanças no ambiente	– apresentando idéias próprias	contestação
	2/11	– Ramon	– parentesco homem macaco	– apresentando idéias próprias	contestação
	3/11	– Igor	– parentesco entre cobra e lagarto	– apresentando idéias próprias	extrapolação
	9/16	– Igor	– mutações no vírus da AIDS	– apresentando idéias próprias	extrapolação
	9/18	– Cláudia	– vacina contra a AIDS	– apresentando idéias próprias	extrapolação

Avaliação do conhecimento	2/5	– Ramon	– fixismo	– avaliando a consistência dos dados	contestação
	2/9	– Ramon	– parentesco homem macaco	– avaliando a consistência dos dados	extrapolação
	2/10	– Diva	– fixismo	– avaliando a consistência dos dados	contestação
	2/20	– Igor	– parentesco homem macaco	– usando D para avaliar T	contestação
	2/24	– Mirna	– parentesco homem macaco	– criticando outras declarações	contestação
	3/10	– Júlia	– cobras com patas	– complementando idéias	contestação
	3/14	– Ramon	– fósseis	– contrapondo idéias	contestação
	8/15	– Igor	– mutação e variabilidade genética	– contrapondo idéias	contestação
	9/11	– Ramon	– migração	– contrapondo idéias	contestação
	9/21	– Ramon	– especiação	– avaliando a consistência dos dados	continuidade

Nas aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 da turma B, verificamos respectivamente, 10, 7, 0, 5, 3, 4, 3, e 9 episódios de conteúdo iniciados por estudantes, num total de 41 episódios. Esses episódios foram iniciados por 11 alunos, 5 do sexo feminino e 6 do sexo masculino. Os alunos que tiveram maior participação nesse processo foram Ramon (que iniciou 11 episódios), Igor (que iniciou 9 episódios), Cláudia (que iniciou 7 episódios) e Júlia (que iniciou 6 episódios). Outros sete alunos iniciaram 1 ou 2 episódios. A aluna Ivete iniciou 2 episódios e os alunos Alan, Diva, Márcio, Mirna, Vander e Yuri, iniciaram um episódio cada.

Com relação às práticas epistêmicas dos episódios de conteúdo iniciados por alunos, os resultados mostraram que 26 pertenciam à prática social de produção do conhecimento, 10 à prática social de avaliação do conhecimento e 5 pertenciam à prática social de comunicação do conhecimento. As práticas epistêmicas dos alunos relacionadas à produção do conhecimento foram: problematizando (10), checando o entendimento (7), considerando diferentes fontes de dados (6), elaborando hipóteses (1), usando conceitos para interpretar dados (1) e lidando com situação anômala (1). Dentre as práticas epistêmicas relacionadas à comunicação do conhecimento explicitadas nesta turma verificamos: avaliando a consistência dos dados (4), contrapondo idéias (3), usando dados para avaliar teorias (1), criticando idéias (1) e complementando idéias (1). Por fim, a única prática epistêmica identificada dentro da prática social de comunicação do conhecimento, nesta turma, foi apresentando idéias próprias (5).

Assim como na turma A, as categorias de práticas epistêmicas planejando investigação, construindo dados e concluindo não foram verificadas nos episódios de

conteúdo iniciados por alunos nas aulas da professora Camila (turma B). Consideramos que isso ocorreu porque as aulas da turma B consistiram em aulas expositivas e de correção de exercícios e essas categorias se aplicavam a atividades práticas no contexto do laboratório.

Também verificamos, nesta análise, casos em que as categorias de produção e comunicação do conhecimento se sobrepuseram. O episódio 6 da aula 2, classificado como comunicação do conhecimento, poderia também ser classificado como produção do conhecimento, por o aluno estar problematizando sobre a relação mudança no meio e estabilidade do homem. O episódio 16 da aula 9 também poderia ser classificado como produção, já que o aluno questiona se o vírus da AIDS sofre mutação. Já o episódio 18 da aula 9 também poderia ser classificado como produção, por a aluna estar considerando diferentes fontes de dados, ao se referir a uma reportagem.

Em termos de conteúdo temático, verificamos que os alunos iniciaram episódios sobre uma grande quantidade de temas durante as aulas. Os temas mais encontrados nas iniciações dos alunos da turma B foram: genética, com a discussão de tópicos como a formação de gametas, a síndrome de Turner, mecanismos de herança e semelhanças entre irmãos gêmeos (8 episódios, sendo 3 na aula 6; 3 na aula 7; e 2 na aula 9); fixismo e evolução (4 episódios na aula 2); parentesco homem e macaco (4 episódios na aula 2); AIDS (4 episódios na aula 9); mutação (3 episódios, sendo 1 na aula 5 e 2 na aula 8); órgãos vestigiais (3 episódios na aula 3); e fósseis (3 episódios, sendo 2 na aula 3 e 1 na aula 7). Outros 12 temas foram acessados em 12 episódios distintos por alunos desta turma. Alguns temas importantes verificados nesses episódios foram: mudanças no ambiente (1 episódio na aula 2), tendências evolutivas (1 episódio na aula 3), relação seleção natural e extinção (1 episódio na aula 5), especiação (1 episódio na aula 9) e migração (1 episódio na aula 9).

Em termos de ajustes requeridos pelos episódios de conteúdo dos alunos da turma B na estrutura de ensino da professora Camila, 15 episódios foram classificados como extrapolação visto que eles ultrapassavam o conteúdo temático em discussão, requerendo mudanças. Dos episódios de extrapolação classificados, (2) ocorreram na aula 2, (3) ocorreram na aula 3 e (6) ocorreram na aula 9. As aulas 5, 6, 7 e 8 apresentaram (1) episódio de extrapolação cada. Quinze foram classificados como continuidade, à medida que os alunos iniciavam um diálogo com o conteúdo temático da aula, demandando esclarecimento ou exploração adicional. Desses 15 episódios de continuidade, (2) ocorreram na aula 3, (4) ocorreram na aula 5 e (3) ocorreram na aula 7.

As aulas 6 e 9 apresentaram (2) episódios de continuidade cada. Já as 2 e 8 apresentaram (1) episódio de continuidade cada. Também foram verificados 11 episódios de contestação que ocorreram (7) na aula 2, (2) na aula 3, (1) na aula 8 e (1) na aula 9.

Com relação à reação aos episódios iniciados por alunos, verificamos que a professora Camila em geral, levava em consideração as falas de seus alunos. Na maioria das vezes, ela explorou os tópicos introduzidos pelos estudantes, e os desenvolveu por alguns turnos de fala, mesmo quando os alunos apresentavam questões relacionadas à compreensão de temas ou conceitos que iam além da estrutura da aula. Verificamos, no entanto que, em alguns momentos, a professora tentou manter a sua estrutura explicativa postergando questões de alunos. Um exemplo disso ocorreu durante a aula 2. Nessa aula, vários alunos questionaram sobre a relação de parentesco entre homem e macaco (episódios 9, 11, 20 e 24). Ao ser questionada sobre esse tema, a professora tentou, a princípio, evitar entrar nesta discussão. Seu objetivo era seguir com a estrutura da aula e desenvolver um pouco mais os temas da unidade evolução para então discutir o tema evolução humana e relações de parentesco entre homem e macaco. No entanto, a constante retomada e os constantes questionamentos dos alunos sobre esse tema fizeram com que ela terminasse por discuti-lo em vários momentos da aula. Essa reação da professora será discutida em maiores detalhes na ilustração de nossa análise que apresentaremos a seguir. Um segundo aspecto verificado foi uma dificuldade da professora em manter a estrutura explicativa planejada para suas aulas devido aos alunos não terem domínio de conceitos que já tinham sido trabalhados em unidades didáticas e mesmo, em anos letivos anteriores. Nesses momentos, a professora agiu revisando os conceitos questionados pelos alunos e, posteriormente retomando a estrutura de sua aula. Mesmo com essa dificuldade, o aspecto dialogicidade apareceu na estrutura das aulas da professora Camila.

Para ilustrar nossa análise dos episódios de conteúdo iniciados por alunos em termos de práticas epistêmicas, conteúdos explicitados, demandas e ajustes realizados pela professora Camila, nós discutiremos quatro episódios iniciados por alunos (os episódios 9, 11, 20 e 24) na aula 2. Eles foram escolhidos porque, como as questões dos alunos demandaram extrapolação ou contestação, eles ofereceram evidências dos ajustes que a professora introduziu de modo a levá-los em consideração. Esses ajustes são muito pequenos nos caso das questões de continuidade. Além disso, eles ilustram como

o tema parentesco homem macaco foi retomado pelos alunos e trabalhado pela professora durante esta aula.

Final do episódio 8 e episódio 9. Tempo: 12:14 a 14:46 (2 minutos e 32 segundos)

((No final do episódio 8, a professora estava falando da relação de parentesco entre homem e cachorro))

Professora: Então se nós estamos considerando/ homem/ homem e cachorro. Existe um grau de parentesco entre homem e cachorro. Não to falando que homem veio de cachorro nem que cachorro veio de homem.

(1) Ramon: *É errado dizer que o homem veio do macaco, não é?*

(2) Professora: Deixa eu chegar lá pra vocês/

(3) Ramon: Ta.

(4) Professora: Para vocês chegarem a essas conclusões ta?

(5) Ramon: Eu já cheguei a essa conclusão. Eu cheguei a essa conclusão já.

(6) Alunos: ((conversam entre si))

(7) Professora: Aqui ó/ evolução então indica sempre grau de parentesco entre espécies diferentes ta Igor? Então comparando espécies completamente diferentes. A evolução vai achar um jeito de relacionar essas espécies. Aqui não. Não existe relação de parentesco entre as espécies. Por que é que os fixistas não acreditam em relação de parentesco? Porque Deus que criou. Então Deus criou cada um independente do outro. Então a diferença/ a diversidade que hoje existe na natureza/ para o pensamento fixista/ não é? É que Deus planejou e foi criando um completamente/ independente dos outros. Então não existe relação de parentesco. Então se/ a pergunta que você você fez do homem e do macaco não é? Se quem fosse responder a sua pergunta fosse uma pessoa que seria do meio fixista/

(8) Ramon: Iria falar que o homem veio do macaco.

(9) Professora: Ia falar? Mas aqui/ quem é fixista ali não/ eles não acreditam em relação de parentesco entre as espécies. No que é que eles acreditam? Que as espécies foram criadas/ E elas se modificaram?

(10) Ramon: Não.

(11) Professora: Não. Elas se mantiveram o que?

(12) A: Iguais.

(13) Professora: Iguais/ imutáveis. Então/ macaco e homem/ para quem é fixista/ como seria? Como um fixista responderia esse exemplo.

(14) Ramon: Que eles são completamente diferentes.

(15) Professora: Eles são completamente diferentes?

(16) Alunos: Não.

O episódio 9, da aula 2, se estendeu por 2 minutos e 19 segundos, com 16 turnos de fala e a participação de um aluno. Durante a discussão sobre parentesco entre espécies, aluno Ramon levantou uma questão específica sobre parentesco entre homem e macaco. Consideremos que este aluno iniciou um episódio que demandava *extrapolação*, visto que ele levantou um tema polêmico, que envolve a discussão da evolução do homem a partir de outras espécies. A professora a princípio, reagiu à

questão de Ramon, tentando evitar explorá-la e postergá-la para outro momento da aula. Seu objetivo com esta postura foi o de possibilitar com que os próprios alunos chegassem à resposta da questão durante a aula. No entanto, quando Ramon afirmou que já tinha chegado a uma conclusão sobre a questão, a professora discutiu com a turma, sobre como os fixistas responderiam a ela. Em termos de práticas epistêmicas, a questão de Ramon foi classificada como pertencendo à categoria de *avaliação do conhecimento*, visto que interpretamos que o aluno estava *avaliando a consistências dos dados*, ou seja, da afirmação de que o homem veio do macaco.

Final do episódio 10 e início do episódio 11. Tempo: 15:14 a 16:39 (1 minuto e 25 segundos)

((No final do episódio 10, a professora estava dizendo que iria discutir as teorias evolutivas ao longo do semestre para que os alunos chegassem às suas próprias conclusões sobre o tema))

Professora: Ah isso/ é a gente que vai discutir ao longo dessa unidade. Agora eu só estou apresentando a vocês/ o que é que é evolução/ ((inaudível)) fixista. E aí/ a minha função aqui agora vai ser o que? Apresentar as teorias evolutivas. As que já surgiram e que hoje não são muito aceitas/ quais são as teorias que hoje/ ela é a mais aceita/ por que / quais argumentos que a evolução tem. E aí/ vocês chegam à conclusão que cada um achar mais certa/ não é?

(1) Ramon: Professora/ mas nenhuma pessoa que acredita na teoria da evolução não fala que o homem veio do macaco/porque não veio.

(2) Professora: Não. Você fala de um macaco atual. Desses que a gente vê?

(3) Ramon: É.

(4) Professora: É/ isso não. Mas sabe o que eu quero/ antes da gente falar do homem veio do macaco/ vamos estudar um pouquinho/ porque aí eu quero que vocês cheguem a essa conclusão baseados em cada teoria que a gente vai estudar. A teoria fixista aqui ó/ homem não veio de macaco/ nem macaco veio de homem porque Deus não criou homem e macaco?

(5) Alunos: Foi.

(6) Professora: Homem e macaco não se mantiveram sem modificações ao longo dos anos? Não é?

(7) Alunos: É.

(8) Professora: Então não tem semelhança/ não tem parentesco nenhum/ entre homem e macaco para a teoria fixista. Não tem parentesco entre homem nem qualquer outra espécie. ((inaudível)) foi criada de maneira planejada/ diferente e perfeita. Ta dando pra entender?

(9) Alunos: Ta.

(10) Professora: Então ta.

O episódio 11 da aula 2, durou 49 segundos e apresentou 10 turnos de fala. A afirmação do aluno Ramon, em relação ao ajuste requerido, foi classificada como *contestação* porque consideramos que o aluno desafiou a possibilidade de crença de que

o homem veio do macaco e demandou um posicionamento da professora, interrompendo sua explicação sobre as teorias evolutivas que seriam discutidas durante o semestre. Em relação às práticas epistêmicas, a afirmação foi classificada como pertencente à categoria de *comunicação do conhecimento*, visto que em sua afirmação, o aluno *apresentou idéias próprias*, ao se posicionar de forma contrária à idéia de que o homem veio do macaco. Com relação ao ajuste realizado pela professora, verificamos que, assim como no episódio 9, ela postergou a discussão do tema para outro momento da aula e explicou como os fixistas interpretavam esta idéia.

Final do episódio 19 e episódio 20. Tempo: 41:08 a 43:15 (2 minutos e 7 segundos)

((No final do episódio 19, a professora estava exemplificando as idéias de evolução e ancestralidade comum de Darwin))

Professora: A diferença é que ó/ Darwin/ ele acreditava que/ se ele ((inaudível)) duas espécies atuais/ se ele pegasse essas duas espécies. Uma espécie/ não obrigatoriamente veio da outra. Essas duas poderiam ter vindo de uma que existiu no passado. Então se eu fosse representar/ por aquelas bolinhas que eu representei Lamarck/ eu poderia falar isso aqui ó/ considerando aqui ó/ duas espécies que Darwin estava comparando/ essas duas/ segundo ele/ vieram de um/ um que viveu no passado e que a gente fala/ considera ela como se fosse ancestral. Um ancestral comum. Porque é através dessa/ que houve modificações ao longo do tempo/ e surgiram ((inaudível)) que vocês estava comparando. Vocês estão acompanhando?

(1) Igor: Igual aqui ((inaudível))

(2) Professora: Oi?

(3) Igor: Não. O primeiro macaco que/

(4) Professora: Como assim o primeiro macaco?

(5) Igor: Bom/ é/ de uma dá origem a outra.

(6) Professora: É/ de uma que é um ancestral/ que já não existe mais/ que viveu há muito tempo/esse ancestral chegou num momento/ lá num determinado/ ele se divergiu. E aí através dessa divergência aqui/ ele gerou essas duas espécies daqui.

(7) Igor: Igual aconteceu com o macaco? No caso? É/ foi evoluindo até até vir o ser humano.

(8) Professora: Você está falando de quais macacos Igor?

(9) Igor: Não/

(10) Professora: Macacos/

(11) Igor: E a teoria de que o homem veio do macaco?

(12) Professora: Eu vou chegar nela agora.

(13) Igor: Eu to falando dela.

(14) Professora: Macacos atuais? Desses que a gente encontra por ai.

(15) Igor: ((inaudível))o homo sapiens/

(16) Professora: O homo sapiens o que? É espécie humana. Você está falando que tem uma teoria de que os homens vieram do macaco. Deixa eu fazer só um desenho aqui que você vai entender.

Este episódio durou pouco mais de 1 minuto, apresentou 16 turnos de fala, e teve a participação de apenas um aluno. Assim como os episódios 9 e 11, o episódio 20 foi classificado como demandando *contestação*. Interpretamos assim, porque no final do episódio anterior, a professora estava explicando e representando no quadro a idéia de ancestral comum de Darwin e o aluno aproveitou para retomar a idéia de que o homem veio do macaco, questionando novamente as idéias evolutivas em discussão na aula. A fala de Igor foi classificada como pertencendo à prática social de *avaliação do conhecimento*, por interpretarmos que este aluno estava *usando dados para avaliar teorias*, no caso, relacionando macacos e homens, para avaliar a teoria de Darwin, que estava sendo discutida pela professora. Neste episódio, a reação da professora diferiu um pouco da verificada nos episódios anteriores. Ela afirmou que estava chegando na explicação para o tema e disse que o aluno compreenderia melhor a explicação após discutirem uma ilustração que ela faria no quadro. No entanto, antes de responder à questão do aluno, a professora revisou a explicação realizada no episódio 19, sobre as idéias de evolução e ancestralidade comum de Darwin (episódio 20). Isso mostra que, novamente, ela postergou a resposta, buscando desenvolver um pouco mais o assunto de modo a facilitar a compreensão dos alunos. A professora somente retomou e respondeu aos questionamentos e afirmações dos alunos Igor e Ramon no episódio 22. A seguir apresentaremos a transcrição do início do episódio 22, no qual a professora, com o auxílio dos alunos discute a interpretação evolutiva para a relação de parentesco homem e macaco. Este episódio foi iniciado pela professora e por isso, não será analisado em termos de prática epistêmica e demanda. Ele será apresentado com o objetivo de ilustrar, em maiores detalhes, a reação da professora aos episódios iniciados por alunos.

Parte do episódio 22 (47:15- 48:26)

((Esta parte do episódio 22, aconteceu em seguida ao episódio 21))

- (1) Professora: Vamos tentar definir então/ a pergunta que vocês tanto fizeram aqui. A questão do homem e do macaco/ não é? Como que Darwin poderia explicar? Homem/ vamos pegar/ homem e macaco atuais. Macacos desses que a gente vê/ não é.
- (2) Alunos: ((conversam entre si))
- (3) Professora: Você levantou a mão?
- (4) Ramon: É, eu tinha levantado porque/ pra só ver se a minha opinião é igual à da senhora. Igual a senhora vai explicar.
- (5) Professora: Não tem problema não. Fala ai.
- (6) Ramon: Igual/ o homem ele/ como falou/ ele veio do macaco/ não/ é/ ele/ tem um ancestral comum em igual ao macaco de hoje / igual seria/ aquele primeiro/

aquela primeira bolinha e aquela outra ali/ as duas coloridas. Elas vieram do mesmo ancestral lá embaixo. Não quer dizer que o homem veio do macaco. Ele tem um ancestral comum/ que evoluiu tanto para o ser humano que tem hoje tem aqui/ para o macaco que também ta hoje.

(7) Professora: Então essa seria a resposta que Darwin daria para a evolução de homem e dos macacos atuais/ não é? ((continua))

Nesse episódio, professora e alunos desenvolveram a explicação evolutiva para a relação de parentesco entre homem e macaco. O aluno Ramon apresentou e resumiu a explicação evolutiva que foi confirmada pela professora. Com relação ao aspecto reação da professora às demandas dos alunos, verificamos neste episódio que, mesmo postergando a explicação do tema parentesco homem e macaco para um momento mais avançado da aula 2, a professora não ignorou as demandas dos alunos, respondendo e buscando esclarecer aos seus questionamentos. A atitude, tomada por esta professora de postergar algumas discussões durante suas aulas, se mostra coerente com características dos alunos da turma B. Nesta turma, os alunos em geral, apresentavam deficiências com relação a conhecimentos da biologia. Além disso, esses alunos estavam trabalhando com o tema evolução pela primeira vez. Esta deficiência de conhecimentos conceituais de alunos desta turma aparece de forma clara no episódio 23, iniciado pela aluna Mirna, que também discute a questão relação homem e macaco.

Final do episódio 23 e episódio 24. Tempo: 50:54 a 51:52 (58 segundos)

((No episódio 23, a professora explicou que evolução não significa melhora e sim mudança))

Professora: A evolução/ é entendida por mudança. Se a gente for analisar hoje/ os seres vivos que estão aqui não é? Eles sofreram mudanças e se estão aqui/ é porque tiveram a capacidade de sobreviver. Então tiveram características vantajosas/ não tiveram? Mas quando já não/ morreram/ desapareceram. As vezes desapareceram porque tiveram modificações que atrapalhou a vida daquele ser vivo.

(1) Mirna: Aqui/ e o macaco a evolução dele/ é/ do macaco ele veio a evolução do homem né? Tudo bem. E a mulher/ veio de onde? Sério. Não é verdade? Se se formar do macaco vira homem/ iria virar do que? O homem o homem o homem e a mulher?

(2) Cláudia: É do macaco também.

Esse episódio apresentou 2 turnos de fala, realizados pelas alunas Mirna e Cláudia. Ele foi classificado como demandando *contestação*, visto que a aluna Mirna fez mais um desafio às explicações evolutivas que estavam ocorrendo na aula. A questão de Mirna foi classificada como pertencendo à prática social de *avaliação do conhecimento*, por ela estar *criticando outra declaração*, no caso, a declaração de que o

homem veio do macaco. Esta crítica, no entanto, ilustrou a falta de domínio conceitual da aluna, visto que ela admitiu a idéia de que o homem veio do macaco e não considerou homem como “ser humano”, questionando sobre a origem da mulher. Esta dificuldade não foi verificada na aluna Cláudia, que respondeu ao questionamento da colega de forma coerente com os conhecimentos da biologia. É interessante notar que a professora não desenvolveu este episódio. Sua reação à questão de Mirna foi a mesma tomada nos episódios ilustrados anteriormente. Ela iniciou um novo episódio, no qual voltou a explicar a relação homem macaco (episódio 25) e, somente depois de esclarecer este tema, ela respondeu à questão da aluna (Episódio 26).

Verificamos nessa sequência de episódios, que os alunos apresentaram uma série de desafios à explicações evolutivas e que a professora reagiu postergando a discussão desses questionamentos e buscando explorar um pouco mais os aspectos, considerados por ela, pré-requisitos para essa discussão.

4.3 - O contexto da turma C

A turma C estudava no mesmo colégio público federal de ensino técnico que os alunos da turma A. Os alunos desta turma foram acompanhados no ano de 2007, quando cursavam o terceiro ano do ensino médio. A turma era mista e apresentava um total de 20 alunos, na faixa etária de 17-18 anos, que tinham aulas tanto pelas manhãs quanto durante as tardes. As aulas que ocorriam no turno matutino eram das disciplinas do ensino médio e as que ocorriam durante as tardes, eram do curso técnico em patologia clínica. As aulas de biologia, que foram filmadas nos meses de Setembro a Novembro de 2007 para essa pesquisa, ocorreram no turno da manhã. A professora de biologia da turma (professora Sônia) é uma bióloga com mestrado em biologia vegetal e doutorado em educação. Além de exercer a atividade de ensino há mais de 15 anos, ela desenvolve pesquisas na área de ensino e aprendizagem de biologia.

4.3.1 - Mapeamento geral das aulas

A turma C foi a turma lecionada pela professora Sonia e acompanhada nos meses de Setembro a Novembro de 2007. O quadro com o mapeamento geral das aulas da unidade didática desenvolvido pela professora Sônia é apresentado e discutido em seguida

Quadro 4.16 - Aulas ministradas pela professora Sônia – Turma C

Aula	Data	Tempo em hora-aula (1h/a = 50 min)	Assuntos Abordados	Dinâmica da aula
1	19/09/07	2	Aplicação do pré-teste e exibição de filme da National Geographics sobre a origem da diversidade (The shape of life)	Exibição de filme
2	25/09/07	1	Origem da vida: biogênese e abiogênese. Conceito de vida. (A aula não foi filmada)	Expositiva
3	26/09/07	2	Início da unidade de evolução: Evolução e Fixismo, teorias de Darwin e Lamarck, discussão sobre os peixes cegos de cavernas e fundo de oceanos.	Expositiva
4	02/10/07	1	Elaboração e discussão de um exercício avaliativo que trata da resistência a pesticidas, formas mais eficazes de utilizar pesticidas e combater pragas agrícolas.	Aplicação e discussão em duplas de um exercício avaliativo em classe, utilizando como base um texto sobre idéias de evolução e teorias de Darwin e Lamarck, fornecido pela professora.
5	03/10/07	2	Atividade de campo para simular dinâmica de populações utilizando feijões. Exercício: definir adaptação. Discussão sobre seleção natural e adaptação.	Atividade de campo em pequenos grupos e discussão dos resultados com a turma em classe.
6	09/10/07	1	Variedades de milho, características da planta do milho, reprodução do milho, mutação, tipos e causas de mutações pontuais.	Expositiva
7	10/10/07	2	Genética de populações, frequências genotípicas, gênicas, equilíbrio de Hardy-Weinberg. Trabalho com populódromo em pequenos grupos e discussão.	Atividade prática em pequenos grupos e discussão com toda a turma
8	16/10/07	1	Exercício sobre Genética de Populações e Equilíbrio de Hardy-Weinberg	Aplicação e discussão de exercício em pequenos grupos e, posteriormente com toda a classe
9	17/10/07	2	Leitura e discussão de texto sobre mutações fundadoras. Conceitos discutidos: mutações, haplótipos, hotpot, herança quantitativa e alelos múltiplos.	Leitura de texto em duplas e discussão em classe
10	23/10/07	1	Diversidade dos seres vivos, espécies em extinção, especiação, tempo	Expositiva

			evolutivo, evolução do homo sapiens, herança mitocondrial, relação da diversidade dos seres vivos com mudanças ambientais ao longo do tempo.	
11	24/10/07	2	Especiação e diversidade dos seres vivos, relação evolução e complexidade dos seres vivos, classificação dos seres vivos por nível de complexidade, variação na diversidade de seres vivos ao longo do tempo, teoria da separação dos continentes e evidências favoráveis a ela, conceito de espécie, formação de espécies por isolamentos pré-zigóticos e pós-zigóticos.	Expositiva
12	30/10/07	1	Aplicação e discussão de exercícios sobre convergência, irradiação adaptativa e relação de parentesco entre seres vivos. Discussão sobre linguagem de textos científicos.	Aplicação e discussão de exercício em pequenos grupos e, posteriormente com toda a classe.
13	31/10/07	2	Árvores filogenéticas	Expositiva
14	06/11/07	1	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão das questões em pequenos grupos
15	07/11/07	2	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução).	Discussão das questões em pequenos grupos e início da discussão sala toda (questões 1 e 2)
16	14/11/07	2	Atividade proposta por pesquisadores (questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução) e aplicação do pós-teste.	Discussão da atividade com toda a sala (questão3) / pós teste

O total de aulas acompanhadas na turma C foi de 16, com uma parte das aulas consistindo em um horário de 50 minutos (uma hora-aula) e outra apresentando dois horários de 50 minutos geminado (duas horas aula). As aulas ocorriam nas terças e quartas-feiras, com a duração, respectivamente de uma e de duas horas aulas. As aulas que apresentavam um horário de 50 minutos foram as aulas 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14. Já as aulas 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 16 apresentaram dois horários geminados de 50 minutos.

Do total de aulas acompanhados (16), um horário da aula 1 e um horário da aula 16 foram utilizados para a aplicação do pré-teste e do pós-teste, respectivamente. As aulas 1 e 2, nas quais a professora respectivamente, exibiu um filme e discutiu origem e o conceito de vida, não foram filmadas e não serão discutidas em maiores detalhes. Já as

aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13, nas quais a professora desenvolveu sua unidade didática e trabalhou com o tema evolução, foram filmadas, mapeadas em episódios e serão discutidas a seguir. A atividade proposta pelos pesquisadores foi trabalhada nas aulas 14, 15 e 16 e serão discutidas no capítulo 5.

4.3.2 – Mapeamento das aulas por episódios

No mapeamento por episódios das aulas da turma C, verificamos que quase a metade dos episódios teve a duração de mais de dois minutos. Do total de episódios de todas as aulas (192), 98 tiveram um período de duração de até dois minutos e 94 duraram um período de tempo maior. Isso evidencia que, nesta turma, os episódios, tanto iniciados pela professora quanto por alunos, foram desenvolvidos por mais tempo do que nas turmas A e B. Outro aspecto relevante característico das aulas da professora Sônia foi o fato de ela ter usado, além de aulas expositivas, uma variedade de dinâmicas que requeriam uma maior participação dos estudantes, como exibição e discussão de filme, realização e discussão de atividades e exercícios, leitura seguida por discussão de texto, trabalhos práticos e trabalhos de campo. Também verificamos que a participação dos alunos dessa turma, não se restringiu aos episódios iniciados por eles, mas foi observada também durante o desenvolvimento de vários episódios iniciados pela professora ao longo de suas aulas. Nestes episódios, os alunos não apenas respondiam a questões da professora, mas também desenvolviam junto com ela as idéias em discussão. A seguir caracterizaremos as aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 da unidade didática da professora Sônia, tendo como base a análise dos mapas de episódios desenvolvidos para cada uma delas.

Aula 3 (26/09/07)

A aula 3 da turma C foi uma aula expositiva na qual a professora Sônia começou a trabalhar com o tema evolução. O quadro com os episódios desta aula é apresentado e discutido em seguida.

Quadro 4.17 - Episódios na aula 3 da turma C (26/09/07)

Episódio (aula 3)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-02:32	P	Gestão de classe	Discute se vai ter aula no dia seguinte, mostra um livro sobre evolução para os alunos e disponibiliza para alunos que queiram ver depois. Faz chamada e reclama de atraso de alunos.

2	03:33-03:52	P	Agenda	Diz que vai trabalhar com idéias evolucionistas e alguns dos mecanismos propostos para explicar a evolução.
3	03:53-06:40	P	Conteúdo	Fixismo e transformacionismo. Questões sobre diversidade.
4	06:41-07:39	P	Conteúdo	Evidência da evolução: fósseis.
5	07:40-11:56	P	Conteúdo	Evidência da evolução: anatomia comparada.
6	11:57- 12:44	A	Conteúdo	Fala na teoria de que a baleia surgiu na terra e não no mar.
7	12:45-13:57	P	Conteúdo	Evidências da evolução em apoio à idéia de parentesco entre espécies.
8	13:58-19:56	P	Conteúdo	Evidência da evolução: embriologia.
9	19:57-21:44	P	Conteúdo	Evidência da evolução: órgãos vestigiais.
10	21:45-22:17	A	Conteúdo	Explicita uma crítica atual à evolução: idéia de design inteligente.
11	22:18-24:23	P	Conteúdo	Derrocada do fixismo. Nova discussão: mecanismos evolutivos.
12	24:24-26:21	P	Conteúdo	Lamarck.
13	26:22-27:42	A	Conteúdo	Questiona relação entre geração espontânea e evolução.
14	27:43-30:43	P	Conteúdo	Teorias de Lamarck.
15	30:44-31:37	P	Conteúdo	Importância em se estudar os conhecimentos produzidos no passado.
16	31:38-34:50	P	Conteúdo	Leis do uso e desuso e herança das características adquiridas de Lamarck. Exemplo do pescoço da girafa. Idéia de que as características adquiridas só seriam transferidas se estivessem no pai e na mãe.
17	34:51-35:15	A	Conteúdo	Relaciona leis da herança de caracteres adquiridos com preformismo.
18	35:16-36:33	A	Conteúdo	Questiona se Lamarck fez experiências.
19	36:34-37:11	P	Conteúdo	Comunicação entre as pessoas na época de Lamarck.
20	37:12-37:32	P	Conteúdo	Dificuldades de Lamarck em explicar o processo evolutivo.
21	37:33-37:58	P	Conteúdo	Teoria de Darwin e Wallace.
22	37:59-40:31	A	Conteúdo	Afirma que ouviu falar que a teoria de Darwin era mais completa que a de Wallace.
23	40:32-41:17	A	Conteúdo	Questiona se Darwin tinha alguma formação antes de viajar no Beagle.
24	41:18-49:17	P	Conteúdo	Teoria de Darwin e Wallace. Influência de Malthus.
25	49:18-53:55	P	Conteúdo	Variabilidade para Darwin e para Lamarck.
26	53:56- 55:24	A	Conteúdo	Questiona sobre a seleção de uma característica benéfica e o aumento na competição.
27	55:25-56:34	P	Conteúdo	Teoria da seleção natural
28	56:35- 01:01:02	A	Conteúdo	Discute sobre a tendência de a evolução acontecer sempre, relacionando mudança no

				meio e mudança nos seres vivos.
29	01:01:03 – 01:02:17	P	Conteúdo	Tempo evolutivo e evidências da evolução.
30	01:02:18- 01:17:20	A	Conteúdo	Questiona sobre como explicar, segundo a teoria de Darwin, o exemplo dos peixes cegos do fundo do oceano.

Essa aula apresentou 30 episódios e teve a duração de 1 hora 17 minutos e 20 segundos. Desse total de episódios, 18 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 12 tiveram um tempo de duração maior. Ainda com relação ao total de episódios, 28 foram episódios de conteúdo, 1 de gestão de classe e 1 de agenda. Dos 28 episódios de conteúdo, 18 foram iniciados pela professora e 10 foram iniciados por alunos. No episódio de gestão de classe a professora discutiu se haveria aula no dia seguinte, mostrou um livro sobre evolução para os alunos e o disponibilizou para s que tivessem interesse em ver depois. Ela também fez a chamada e reclamou do atraso dos alunos em suas aulas (episódio 1). Já no episódio de agenda, a professora apresentou os assuntos que seriam trabalhados na aula (episódio 2).

Com relação à dinâmica e aos temas discutidos nesta aula, a professora iniciou a aula apresentando as visões de mundo fixista e transformacionista, além de levantar algumas questões sobre origem e causa da diversidade dos seres vivos (episódio 3). Posteriormente, ela apresentou e discutiu as evidências que apoiaram a visão evolucionista (paleontologia, anatomia comparada, embriologia, órgãos vestigiais) e colocaram em cheque a visão fixista do mundo (episódios 4, 5, 7, 8 e 9), discutiu os mecanismos que levariam às mudanças dos seres vivos (episódio 11) e as principais teorias evolutivas para explicar essas mudanças - as teorias de Lamarck (episódios 12, 14, 16 e 20) e de Darwin e Wallace (episódios 21, 24 e 27). Ela também fez um paralelo entre as teorias de Lamarck e Darwin, discutindo a idéia de variabilidade gerada em função da necessidade e de variabilidade pré-existente proposta por Darwin, e apresentou a falha na teoria de Darwin em explicar a origem da variabilidade (episódio 25). Na parte final da aula, a professora discutiu a questão levantada por uma aluna (episódio 30), sobre como é possível, segundo a teoria evolutiva de Darwin, explicar a existência de peixes cegos em cavernas e no fundo dos oceanos. Esta discussão durou aproximadamente 15 minutos e contou com a participação de sete alunos, que realizaram vários dos turnos de fala ao longo do episódio. Consideramos que a discussão ocorrida nesse episódio foi muito interessante, tanto pela quantidade de alunos participantes, quanto pela qualidade da discussão ocorrida. A participação dos

alunos durante as aulas desta turma será discutida em maiores detalhes na análise dos mapas de episódios iniciados por alunos.

Como resultado da análise do mapeamento por episódios da aula 3, verificamos também, momentos em que temas relacionados à história e filosofia da biologia foram discutidos. Esses momentos foram verificados tanto em episódios iniciados pela professora Sônia, quanto em episódios iniciados por alunos. Com relação aos episódios iniciados pela professora Sônia, verificamos que a professora falou sobre a importância em se estudar os conhecimentos produzidos no passado (episódio 15); discutiu sobre como era a comunicação entre as pessoas na época de Lamarck, questionou se Darwin teria conhecido o trabalho de Mendel (episódio 19) e explicou que atualmente existem evidências que apóiam as idéias básicas de Darwin e que estas idéias são aceitas pelos naturalistas e cientistas atualmente (episódio 29). Já nos episódios com temas relacionados à história e filosofia da biologia iniciados por alunos foram verificados quando uma mesma aluna explicitou a idéia de design inteligente como uma crítica atual à idéia de evolução (episódio 10); questionou sobre como Lamarck fundamentou sua teoria (episódio 18) e afirmou ter ouvido falar que a teoria de Darwin era mais completa que a de Wallace (episódio 22). Esses episódios geraram uma discussão sobre o longo tempo que Darwin passou desenvolvendo sua teoria, a demora em publicá-la e também o conflito entre sua teoria evolutiva e a crença religiosa de sua família. Por fim, no último episódio relacionado a este tema, essa mesma aluna questionou se Darwin tinha alguma formação antes de viajar no Beagle (episódio 23).

Aula 4 (02/10/07)

Nesta aula foi aplicado e discutido um exercício avaliativo sobre o uso e a resistência aos pesticidas. O mapa de episódio com os tempos, iniciações, tipos de discurso e temas/ações é apresentado a seguir.

Quadro 4.18 - Episódios na aula 4 da turma C (02/10/07)

Episódio (aula 4)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-00:15	P	Gestão de classe	Professora passa questões sobre uso de pesticidas em plantações e suas consequências para os alunos responderem.
2	00:15-31:00	P	Gestão de classe	Alunos respondem o exercício e professora circula pela sala e tira dúvidas.
3	31:00-42:52	P	Conteúdo	Correção da segunda questão do exercício: proposta de formas de utilização de pesticidas

				que diminuam a rapidez e o alcance da resistência de insetos.
4	42:53-43:20	P	Agenda	Professora termina a aula e diz que amanhã terá um trabalho fora de sala de aula. Pede para os alunos virem de tênis e avisar aos colegas.

Esta aula apresentou um total de 4 episódios e teve a duração de 43 minutos e 20 segundos. Do total de episódios, 1 foi de conteúdo e 2 de gestão de classe e 1 de agenda. No primeiro episódio de gestão de classe (episódio 1), a professora passou um texto que apresenta uma visão geral da evolução e das teorias de Darwin e Lamarck e uma atividade sobre uso de pesticidas em plantações e solicitou que os alunos respondessem em duplas. Ela pediu que os alunos só utilizassem o texto com as teorias de Darwin e Lamarck, caso considerassem necessário. Já no segundo episódio de gestão de classe, ela circulou pela sala e tirou dúvidas de alunos durante a resolução da atividade (episódio 2). No episódio de agenda, a professora comunicou que, na aula seguinte, os alunos fariam um trabalho fora da sala de aula e pediu para eles virem de tênis e avisarem aos colegas (episódio 4). Com relação aos tempos dos episódios, verificamos que dois deles tiveram a duração de até dois minutos, enquanto dois episódios ultrapassaram esse período de duração.

A atividade sobre o uso de pesticidas em plantações foi elaborada pela professora e teve uma de suas questões discutida com os alunos da turma C no episódio 3. Essa questão tinha o seguinte enunciado: Com base em sua explicação, é possível propor uma forma de utilização de pesticidas que diminua a rapidez e o alcance da resistência? Explique.

Na discussão da questão da atividade sobre pesticidas, verificamos a participação de vários alunos, que desenvolveram e argumentaram contra ou a favor de distintos mecanismos para uma forma mais eficaz de uso de pesticidas. Os mecanismos apresentados por alunos e discutidos em sala de aula foram: (a) desenvolvimento de um inseticida que agisse no sistema reprodutor dos insetos, (b) a utilização de vários inseticidas, num sistema de revezamento, (c) a utilização de agentes biológicos. Um aspecto interessante dessa discussão foi que, ao final, uma aluna questionou sobre qual seria a resposta correta para a questão e a professora respondeu que existem algumas possibilidades, ressaltando que é importante evitar utilizar mais pesticida do que o necessário. A análise da discussão realizada nesse episódio de conteúdo (episódio 3) nos mostrou ainda, duas características importantes da turma C. A primeira, é que a

participação dos alunos não ocorreu apenas nos episódios iniciados por eles, mas também em episódios iniciados pela professora, visto que, nesse episódio, os alunos desenvolveram, junto com a professora, a discussão sobre o uso dos pesticidas. A segunda característica verificada foi o fato de a turma já ter o costume de trabalhar com dinâmicas que favorecem sua participação e a argumentação em sala de aula, no caso dessa aula, presente no debate de diferentes mecanismos apresentados pelos alunos para um uso mais eficaz de inseticidas.

Aula 5 (03/10/07)

A aula 5 da turma C, foi uma atividade de campo que teve como objetivo simular a dinâmica de populações, enfatizando o papel dos predadores e de diferentes ambientes nesse processo. O mapa com os episódios desta aula é apresentado e discutido em seguida.

Quadro 4.19 - Episódios na aula 5 da turma C (03/10/07)

Episódio (aula 5)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00- 15:15	P	Gestão de classe	Explica a atividade prática com feijões e distribui material.
2	15:16-39:30	P	Gestão de classe	Grupos realizam a atividade prática no pátio da escola e professora passa tirando dúvidas.
3	39:31-45:56	P	Conteúdo	Pede para os grupos apresentarem seus resultados e anota no quadro (em sala de aula).
4	45:57-47:16	P	Conteúdo	Discute se os diferentes feijões utilizados na atividade são da mesma espécie.
5	47:17-48:40	P	Conteúdo	Processos de biológicos envolvidos no aparecimento das variedades de feijão.
6	48:41-49:17	A	Conteúdo	Questiona se é possível fazer uma espécie pura. Refere-se ao nazismo.
7	49:18-51:31	A	Conteúdo	Critica a idéia de que uma mesma vagem possa originar distintas variedades de feijão.
8	51:32-52:53	P	Conteúdo	Processos de biológicos envolvidos para o aparecimento das variedades de feijão.
9	52:54-53:14	A	Conteúdo	Questiona se translocação e crossing over são a mesma coisa.
10	53:15-54:44	P	Conteúdo	Processos de biológicos envolvidos para o aparecimento das variedades de feijão.
11	54:45-01:01:14	P	Conteúdo	Retoma os dados. Pede que os alunos expliquem. Discute os resultados com os alunos.
12	01:01:15-01:06:10	P	Gestão de classe	Pede para os alunos escreverem o conceito de adaptação nos cadernos. Faz a chamada.
13	01:06:11-	A	Conteúdo	Questiona se formação de raças é o mesmo que

	01:08:43			formação de espécies.
14	01:08:44-01:10:01	A	Conteúdo	Questiona sobre se o homem consegue produzir novas espécies artificialmente. ex. cães (chiuaua e doberman).
15	01:10:02-01:10:56	A	Conteúdo	Questiona se o cruzamento da mula com o cavalo forma uma nova espécie.
16	01:10:57-01:12:03	A	Conteúdo	Questiona se a pantera negra africana é uma variação do guepardo.
17	01:12:04-01:12:54	A	Conteúdo	Questiona sobre a importância da quantidade de cromossomos no processo de especiação.
18	01:12:55-01:20:00	P	Conteúdo	Discussão de exercício sobre conceito de adaptação.

Esta aula apresentou um total de 18 episódios e teve a duração de 1 hora e 20 minutos. Do total de episódios, 15 foram de conteúdo e 3 de gestão de classe. Dos episódios de conteúdo, 7 foram iniciados pela professora e 8 por alunos. O grande número de episódios de conteúdo iniciados por alunos evidencia uma ampla participação dos alunos durante esta aula. Já com relação aos episódios de gestão de classe, verificamos que, nestes episódios, a professora explicou a atividade prática com feijões e entregou o material da prática aos grupos (episódio 1), levou os grupos para o pátio da escola e tirou dúvidas de alunos durante a realização da prática com feijões (episódio 2) e, após a realização e discussão desta atividade, pediu para que os alunos escrevessem o conceito de adaptação nos cadernos (episódio 12). Verificamos ainda, que, do total de episódios da aula, 9 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 9 episódios ultrapassaram esse período de duração. É importante ressaltar, que, a filmagem da aula foi interrompida tanto quando os alunos saíram da sala em direção ao pátio do colégio, quanto no momento em que retornavam para a sala.

Com relação à dinâmica da aula, a professora dividiu a turma em quatro grupos e entregou um copo e dois sacos contendo feijões para cada grupo (episódio 1). Dos dois sacos de feijões que cada grupo recebeu, um apresentava feijões de cores (feijões pretos, marrons, vermelhos e brancos) e/ou tamanhos distintos dos outros. Posteriormente a professora levou os alunos para o pátio do colégio e selecionou para cada grupo, uma área com cerca de 1 metro quadrado (episódio 2). Cada uma dessas áreas apresentava características como a presença ou ausência de grama ou, quando na presença de grama, seu estado (seca ou verde) e altura (baixa ou alta). Ela pediu para que os alunos considerassem os feijões indivíduos de uma população e montassem uma população de feijões contendo vinte indivíduos de cada tipo de feijão. Pediu também para que cada grupo de alunos escolhesse um representante para agir como um predador. A partir daí,

os grupos de alunos foram orientados a jogar a primeira população de feijões nos locais selecionados e a darem 20 segundos para que a pessoa que fazia o papel de predador no grupo, coletasse esses feijões. Os feijões coletados pelo predador deveriam ser considerados como os indivíduos que foram predados. Já os que ficavam no ambiente seriam os indivíduos que sobreviveram e iriam se reproduzir. Assim, para cada feijão que sobrasse no ambiente, os alunos deveriam simular a reprodução, acrescentando mais dois. Esse procedimento foi realizado quatro vezes (representando quatro gerações) por cada grupo e os resultados obtidos em cada simulação (indivíduos predados em cada geração e total de indivíduos ao final da simulação) foram anotados pelos alunos dos grupos para uma posterior discussão dos resultados.

Após a realização da atividade de campo, os alunos voltaram para a sala de aula e a professora pediu para que um representante de cada grupo falasse quais os tipos de feijão com os quais trabalhou, onde trabalhou e quantos feijões o grupo coletou por geração (episódio 3). Os resultados apresentados pelos alunos foram discutidos com a sala toda (episódio 11). Posteriormente, a professora pediu para que cada aluno escrevesse o conceito de adaptação (episódio 12) e discutiu esse conceito com a turma (episódio 18).

Com relação aos temas discutidos na prática com feijões, os alunos verificaram que diferentes níveis de predação podem acontecer a depender da relação entre a cor dos feijões e o ambiente em que são colocados, ou seja, da maior facilidade ou dificuldade do predador em identificar os feijões no ambiente em que são colocados. Essa constatação levou a turma a discutir o conceito de adaptação. Além disso, os alunos constataram que, ao longo da simulação, a ação do predador ia se tornando mais eficaz e concluíram que isso ocorria devido a um processo de aprendizado do predador, que passava a identificar e desenvolver melhores técnicas de captura da presa, além de um favorecimento da predação pelo aumento na quantidade de presas, devido aos cruzamentos dos indivíduos sobreviventes da população predada anteriormente. Já com relação ao exercício realizado sobre adaptação, alunos e professora discutiram tanto as definições de adaptação apresentadas por alguns alunos, quanto a relação entre adaptação e seleção natural.

Outros temas importantes trabalhados nessa aula foram: (a) os conceitos de espécie e variedade, que foram discutidos, quando a professora questionou se os distintos tipos de feijão usados na aula eram diferentes espécies ou variedades (episódio 4); (b) os processos biológicos envolvidos no aparecimento das variedades de feijão

(episódio 5) ; (c) a endogamia diminuindo a variabilidade genética de uma população, os conceitos de seleção artificial, melhoramento de plantas e a idéia de que o feijão é uma planta domesticada, no sentido de que o seu cultivo tem uma forte influência humana (episódio 7); (d) o papel das mutações, crossing over, translocações e reprodução sexuada no aparecimento das variedades e a relação entre seleção natural e a diminuição na variabilidade genética de uma população(episódio 8), (e) o papel dos predadores no controle do crescimento das populações (episódio 11); (g) o processo de formação de raças e de espécies e a discussão sobre a partir de que ponto uma raça ou variedade pode tornar-se uma nova espécie (episódios 6, 13, 14, 15 e 17).

Um aspecto importante desta aula foi a ampla participação dos alunos, tanto iniciando episódios, quanto desenvolvendo episódios iniciados pela professora. Um exemplo de episódio iniciado pela professora que foi desenvolvido com a participação efetiva de alunos foi o episódio 11, no qual, ao menos 7 alunos participaram da discussão dos resultados da prática com feijões. Um segundo aspecto relevante desta aula, foi que os alunos trouxeram uma série de conhecimentos de seu cotidiano para as discussões, como aspectos relacionados à possibilidade de cruzamentos e formação de descendentes férteis entre diferentes raças de cães (como chiuaua e doberman) (episódio 14) e entre o cavalo e o burro (episódio 15) e a discussão sobre a possibilidade de especiação por isolamento geográfico de uma espécie de pantera negra africana, que seria uma variação do guepardo (episódio 16).

Aula 6 (09/10/07)

Esta foi uma aula expositiva na qual a professora Sônia abordou o tema mutações, utilizando como exemplo as variedades de milho. O quadro com mapa de episódios da aula é apresentado e discutido a seguir.

Quadro 4.20 - Episódios na aula 6 da turma C (09/10/07)

Episódio (aula 6)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00- 05:11	A	Agenda	Avisa que alguns alunos vão se ausentar na aula seguinte porque vão viajar para participar de um encontro.
2	05:12-05:32	P	Agenda	Programação da aula: variabilidade genética e mutações.
3	05:33-10:21	P	Conteúdo	Variedades de milho e relação amadurecimento com quantidade de amido no grão de milho. Diferença entre milho de galinha e milho verde.
4	10:22-11:34	A	Conteúdo	Questiona se o amadurecimento da semente tem

				alguma importância para o embrião.
5	11:35-14:11	P	Conteúdo	Diferença entre milho de galinha e milho verde. Tempo de colheita do milho. Variabilidade do milho.
6	14:12-19:07	A	Conteúdo	Questiona sobre a anatomia do milho. Cada sementinha tem uma florzinha própria?
7	19:08-20:52	A	Conteúdo	Questiona qual estrutura produz pólen no milho.
8	20:53-22:13	P	Conteúdo	Melhoramento de plantas e cruzamentos preferências com milho.
9	22:14-28:57	P	Conteúdo	Mutação: primeiros estudos, conceito e tipos.
10	28:58-31:00	P	Gestão de classe.	Comunica que é a nova diretora geral.
11	31:01-40:05	P	Conteúdo	Tipos de mutações: pontuais e cromossômicas. Fim da aula.

A aula 6 da turma C, apresentou um total de 11 episódios e teve a duração de 40 minutos e 05 segundos. Do total de episódios desta aula, 8 foram de conteúdo, 2 de agenda e 1 de gestão de classe. Dos episódios de conteúdo, 5 foram iniciados pela professora e 3 por alunos. Dos 2 episódios de agenda, 1 foi iniciado por um aluno e os outros pela professora. No primeiro episódio de agenda, um aluno avisou alguns alunos iriam se ausentar na aula seguinte porque iriam viajar para participar de um encontro de estudantes (episódio 1). A professora disse que não iria repor a aula e orientou os alunos a entregarem os trabalhos realizados na aula, quando voltassem. No outro episódio de agenda, a professora apresentou os temas que seriam discutidos na aula 6 (episódio 2). Já no episódio de gestão de classe, a professora comunicou aos alunos que estava no cargo de diretora geral do colégio (episódio 10). Verificamos ainda que, do total de episódios da aula, 4 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 7 episódios ultrapassaram esse período de duração.

Com relação aos temas da aula, a professora discutiu sobre o surgimento de variações genéticas e sobre os tipos e causas de mutações, utilizando o milho como exemplo. Ela apresentou distintas variedades de milho, discutiu sobre o ciclo de vida da planta, a relação do tempo de colheita com características das sementes da planta como a maior ou menor quantidade de amido, a anatomia e o processo de reprodução da planta, e por fim, o papel do homem no melhoramento do milho (episódios 3, 5 e 8).

Ao discutir mutações, a professora destacou sua importância na produção de variabilidade e discutiu sobre a frequência de mutações no material genético. Ela explicou, de forma geral, as mutações em ponto, dando como exemplo as mutações por

substituição de bases e as mutações estruturais, com a perda de pedaços do cromossomo. Ela também apresentou alguns agentes que podem causar um pareamento incorreto de bases, mutações causadas por inserções ou deleções de bases e mutações causadas por alterações na estrutura ou no número de cromossomos (episódios 9 e 11).

Um aspecto importante dessa aula foi o fato de a professora Sônia ter utilizado o milho como exemplo para discutir o tema mutações. Tal relevância é justificada pelo fato de a professora ter realizado em seu mestrado, um trabalho sobre genética de milho, o que mostra que ela trouxe um exemplo de seu cotidiano para a sua sala de aula.

Aula 7 (10/10/07)

Na aula 7 da turma C, os alunos realizaram um trabalho de genética de populações. Eles responderam um roteiro de prática e utilizaram populódromos para simular cruzamentos em uma população. Os episódios desta aula são apresentados no quadro abaixo e discutidos em seguida:

Quadro 4.21 - Episódios na aula 7 da turma C (10/10/07)

Episódio (aula 7)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-10:30	P	Gestão de classe	Explica o tema da aula e como os alunos devem proceder na resolução do roteiro de prática e na utilização dos populódromos.
2	10:31-01:04:51	P	Gestão de classe	Alunos realizam o trabalho. Professora tira dúvidas.
3	01:04:52-01:07:39	P	Conteúdo	Correção da primeira questão do trabalho: fatores que interferem na frequência de fenótipos em uma população.
4	01:07:40-01:09:30	P	Conteúdo	Correção da segunda questão do trabalho: como dar informações sobre a frequência dos genes em uma população.
5	01:09:31-1:19:30	P	Conteúdo	Discussão dos resultados da prática com populódromos.
6	01:19:31-01:19:53	A	Agenda	Questiona se haverá aula na escola na sexta feira.
7	01:19:54-01:27:47	P	Conteúdo	Interpretação matemática do exercício. Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
8	01:27:48-01:29:20	P	Agenda	Pede para os alunos lerem o capítulo do livro sobre equilíbrio de Hardy-Weinberg para a aula seguinte. Entrega bombons de dia das crianças e termina a aula.

A aula 7 da turma C, apresentou um total de 8 episódios e teve a duração de 1 hora, 29 minutos e 20 segundos. Do total de episódios desta aula, 4 foram de conteúdo,

2 de agenda e 2 de gestão de classe. Todos os episódios de conteúdo foram iniciados pela professora. Com relação aos episódios de agenda, um foi iniciado por um aluno e outro pela professora. No episódio primeiro episódio de agenda, um aluno questionou se haveria aula na escola na sexta feira seguinte (episódio 6). Já no outro episódio de agenda, a professora pediu para os alunos lerem o capítulo do livro sobre equilíbrio de Hardy-Weinberg para a aula seguinte (episódio 8). Nos episódios de gestão de classe, a professora disse que o tema da aula era genética de populações, explicou como os alunos deveriam proceder para a resolução do roteiro de prática e para a utilização do populódromo (episódio 1) e tirou dúvidas de alunos durante a elaboração da prática (episódio 2). Verificamos ainda que, do total de episódios da aula, 3 deles tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 5 episódios ultrapassaram esse período de duração.

Com relação à dinâmica desta aula, a professora Sônia realizou e discutiu em classe, uma atividade prática sobre genética de populações, frequências genotípicas, frequências gênicas e equilíbrio de Hardy-Weinberg. Ela inicialmente dividiu os alunos em pequenos grupos e solicitou que seguissem as orientações de um roteiro de prática que foi entregue a cada grupo. Esse roteiro explicava como os alunos deveriam trabalhar com um jogo fornecido pela professora (conhecido como populódromo), além de apresentar questões que os grupos deveriam responder. A professora também explicou aos alunos o que é um populódromo e o que cada parte do populódromo representa. Após a realização da prática com o populódromo¹² e da resolução do roteiro pelos alunos, a professora discutiu as respostas dos grupos e trabalhou com os conceitos que apareciam no roteiro com a turma.

Com relação aos conceitos discutidos nesta aula, a professora discutiu a relação entre dominância e frequências gênica (episódio 5), a importância dos cruzamentos do experimento terem sido ao acaso e as possíveis influências de um maior ou menor tamanho de uma população nos resultados destes cruzamentos (episódio 8); o conceito de população em equilíbrio, segundo a teoria do equilíbrio de Hardy-Weinberg e os fatores que podem alterar as frequências gênicas e genotípicas de uma população, como migrações, mutações e a interpretação matemática deste tipo de equilíbrio (episódio 9).

12 O populódromo consiste em um aparato com três hastes e com arruelas (moedas) de dois tipos. Cada arruela representa um alelo de um gen de um indivíduo diplóide. Para cada loci têm-se dois alelos,

Aula 8 (16/10/07)

A aula 8 da turma C, foi uma aula em que os alunos responderam e discutiram exercícios sobre genética de populações e teve como objetivo fixar os conhecimentos discutidos na aula anterior. O mapa de episódios desta aula é apresentado e discutido em seguida.

Quadro 4.22 - Episódios na aula 8 da turma C (16/10/07)

Episódio (aula 8)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-09:06	P	Gestão de classe	Passa exercícios sobre genética de populações no quadro e explica. Pede para os alunos responderem em classe.
2	09:07-14:00	P	Gestão de classe	Alunos respondem ao exercício. Professora tira dúvidas.
3	14:01-15:34	P	Conteúdo	Revisão de equilíbrio de Hardy-Weinberg.
4	15:35-16:23	P	Gestão de classe	Reclama que os alunos que faltaram à aula anterior não a procuraram.
5	16:24-18:31	P	Conteúdo	Revisão do equilíbrio de Hardy-Weinberg.
6	18:34-21:15	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício: cálculo da frequência gênica de uma população.
7	21:16- 21:23	P	Gestão de classe	Solicita que os alunos resolvam o segundo exercício.
8	21:24-22:00	A	Conteúdo	Questiona sobre o que é o PTC.
9	22:00- 27:10	P	Gestão de classe	Alunos respondem ao exercício. Professora tira dúvidas.
10	27:11- 32:50	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício: frequências gênicas de uma população.
11	32:51-39:15	P	Conteúdo	Correção do terceiro exercício: verificar se a população “a” está em equilíbrio.
12	39:16-39:44	A	Conteúdo	Questiona se existe população triploide.
13	39:45- 41:45	A	Conteúdo	Questiona sobre o 1/100 que aparece no exercício.
14	42:26-43:07	A	Conteúdo	Questiona se a população “a” está em equilíbrio.
15	43:08-43:27	A	Conteúdo	Questiona sobre o modo de calcular frequência gênica.
16	43:28- 44:44	A	Conteúdo	Questiona se a população “a” está em equilíbrio.
17	44:45-45:44	A	Conteúdo	Questiona o que é estar em equilíbrio.
18	45:45-48:21	P	Conteúdo	Correção do terceiro exercício: verificar se a população “b” está em equilíbrio.
19	48:22-48:51	P	Gestão de classe	Diz para alunos que faltaram na aula anterior a procurarem depois. Termina a aula.

duas arruelas. Como o populódromo apresenta dois tipos de arruelas, existiriam três tipos de indivíduos possíveis numa população com esses alelos.

Esta aula teve um total de 19 episódios e a duração de 48 minutos e 51 segundos. Do total de episódios desta aula, 13 foram de conteúdo e 6 de gestão de classe. Dentre os episódios de conteúdo, 6 foram iniciados pela professora e 7 por alunos, o que mostra uma ampla participação deste na aula. Nos episódios de gestão de classe, a professora passou exercícios sobre genética de populações e solicitou que os alunos respondessem (episódio 1), tirou dúvidas dos alunos durante a resolução de exercícios (episódios 2 e 9) reclamou dos alunos que faltaram à aula anterior e não a procuraram (episódio 4) e disse para os alunos que faltaram à aula anterior a procurassem depois (episódio 19). Com relação aos tempos dos episódios, verificamos que, do total de episódios da aula, 10 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 9 ultrapassaram esse período de duração.

Nesta aula, a professora Sônia passou exercícios sobre genética de populações no quadro de giz e pediu para que os alunos respondessem (episódio 1). Ela solicitou que os alunos que faltaram a aula anterior fizessem os exercícios junto a alunos que estavam presentes, fez uma revisão do modelo de equilíbrio de Hardy-Weinberg, discutido na aula anterior, explicando que em uma população hipotética estável, a frequência de um genótipo A1A1 é igual a p^2 , a frequência de um genótipo A1A2 é igual a $2pq$ e a frequência de um genótipo A2A2 é igual a q^2 , concluindo com a apresentação da fórmula $p^2+2pq+q^2=1$ e disse que se com essa rápida explicação os alunos conseguiriam resolver os exercícios (episódio 5).

Ao verificar que muitos alunos estavam com dificuldades na resolução dos exercícios, a professora corrigiu o primeiro exercício junto com eles (episódio 6). Este exercício pedia a frequência gênica de uma população na qual 3600 de seus indivíduos eram insensíveis ao PTC. Após fornecer mais um tempo para a resolução dos exercícios, a professora corrigiu e discutiu o segundo e o terceiro com os alunos (episódios 10, 11 e 18). O segundo exercício também pedia o cálculo das frequências gênicas de uma dada população. Já o terceiro, apresentava as frequências genotípicas de três populações e pedia para os alunos verificassem qual das populações estava em equilíbrio.

Vários alunos iniciaram episódios de conteúdo durante esta aula. Em alguns destes episódios alunos questionavam relacionadas ao conceito e a como verificar que uma população está em equilíbrio (episódios 14, 16 e 17). Em outro episódio, uma aluna questionou o cálculo utilizado pela professora para responder a terceira questão e ofereceram uma outra opção de resposta (episódio 15). Alunos ainda levantaram

discussões sobre o conceito de PTC (episódio 8), sobre a possibilidade de existência de uma população triploide (episódio 12) e sobre a representação de um dos exercícios (episódio 13).

Aula 9 (17/10/07)

Esta aula foi uma aula de leitura e discussão de textos sobre o tema mutações fundadoras. A dinâmica da aula consistiu na leitura de dois textos sobre mutações fundadoras e na posterior discussão de questões relacionadas ao tema com a professora. O mapeamento desta aula é apresentado no quadro abaixo.

Quadro 4.23 Episódios na aula 9 da turma C (17/10/07)

Episódio (aula 9)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:02-02:54	P	Gestão de classe	Pede para os alunos organizarem as cadeiras em um círculo, formarem duplas para ler os textos e identificarem as principais idéias dos textos.
2	02:55-35:20	P	Gestão de classe	Lêem o texto. Professora tira dúvidas dos que chegam.
3	35:21-42:53	P	Conteúdo	Discussão do texto: problema na linguagem do texto (idéia de propósito no surgimento de mutações).
4	42:54-43:20	P	Gestão de classe	Avisa que vai sair da sala para atender uma pessoa.
5	43:21-44:14	P	Conteúdo	Predadores das cigarras.
6	44:15-46:48	P	Conteúdo	Discussão do texto: ligação da genética com a antropologia, caráter provisório do conhecimento científico.
7	46:49-47:34	A	Conteúdo	Questiona sobre a relação entre o tamanho do trecho do DNA e idade da mutação.
8	47:35-48:02	A	Conteúdo	Questiona como as mutações fundadoras ajudam a discutir a história da rota humana.
9	48:03-48:54	A	Conteúdo	Questiona sobre uma doença citada no texto: hematocromatose.
10	48:55-49:55	A	Conteúdo	Discute que a heterozigose para mutações fundadoras seria uma vantagem evolutiva.
11	49:56-50:32	P	Conteúdo	Discussão do texto: conceito de mutações fundadoras.
12	50:33-50:49	A	Conteúdo	Questiona se normalmente mutações são corrigidas.
13	50:50-55:19	P	Conteúdo	Benefício das mutações: aumento na variabilidade genética.
14	55:20-57:02	A	Conteúdo	Questiona se as mutações criam genes novos ou muda genes já existentes. Questiona sobre a diferença na quantidade de genes entre

				espécies.
15	57:03-01:00:13	P	Conteúdo	Discussão do texto: conceito de hotspot.
16	01:00:14-01:03:48	P	Conteúdo	Discussão do texto: conceito de haplótipo.
17	01:03:49-01:10:21	P	Conteúdo	Discussão do texto: conceitos de alelos múltiplos e de herança quantitativa.
18	01:10:22-01:17:03	P	Conteúdo	Discussão das questões levantadas pelos alunos: relação do tamanho da mutação com seu tempo de existência, relação do estudo de mutações fundadoras com descoberta das rotas das populações humanas. Termina a aula.

Essa aula teve um total de 18 episódios e a duração de 1 hora, 17 minutos e 03 segundos. Do total de episódios desta aula, 15 foram de conteúdo e 3 de gestão de classe. Dentre os episódios de conteúdo, 9 foram iniciados pela professora e 6 por alunos. No primeiro episódio de gestão de classe, a professora pediu para os alunos organizarem as cadeiras em um círculo, formarem duplas para ler dois textos da revista *scientific american do Brasil*, distribuídos por ela, sobre mutações fundadoras e identificarem as principais idéias do texto e as dúvidas que surgissem para uma posterior discussão (episódio 1). Nos outros dois episódios de gestão de classe, a professora tirou dúvidas dos alunos que iam chegando atrasados na aula (episódio 2) e avisou que sairia por um momento da sala para atender a uma pessoa (episódio 4). Com relação aos tempos dos episódios desta aula, verificamos que, do total de episódios (18), 9 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 9 ultrapassaram esse período de duração.

A dinâmica dessa aula consistiu na leitura pelos alunos dos textos distribuídos pela professora Sônia e na posterior discussão dos aspectos importantes e das dúvidas verificadas durante a leitura. Dentre os temas discutidos nesta aula, o primeiro foi a linguagem do texto e foi desencadeado quando um aluno afirmou que o texto passava a impressão de que as mutações são condicionadas pelo meio, não ocorrendo ao acaso (episódio 3). A professora, então, leu e discutiu um trecho de um dos textos da aula que trazia a idéia errônea de finalidade nas mutações. Este trecho se referia à característica genética sensibilidade ao PTC e dizia que o nosso paladar para o amargo existe para nos proteger de ingerir substâncias tóxicas em plantas. A professora explicou para os alunos que tipo de problema pode ocorrer por dois motivos: (a) problemas na tradução de textos para o português e (b) costume de escrever dessa forma nos artigos de divulgação científica. Ela concluiu que isso não significaria que os pesquisadores da área pensem

em mutação como causada ou condicionada pelo meio, mas poderia levar leitores com conhecimento menos aprofundados do tema, a terem uma compreensão errônea desse tema. Ela ressaltou ainda que os alunos deveriam ter cuidado com o uso desse tipo de linguagem, principalmente em avaliações como o vestibular, onde isso é considerado um erro.

Um segundo tema discutido pela professora com os alunos, foi o fato de que alguns tipos de mudanças podem ser induzidos pelo meio, e citou a relação entre a exposição ao sol e a maior produção de melanina, a presença de oxigênio e a maior produção de hemácias (episódio 3).

A relação entre antropologia e genética (episódio 6), a influência das mutações no aumento da variabilidade genética (episódio 13) e os conceitos de mutações fundadoras (episódio 11), hotspots (episódio 15) e haplótipos (episódio 16) também foram discutidos nesta aula.

Ao final da aula, a professora tirou algumas dúvidas dos alunos relacionadas à determinação do tempo de uma mutação (se uma mutação é mais antiga ou mais recente) e à relação entre o estudo de mutações fundadoras e os conhecimentos relacionados às rotas das populações humanas ao longo da história (episódio 18).

Um aspecto relacionado à filosofia da ciência foi verificado quando a professora discutiu sobre o caráter provisório do conhecimento científico (episódio 6).

Aula 10 (23/10/07)

Esta foi uma aula expositiva na qual a professora discutiu com os alunos uma série de temas importantes como especiação e diversidade dos seres vivos. O mapa de episódios a seguir mostra como se deu esta aula e os temas que foram levantados e discutidos em seu percurso.

Quadro 4.24 - Episódios na aula 10 da turma C (23/10/07)

Episódio (aula 10)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:58-06:21	P	Agenda	Marca prova e discute sobre o cronograma das aulas até o fim do ano.
2	06:22-09:00	P	Conteúdo	Revisa temas discutidos na unidade evolução. Diz que vão começar a discutir como surgem as novas espécies.
3	09:01-09:36	P	Conteúdo	Grande número de espécies existentes atualmente.
4	09:37-10:14	P	Gestão de classe	Professora autoriza a entrada de uma aluna na sala.

5	10:15-11:00	P	Conteúdo	Grande número de espécies existentes atualmente. Diversidade de insetos.
6	11:01-14:15	A	Conteúdo	Questiona sobre os insetos serem o grupo de maior diversidade.
7	14:16-15:53	P	Conteúdo	Especiação: questiona como ocorre e se apenas a variabilidade genética responde a isso.
8	15:54-20:52	P	Conteúdo	Tempo evolutivo: idade da Terra quando surgiu a vida, e tempo de surgimento do homem. Evolução humana.
9	20:53-21:47	A	Conteúdo	Afirma que ouviu falar na possibilidade do homo sapiens ter vivido junto com o homo de neandherthal.
10	21:48-22:16	A	Conteúdo	Questiona sobre a diferença entre o homo sapiens e o homo de neandherthal. Se é psicológica.
11	22:17-23:50	P	Conteúdo	Tempo evolutivo: idade da espécie humana. Fósseis humanos em Minas Gerais.
12	23:51-27:39	A	Conteúdo	Questiona se a herança da mitocôndria é da mãe.
13	27:40-28:45	A	Conteúdo	Questiona se num mesmo indivíduo todas as mitocôndrias são iguais.
14	28:46-29:12	A	Conteúdo	Questiona se, caso as mitocôndrias dos espermatozoides entrassem no óvulo, o embrião teria 50% de mitocôndrias provenientes do óvulo e 50% do espermatozoide.
15	29:13-32:21	P	Conteúdo	Varição na diversidade e na complexidade dos seres vivos ao longo do tempo.
16	32:22-35:08	A	Conteúdo	Questionamento sobre o conteúdo do slide em discussão: relação variação do nível do mar com variação da diversidade ao longo do tempo.
17	35:09-35:48	P	Conteúdo	Discussão de gráfico com variação na quantidade de oxigênio na atmosfera ao longo do tempo.
18	35:49-38:45	A	Conteúdo	Questiona se o oxigênio liberado pela fotossíntese não é compensado pela respiração dos seres vivos.
19	38:46-39:30	A	Conteúdo	Questiona sobre o ano do gráfico da variação na quantidade de oxigênio na atmosfera ao longo do tempo.
20	39:31-39:42	A	Conteúdo	Questiona sobre informação do gráfico da variação na quantidade de oxigênio na atmosfera ao longo do tempo.
21	39:43-40:18	A	Conteúdo	Questiona sobre mais uma informação do gráfico da variação na quantidade de oxigênio na atmosfera ao longo do tempo.
22	40:19-41:05	P	Conteúdo	Resume as principais idéias da aula. Termina a aula.

Esta aula teve um total de 22 episódios e a duração de 41 minutos e 05 segundos. Do total de episódios desta aula, 20 foram de conteúdo, 1 de agenda e 1 de gestão de classe. Dos 20 episódios de conteúdo, 9 foram iniciados pela professora e 11 por alunos, o que representou uma ampla participação dos alunos na dinâmica desta aula. No episódio de agenda, a professora marcou a prova e discutiu sobre o cronograma das aulas até o fim do ano (episódio 1), retomou os assuntos da unidade e disse que iria discutir nesta aula como surgem as novas espécies (episódio 2). No episódio de gestão de classe, a professora autorizou a entrada de uma aluna na sala de aula (episódio 4). Com relação aos tempos dos episódios desta aula, verificamos que, do total de episódios (22), 14 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 8 episódios ultrapassaram esse período de duração.

A aula começou com a professora discutindo com os alunos as idéias e conceitos importantes trabalhados ao longo da unidade evolução, como a importância da variabilidade, os mecanismos que geram variabilidade em uma população (mutações, crossing over, segregação cromossômica), a teoria da seleção natural, a especiação por isolamento geográfico e a diversidade dos seres vivos (episódio 2). Após essa revisão geral, a professora falou sobre a diversidade de seres vivos (episódio 3) e a sobre variedade de insetos existentes atualmente (episódio 5). Ela então discutiu sobre especiação, sobre sua importância no processo evolutivo e se apenas a variabilidade genética seria suficiente para explicar este processo (episódio 7). Ela também discutiu sobre o tempo evolutivo e evolução humana (episódios 8 e 11), sobre a variação na diversidade e na complexidade dos seres vivos ao longo do tempo (episódio 15) e sobre as variações que ocorreram no nível do mar e na quantidade de oxigênio disponível na Terra ao longo do tempo (episódio 16).

Com relação à participação dos alunos, verificamos que eles tiveram uma ampla participação na aula visto que, iniciaram mais episódios do que a professora e, além disso, auxiliaram a professora a desenvolver alguns episódios iniciados por ela. Isso pôde ser verificado na discussão do episódio 8, em que, ao menos 6 alunos desenvolveram as idéias em discussão juntamente à professora.

Aula 11 (24/10/07)

A aula 11 da turma C também foi uma aula expositiva na qual a professora utilizou uma série de gráficos e ilustrações para abordar os temas programados. O mapa de episódios a seguir mostra, em maiores detalhes, os temas discutidos, os tempos

utilizados para a discussão de cada tema e o protagonista desses temas no decorrer da aula.

Quadro 4.25 Episódios na aula 11 da turma C (24/10/07)

Episódio (aula 11)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-06:40	P	Conteúdo	Passa uma revista “ciência hoje” mostrando as bananas com semente. Discute sobre variabilidade genética de bananas.
2	06:41-10:56	P	Conteúdo	Discussão de gráfico: relação da variação na temperatura da Terra com variação da diversidade dos seres vivos ao longo dos milhões de anos.
3	10:57-17:02	P	Conteúdo	Discussão de gráfico com o tempo da Terra e os animais que surgiram e desapareceram nesse tempo.
4	17:03-17:54	P	Conteúdo	Características do ornitorrinco e equidna.
5	17:55-19:03	A	Conteúdo	Questiona sobre a possibilidade de relacionar os seres vivos atuais por nível de complexidade.
6	19:04-21:58	A	Conteúdo	Questiona se existe uma escala de complexidade que permita verificar que um ser vivo é mais complexo que outro.
7	22:00-23:29	P	Conteúdo	Discussão de uma ilustração que representa uma espiral da diversidade dos seres vivos. Variação da diversidade ao longo do tempo.
8	23:30-25:13	P	Conteúdo	Discussão de gráfico com tempo geológico e evolução dos mamíferos.
9	25:14-27:45	A	Conteúdo	Questiona se a preguiça é um animal bravo.
10	27:46-31:35	P	Conteúdo	Discussão de ilustração com a separação dos continentes ao longo do tempo.
11	31:36-32:20	P	Conteúdo	Discussão de ilustração com fósseis que encontrados em diferentes continentes.
12	32:21-38:47	P	Conteúdo	Conceito de espécies.
13	38:48- 39:28	A	Conteúdo	Questiona se sempre que há o isolamento reprodutivo forma uma nova espécie.
14	39:28-42:17	A	Conteúdo	Pergunta quantas gerações é uma descendência. Discussão sobre isolamento reprodutivo e descendentes férteis.
15	42:18-43:35	P	Conteúdo	Surgimento de novas espécies.
16	43:36- 45:49	A	Conteúdo	Afirma que as mutações que passam para novas gerações ocorrem nas células reprodutivas.
17	45:50-51:43	A	Conteúdo	Questiona se podem ocorrer mutações no desenvolvimento do zigoto.
18	51:44-52:10	A	Conteúdo	Traz um exemplo de um homem que nasceu com os órgãos invertidos.
19	52:11-54:22	P	Conteúdo	Surgimento de novas espécies.
20	54:23-01:00:47	A	Conteúdo	Questiona sobre se a célula reprodutiva de

				plantas 3n que não conseguem mais fecundar com as 2n. Discutem se isso forma novas espécies.
21	01:00:48-01:02:05	P	Conteúdo	Especiação por isolamento geográfico.
22	01:02:17-01:03:55	P	Conteúdo	Anagênese e cladogênese.
23	01:03:56-01:04:39	P	Conteúdo	Síntese do conceito de especiação.
24	01:04:40-01:07:37	P	Conteúdo	Mecanismos de especiação: pré-zigóticos e pós-zigóticos.
25	01:07:38-01:08:07	A	Conteúdo	Questiona se esses mecanismos só se aplicam aos organismos com reprodução sexuada.
26	01:08:08-01:10:09	P	Conteúdo	Isolamento temporal. Exemplifica com estudo que realizou sobre ciclo de vida das drosófilas na graduação.
27	01:10:10-01:10:48	A	Conteúdo	Questiona como a professora contava as drosófilas em seu estudo.
28	01:10:49-01:12:26	P	Conteúdo	Dá exemplos de mecanismos de especiação pré-zigóticos e pós-zigóticos.
29	01:12:27-01:15:03	P	Conteúdo	Revisa o que foi visto na aula.
30	01:15:04-01:16:50	P	Agenda	Fala com os alunos da programação das próximas aulas: discussão do tema filogenia e aplicação e discussão da atividade com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução.

Essa aula teve um total de 30 episódios e a duração de 1 hora 16 minutos e 50 segundos. Do total de episódios da aula, 29 foram de conteúdo e 1 de agenda. Dos episódios de conteúdo, 18 foram iniciados pela professora e 11 por alunos. Já o episódio de agenda foi o último episódio da aula. Nele, a professora apresentou os temas que seriam discutidos nas aulas seguintes e falou sobre a atividade para a discussão de questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução (episódio 30). Verificamos ainda que, do total de episódios da aula, 15 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 15 ultrapassaram esse período de duração.

Os principais temas desta aula foram diversidade dos seres vivos e especiação. Antes de iniciar a discutir os temas da aula, a professora Sônia passou para os alunos um artigo da revista ciência hoje que falava sobre um tipo de banana asiática que apresentava sementes. Ela explicou que há uma pequena variabilidade genética nas bananas devido à reprodução vegetativa, explicou que isso leva a maior susceptibilidade a fungos e discutiu sobre as tentativas dos pesquisadores em genética vegetal de buscar mecanismos que possibilitem aumentar a variabilidade das bananas.

Um dos recursos utilizados pela professora para discutir os temas nesta aula foi a apresentação de gráficos e ilustrações. O primeiro gráfico apresentado mostrava relação da variação na temperatura da Terra com variação da diversidade dos seres vivos ao longo dos milhões de anos (episódio 2), o segundo gráfico apresentado na aula mostrava o tempo da Terra e os animais que surgiram e desapareceram neste período (episódio 3) e o terceiro gráfico mostrava o tempo geológico e a evolução dos mamíferos (episódio 8). Durante a discussão dos gráficos, a professora falou sobre a relação entre diversidade dos seres vivos e as condições do ambiente na Terra, explicou que a fauna atual é bem menor em diversidade do que as faunas do passado e questionou se a diversidade atual seria a mesma, caso as variações no ambiente tivessem sido diferentes. Com relação às ilustrações apresentadas, a primeira mostrava uma espiral que representava a variação na diversidade dos seres vivos ao longo do tempo. Utilizando essa ilustração, a professora discutiu com os alunos sobre os períodos de aumento e de diminuição na diversidade dos seres vivos na Terra (episódio 7). Uma segunda ilustração mostrava como os continentes foram se separando ao longo dos vários períodos geológicos e foi utilizada para discutir a mudança no posicionamento dos continentes ao longo do tempo e (episódio 10). Por fim, uma terceira ilustração com fósseis encontrados em diferentes continentes foi apresentada para discutir a distribuição dos seres vivos na Terra (episódio 11).

Outros temas discutidos nesta aula foram: a caracterização do ornitorrinco e do equidna (episódio 4); a possibilidade de classificar os seres vivos atuais por nível de complexidade (episódio 5) ; a possibilidade de comparar os seres vivos com base em uma escala de complexidade (episódio 6); o conceito de espécie (episódio 23); os tipos e processos de especiação (episódio 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26) e as mutações que podem ser transmitidas a outras gerações (episódios 16 e 17).

Nessa aula, verificamos que os alunos participaram ativamente, seja desenvolvendo as idéias e conceitos trabalhados pela professora, seja levantando questões e fazendo afirmações sobre os temas discutidos na aula.

Aula 12 (30/10/07)

Essa foi uma aula de resolução e discussão de exercícios com os temas convergência, irradiação adaptativa, relação de parentesco entre seres vivos e problemas na linguagem nos textos científicos. O seu mapa de episódios está representado no quadro abaixo.

Quadro 4.26 - Episódios na aula 12 da turma C (30/10/07)

Episódio (aula 12)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:05-05:39	P	Gestão de classe	Passa exercícios do livro, pede para os alunos se organizarem em duplas e resolverem. Diz que não é para entregar.
2	05:40-06:12	A	Conteúdo	Questiona o que é irradiação adaptativa.
3	06:13-24:19	P	Gestão de classe	Alunos resolvem o exercício. Professora circula pela sala tirando dúvidas.
4	24:20-28:39	P	Conteúdo	Correção do primeiro exercício: fósseis marinhos.
5	28:40-29:35	A	Conteúdo	Questiona sobre o papel das conchas na formação do calcário.
6	29:36-30:05	A	Conteúdo	Questiona se o calcário só pode ter origem animal.
7	30:06-34:05	P	Conteúdo	Correção do segundo exercício: evolução convergente
8	34:06-38:21	P	Conteúdo	Correção do terceiro exercício: irradiação adaptativa.
9	38:22-42:00	P	Conteúdo	Correção do quarto exercício: linguagem nos textos de divulgação científica. Termina a aula.

A aula 12 da turma C, teve um total de 9 episódios e a duração de 42 minutos. Do total de episódios desta aula, 7 foram de conteúdo e 2 de gestão de classe. Dos episódios de conteúdo, 4 foram iniciados pela professora e 3 por alunos. Nos episódios de gestão de classe, a professora passou exercícios para que os alunos respondessem em duplas, disse que não era preciso entregar ao final da aula (episódio 1) e tirou dúvidas de alunos durante a resolução dos exercícios por eles (Episódio 3). Verificamos ainda que, do total de episódios da aula, 3 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 6 ultrapassaram esse período de duração.

Com relação à dinâmica da aula, os alunos responderam e, posteriormente, corrigiram os exercícios com a professora. O primeiro exercício discutido nessa aula (episódio 4) mostrava fósseis de peixes marinhos encontrados no interior do Brasil e pedia para que os alunos explicassem a existência desses fósseis. Nesse mesmo exercício era fornecida uma tabela que representava a variação no nível do mar ao longo do tempo. Após concluírem que isso pode ser explicado porque em determinados períodos essas regiões estiveram cobertas pelo mar, a professora pediu que os alunos apresentassem outras evidências, encontradas em sua própria cidade (Belo Horizonte) que mostrassem que essa região é uma região que já esteve coberta pelo mar. Os alunos então, iniciaram uma discussão sobre a presença de grutas calcárias e sobre o porquê de

esse fato funcionar como uma evidência da presença de mar na região de Belo Horizonte em determinado período evolutivo.

O segundo exercício corrigido (episódio 7) tratava dos conceitos de irradiação adaptativa e evolução convergente. O exercício apresentava semelhanças entre algumas características do corpo do tubarão com características do corpo dos golfinhos e perguntava se essas semelhanças se tratavam de um exemplo de irradiação adaptativa ou de evolução convergente. Os alunos e a professora concluíram que se tratava de um exemplo de evolução convergente e discutiram que pressões semelhantes selecionam características semelhantes em grupos diferentes.

O terceiro exercício discutido (episódio 8), também tratava dos conceitos de irradiação adaptativa e evolução convergente, mas aqui a resposta correta era irradiação adaptativa. O enunciado do exercício dizia que estudos de fósseis mostram que raias, cações, e tubarões já existiam desde período triássico e que esses fósseis apresentam características no esqueleto e mandíbulas semelhantes às formas atuais. A pergunta feita aos alunos era a mesma da questão anterior, de se esse era um exemplo de irradiação adaptativa ou de evolução convergente. Os alunos responderam que esse exemplo se tratava de um exemplo de irradiação adaptativa e discutiram com a professora o conceito de irradiação adaptativa e a idéia de que a irradiação adaptativa está relacionada a diferentes pressões seletivas.

Por fim, o quarto exercício discutido nessa aula (episódio 9), colocava em discussão a linguagem utilizadas nos textos de divulgação científica. Nessa questão, o trecho de um artigo que apresentava a importância do vôo dos morcegos africanos, era apresentado e se pedia para que os alunos comentassem possíveis erros na linguagem utilizada no artigo, considerando o que aprenderam sobre os processos de evolução por seleção natural. Os alunos explicitaram e discutiram o erro na linguagem do texto, que aparecia na afirmação de que os morcegos africanos desenvolveram mecanismos para economizar energia. Eles criticaram a idéia de desenvolvimento de uma característica devido a uma necessidade imposta pelo meio. Outra idéia criticada foi a da existência de um propósito consciente que apareceria quando o texto afirmava que os morcegos teriam um objetivo ao desenvolverem mecanismos para economizar energia no vôo.

Aula 13 (31/10/07)

Quadro 4.27 - Episódios na aula 13 da turma C (31/10/07)

Episódio (aula 13)	Tempo	Iniciação	Tipo de discurso	Tema ou Ação
1	00:00-03:11	P	Conteúdo	Retoma e discute dúvidas de alunos da aula anterior relacionadas à origem das nadadeiras de peixes e processo de formação de rochas calcárias.
2	03:12-04:04	P	Agenda	Explica o que vai ser discutido na aula: árvores filogenéticas e exercícios.
3	04:05-09:10	P	Conteúdo	Árvores filogenéticas: conceito, modo de construção, influência das descobertas na biologia molecular na classificação dos seres vivos.
4	09:11-11:53	A	Conteúdo	Afirma que até Aristóteles tinha um sistema de classificação.
5	10:30-11:53	P	Conteúdo	Mudanças recentes na classificação dos seres vivos.
6	11:54- 17:07	P	Conteúdo	Discussão da primeira árvore filogenética: procariotos e eucariotos. Separação do grupo archae e bactéria.
7	17:08-21:03	P	Conteúdo	Discussão de segunda árvore: primatas.
8	21:04-22:48	A	Conteúdo	Questiona se as divisões que aparecem na árvore de primatas se referem à classificação em filo, classe, ordem.
9	22:49- 23:09	A	Conteúdo	Questiona se pode falar que a relação homem macaco é uma irradiação adaptativa.
10	23:10-28:21	A	Conteúdo	Questiona se existe algum outro gênero, que só tenha uma espécie, como na espécie humana.
11	29:30-30:29	P	Conteúdo	Discussão da terceira árvore filogenética sobre semelhanças no DNA: monotrematas e marsupiais.
12	30:30-31:20	A	Conteúdo	Questiona o que são monotrematas.
13	31:21-32:31	P	Conteúdo	Discussão da terceira árvore filogenética sobre semelhanças no DNA: parentesco baleia, vaca e porco.
14	32:32-34:08	P	Conteúdo	Discussão da quarta árvore filogenética semelhanças no DNA de primatas.
15	34:09-35:08	A	Conteúdo	Questiona sobre a apresentação na árvore da relação entre baleia, vaca e porco.
16	35:09-36:33	A	Conteúdo	Questiona sobre a divisão dos primatas com e sem cauda.
17	36:34-39:01	A	Conteúdo	Questiona sobre a função da cauda.
18	39:02-41:46	P	Conteúdo	Discussão de quinta árvore: grupos bactéria, archae e eucaria.
19	41:47-46:37	A	Conteúdo	Questiona se os fungos são unicelulares ou

				pluricelulares.
20	46:38-51:06	P	Conteúdo	Discussão da sexta árvore: relações de parentesco entre vertebrados
21	51:07-52:47	P	Conteúdo	Dá dicas de como os alunos devem lidar com questões desse tema no vestibular.
22	52:48-01:24:20	P	Gestão de classe	Passa exercícios. Alunos respondem.
23	01:24:21-01:25:00	P	Gestão de classe	Chama os alunos para corrigir as questões. Vê que não dá mais tempo e termina a aula.

A aula 13 da turma C apresentou um total de 23 episódios e a duração de 1 hora e 25 minutos. Do total de episódios desta aula, 20 foram de conteúdo, 2 de gestão de classe e 1 de agenda. Dos episódios de conteúdo, 11 foram iniciados pela professora e 9 por alunos. No episódio de agenda, a professora explicou o que iria ser discutido na aula (episódio 2). Já nos episódios de gestão de classe, a professora passou exercícios para os alunos responderem (episódio 22), chamou os alunos para iniciarem a correção, viu que não havia mais tempo disponível para isso e dispensou a turma (episódio 23). Verificamos ainda que, do total de episódios da aula, 11 tiveram a duração de até dois minutos, enquanto 12 ultrapassaram esse período de duração.

Nessa aula teórica, a professora desenvolveu as idéias de que classificar parece ser algo inerente ao ser humano, que diversos sistemas de classificação dos seres vivos com base em distintos critérios já foram desenvolvidos até hoje - como os sistemas de Lineu e Aristóteles - e que a relação de parentesco evolutivo é um critérios mais usados atualmente para a classificação dos seres vivos (episódios 3 e 5). Ela então passou a discutir com os alunos aspectos da classificação de seres vivos por relação de parentesco, a partir da exibição de slides com diferentes árvores filogenéticas. A dinâmica que a professora imprimiu à aula consistiu na apresentação várias árvores filogenéticas, no questionamento e discussão com os alunos do que cada árvore representava e dos critérios utilizados em cada uma delas para caracterizar as relações de parentesco.

Com relação às árvores filogenéticas discutidas, a primeira mostrava relações de parentesco entre representantes dos grandes grupos de seres vivos (bactéria, archea e eucaria) (episódio 6), a segunda mostrava a relação de parentesco entre primatas (episódio 7), a terceira apresentava relações de parentesco de espécies de seres vivos com base em semelhanças no DNA (episódios 11, e 13), a quarta mostrava relações de parentesco entre os primatas com base na semelhança do DNA (episódio 14), a quinta mostrava as relações de parentesco entre grupos bactéria (episódio 18), archea e eucaria

e por fim, a sexta árvore apresentava a relações de parentesco entre os vertebrados (episódio 20). Ao final da aula, a professora passou dois exercícios do livro didático e os alunos passaram o restante da aula respondendo.

Um aspecto relevante da aula foi verificado nas discussões sobre evolução humana e sobre a idéia de o homem ter vindo do macaco. Nessas discussões, a relação de parentesco homem e macaco foi esclarecida, a partir da interpretação de que ambos apresentam um ancestral em comum. O interessante nessa discussão foi que, ao contrário do que ocorreu na turma B, elas ocorreram, todo o tempo, fundamentadas em conhecimentos da ciência, sem que temas religiosos fossem levantados nem pela professora nem pelos alunos (episódios 8, 9 e 10).

4.3.3 - Práticas epistêmicas, conteúdos temáticos e demandas a(o) professor(a) verificadas nas afirmações e questões dos episódios iniciados por alunos na turma C

Durante as aulas da professora Sônica na turma C, verificamos que os alunos participaram tanto protagonizando uma grande quantidade de episódios de conteúdo (68), quando auxiliando a professora no desenvolvimento e discussão de episódios iniciados por ela ao longo das aulas.

O quadro 4.28 classifica os episódios de conteúdo iniciados por alunos nas aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 12 e 13 da professora Sônia, em termos de práticas sociais às quais eles são conectados, conteúdo temático abordado, prática epistêmica e ajuste requerido na estrutura da aula desta professora. Um quadro que inclui as transcrições das afirmações e questionamentos dos alunos nestes episódios é apresentado no apêndice 6.

Quadro 4.28: Resumo dos episódios iniciados por alunos em termos de conteúdo temático e práticas epistêmicas explicitadas na turma C (C, conceito; D, dado; T, teoria)

Práticas sociais em conexão com	Aula/ Episódio	Aluno	Conteúdo temático	Prática epistêmica	Ajuste Requerido
Produção do conhecimento	3/6	– Brita	– ancestrais da baleia	– considerando diferentes fontes de dados	extrapolação
	3/13	– Keira	– geração espontânea e evolução	– checando o entendimento	continuidade
	3/23	– Keira	– Darwin	– problematizando	continuidade
	3/28	– Fernando	– evolução	– problematizando	extrapolação
	3/30	– Vanessa	– peixes cegos dos oceanos	– lidando com situação anômala ou problemática	extrapolação
	5/6 5/9	– Fernando – Keira	– formação de raças – translocação e crossing over	– problematizando – checando o entendimento	extrapolação continuidade

5/13	– Joana	– formação de raças e espécies	– problematizando	extrapolação
5/14	– Joana	– formação de espécies pelo homem	– problematizando	continuidade
5/16	– Fernando	– especiação por isolamento geográfico	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
5/17	– Fernando	– cromossomos	– checando o entendimento	continuidade
6/4	– Keira	– fisiologia do milho	– problematizando	continuidade
6/6	– Keira	– anatomia do milho	– problematizando	continuidade
6/7	– Roberto	– anatomia do milho	– problematizando	continuidade
8/8	– Fernando	– definição de PTC	– problematizando	continuidade
8/12	– Keira	– populações triplóides	– checando o entendimento	continuidade
8/13	– Maria	– representação dos dados do exercício	– checando o entendimento	extrapolação
8/14	– Pedro	– equilíbrio populacional	– checando o entendimento	continuidade
8/15	– Keira	– frequência gênica	– problematizando	continuidade
8/16	– Fernando	– equilíbrio populacional	– checando o entendimento	continuidade
8/17	– Pedro	– equilíbrio populacional	– problematizando	continuidade
9/7	– Lúcio	– mutações	– lidando com situação anômala ou problemática	extrapolação
9/8	– Maria	– mutações fundadoras	– problematizando	extrapolação
9/9	– Lúcio	– hematocromatose	– problematizando	extrapolação
9/12	– Pedro	– mutações	– checando o entendimento	continuidade
9/14	– Maria	– mutações	– problematizando	continuidade
10/9	– Pedro	– evolução humana	– considerando diferentes fontes de dados	continuidade
10/10	– Tiago	– evolução humana	– problematizando	continuidade
10/12	– Pedro	– mitocôndrias	– checando o entendimento	extrapolação
10/13	– Keira	– mitocôndrias	– problematizando	extrapolação
10/14	– Vanessa	– mitocôndrias	– problematizando	continuidade
10/16	– Keira	– interpretação de gráfico	– articulando conhecimento observacional e conceitual	extrapolação
10/18	– Roberto	– ciclo do oxigênio	– problematizando	continuidade
10/19	– Keira	– interpretação de gráfico	– articulando conhecimento observacional e conceitual	continuidade
10/20	– Roberto	– interpretação de gráfico	– articulando conhecimento observacional e conceitual	continuidade
10/21	– Pedro	– interpretação de gráfico	– checando o entendimento	continuidade
11/5	– Vanessa	– nível de complexidade	– problematizando	extrapolação
11/6	– Keira	– nível de complexidade	– problematizando	continuidade
11/9	– Keira	– preguiça	– problematizando	continuidade
11/13	– Joana	– isolamento reprodutivo	– utilizando conceitos para interpretar dados	continuidade
11/14	– Keira	– isolamento reprodutivo	– problematizando	continuidade
11/17	– Roberto	– mutações	– problematizando	continuidade
11/20	– Joana	– isolamento reprodutivo	– problematizando	extrapolação
11/25	– Keira	– isolamento reprodutivo	– checando o entendimento	continuidade
11/27	– Joana	– drosófilas	– elaborando hipótese	continuidade
12/2	– Keira	– irradiação adaptativa	– lidando com situação anômala ou problemática	continuidade
12/5	– Maria	– calcário	– checando o entendimento	continuidade
12/6	– Keira			continuidade

	13/8	– Joana	– calcário – interpretação de dados	– problematizando – articulando conhecimento observacional e conceitual	continuidade
	13/9	– Pedro		– checando o entendimento	continuidade
	13/10	– Keira	– irradiação adaptativa	– problematizando	continuidade
	13/12	– Keira	– evolução humana – monotrematas	– lidando com situação anômala ou problemática	continuidade
	13/15	– Keira		– problematizando	extrapolação
	13/16	– Pedro	– interpretação de gráfico		continuidade
	13/19	– Keira	– função do rabo – fungos	– problematizando – problematizando	continuidade
Comunicação do conhecimento	10/6	– Keira	– diversidade de insetos	– apresentando idéias próprias	continuidade
	11/18	– Brita	– mutação	– apresentando idéias próprias	continuidade
	13/16	– Vanessa	– divisão dos primatas	– apresentando idéias próprias	continuidade
Avaliação do conhecimento	3/10	– Keira	– design inteligente	– complementando idéias	continuidade
	3/17	– Brita	– preformismo	– contrapondo idéias	extrapolação
	318	– Keira	– Lamarck	– avaliando a consistência dos dados	extrapolação
	3/22	– Keira	– Darwin e Wallace	– contrapondo idéias	continuidade
	3/26	– Vanessa	– Seleção natural	– usando D para avaliar T	extrapolação
	5/7	– Joana	– variabilidade de feijões	– criticando outras declarações	contestação
	5/15	– Fernando	– especiação	– usando D para avaliar T	continuidade
	9/10	– Maria	– mutações fundadoras	– usando D para avaliar T	extrapolação
	11/16	– Roberto	– mutações	– complementando idéias	continuidade
13/4	– Keira	– sistema de classificação	– complementando idéias	continuidade	

Nas aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 da turma C, verificamos respectivamente, 10, 0, 8, 3, 0, 7, 6, 11, 11, 3 e 9 episódios iniciados por alunos, num total de 68 episódios. Esses episódios foram iniciados por 10 alunos, 5 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. Os alunos que tiveram maior participação nesse processo foram Keira (que iniciou 25 episódios), Pedro (que iniciou 8 episódios), Fernando e Joana (que iniciaram 7 episódios cada) e Maria, Roberto e Vanessa (que iniciaram 5 episódios cada). Outros três alunos iniciaram episódios. A aluna Brita (que iniciou 3 episódios) e os alunos Lúcio e Tiago (que iniciaram, respectivamente 2 e 1 episódios).

Com relação às práticas epistêmicas dos episódios de conteúdo iniciados por alunos, os resultados mostraram que 55 pertenciam à prática social de produção do conhecimento, 10 pertenciam à prática social de avaliação do conhecimento e 3 pertenciam à prática social de comunicação do conhecimento. As práticas epistêmicas dos alunos relacionadas à produção do conhecimento foram: problematizando (29), checando o entendimento (13), articulando conhecimento observacional e conceitual (4),

lidando com situações anômalas (4), considerando diferentes fontes de dados (3), utilizando conceitos para interpretar dados (1) e elaborando hipóteses (1). Assim como nas turmas A e B, também não verificamos nas iniciações dos alunos da turma C, as práticas epistêmicas planejando investigação, construindo dados e concluindo. Dentre as práticas epistêmicas relacionadas à avaliação do conhecimento explicitadas nesta turma verificamos: complementando idéias (3), contrapondo idéias (3), usando dados para avaliar teorias (2), avaliando a consistência dos dados (1) e criticando idéias (1). Assim como na turma B, a única prática epistêmica relacionada à prática social de comunicação do conhecimento que encontramos na turma C foi apresentando idéias próprias (3).

Também verificamos na turma C, um caso em que as categorias de produção e comunicação do conhecimento se sobrepuseram. O episódio 18 da aula 11, classificado como comunicação do conhecimento, poderia também ser classificado como produção do conhecimento, por a aluna estar considerando diferentes fontes de dados.

Em termos de conteúdo temático, verificamos que os alunos da turma C iniciaram episódios sobre uma grande quantidade de temas durante as aulas. Os temas que mais apareceram nas iniciações dos alunos durante a unidade didática da turma C foram: mutações (7 episódios, sendo 5 na aula 9 e 2 na aula 11), formação de raças e mecanismos de especiação (10 episódios, sendo 4 na aula 11; 5 na aula 5 e 1 na aula 12), representação de exercícios e interpretação de gráficos e ilustrações sobre evolução (6 episódios, sendo 1 na aula 8; 4 na aula 10; e 1 na aula 13), teorias de Darwin (3 episódios na aula 3), anatomia e fisiologia da planta do milho (3 episódios na aula 6), características e formação do calcário (3 episódios na aula 12), mitocôndrias (3 episódios na aula 10), equilíbrio populacional (3 episódios na aula 8), evolução humana (3 episódios, sendo 2 episódios na aula 10 e 1 episódio na aula 13), irradiação adaptativa (2 episódios, sendo 1 na aula 12 e 1 na aula 13) e níveis de complexidade dos seres vivos (2 episódios na aula 11).

Em termos dos ajustes requeridos pelos episódios dos alunos da turma C na estrutura de ensino da professora Sônia, 48 episódios foram classificados como de continuidade, à medida que os alunos iniciavam um diálogo com o conteúdo temático da aula, demandando esclarecimento ou exploração adicional. Desses 48 episódios de continuidade, (4) ocorreram na aula 3, (5) ocorreram na aula 5, (3) ocorreram na aula 6, (6) ocorreram na aula 8, (2) ocorreram na aula 9, (8) ocorreram na aula 10, (9) ocorreram na aula 11, (3) ocorreram na aula 12 e (8) ocorreram na aula 13. Dezenove episódios foram classificados como extrapolação visto que eles ultrapassavam o

conteúdo temático em discussão, requerendo mudanças. Dos episódios de extrapolação classificados, (6) ocorreram na aula 3, (2) ocorreram na aula 5, (4) ocorreram na aula 9, (3) ocorreram na aula 10 e (2) ocorreram na aula 11. As aulas 8 e 13 tiveram (1) episódio cada.

Com relação à reação aos episódios iniciados por alunos na turma C, verificamos que a professora Sônia levou em consideração as falas de seus alunos e explorou os tópicos introduzidos por eles, mesmo quando estes apresentavam questões relacionadas à compreensão de temas ou conceitos que iam além da estrutura da aula. Ela desenvolveu os episódios iniciados por alunos, questionou suas respostas e opiniões, apresentou novas questões, solicitou aos alunos a melhorarem os seus posicionamentos e argumentos, quando esses estavam incompletos ou mal formulados, e estimulou a participação dos alunos na discussão dos temas e questões propostos. Esta postura da professora Sônia com a turma C se refletiu nos tempos dos episódios de suas aulas, que foram mais longos do que os verificados nas aulas das turmas A e B, com quase a metade os episódios durando mais do que 2 minutos.

Para ilustrar nossa análise dos episódios de conteúdo iniciados por alunos na turma C, em termos de práticas epistêmicas, conteúdos explicitados, demandas e ajustes realizados pela professora Sônia, discutiremos dois episódios (os episódios 28 e 30) na aula 3. Eles foram escolhidos porque, como as questões dos alunos demandaram extrapolação, eles ofereceram evidências dos ajustes que a professora introduziu de modo a levá-los em consideração. Além disso, analisamos o episódio 30 por ele ter sido o episódio de conteúdo iniciado por aluno mais longo verificado em todas as aulas da turma C. Sua discussão teve ainda, o objetivo de ilustrar como a professora trabalhava em sua aula, estimulando os alunos a desenvolverem as idéias em discussão.

Final do episódio 27 e episódio 28. Tempo: 55:56 a 1:01:54 (5 minutos e 6 segundos)

((No final do episódio 27, a professora estava explicando a teoria da seleção natural))

Professora: (...) Então ele fala em reprodução e sobrevivência desiguais. Junto com/ com tudo isso/ com a heranças dessas características não é/ da de é/ dessas características serem herdadas. Ele não fala em características genéticas. Ele fala que passa para os descendentes. E/ além disso/ não é/ pensar em como isso está/ é/ relacionado com o meio/ com o ambiente onde esses indivíduos vivem/ esta teoria que conjuga todas essas idéias é conhecida como teoria da seleção natural.

(1) Fernando: A evolução né / do das espécies / ela é uma coisa que está sempre/ que sempre tende a acontecer ou por exemplo / porque o meio mudou de milhões

de anos para cá. Então você tem espécies ainda que tem características de milhões de anos atrás e não mudaram. Como no caso de uma aranha primitiva de milhões de anos atrás. Ai é que eu estava pensando/ não sei se / tem sempre uma tendência de / o meio mudou / mudou as espécies.

(2) Professora: Como é que a gente responde a essa per/ a essa questão aqui?

(3) Keira: Era a mesma aranha sem modificação nenhuma?

(4) Fernando: É / ela não mudou / não sofreu modificação. Não sei se nenhuma/ mas ela é bem antiga/ milhões de anos.

(5) Keira: Mas essa característica que ela tinha agora ((inaudível)) / lá na época primitiva / ainda eram eficientes / e já como / sabe / elas foram sendo eficientes durante todo o período de / de transição da / da Terra.

(6) Lola: Uma mudança no meio não vai interferir para todas as espécies da mesma forma.

(7) Professora: Como é que é Lola?

(8) Lola: Uma / uma mudança do meio não vai agir igual em todas as espécies.

(9) Professora: Sim / porque /

(10) Lola: É o que tava/ é o que a Keira falou/ as vezes ela não precisou mudar.

(11) Professora: Ó lá / o que?

(12) Lola: As vezes ela não precisou/

(13) Professora: Não precisou?

(14) Alunos: Não. ((risos))

(15) Professora: E aí ó / a partir dessa aula eu quero ver a mudança que / ô / na linguagem de vocês não é / então / não precisou mudar? É assim? Bom / se a gente pensar / no pensamento lamarckista / de fato / ela precisou mudar/ não mudou. Mas se a gente falar numa linguagem darwiniana? Como é que a gente falaria a mesma coisa que você falou?

(16) Roberto: Não foi a mudança/

(17) Professora: Ham?

(18) Roberto: Não é mudando o meio que ((inaudível)).

(19) Professora: Pois é / mas vamos pensar que houveram / houve mudanças/ e ai?

(20) Vanessa: Ela se adaptou bem ao ((inaudível)).

(21) Professora: Ela/ ela se adaptou ou ela estava adaptada?

(22) Keira: Ela já está adaptada.

(23) Professora: Ela tem adaptações / não é / que permitiram a sobrevivência mesmo com todas essas mudanças. Talvez essas mudanças não tenham interferido / por exemplo / na disponibilidade de alimentos para ela / no habitat delas / sei lá / coisas dessa natureza/ não é? Agora/ existem organismos que você tem representantes até hoje/ como é o caso das esponjas. Você tem esponjas até hoje. Mas você tinha esponjas há quinhentos milhões de anos atrás/ e aí/ como é que você explica isso? Entendeu? Então vejam bem/ o fato de ainda ter representantes de grupos/ que são grupos muito antigos/ não significa que a evolução tenha parado. Por que? Por que não?

(24) Fernando: Porque a variabilidade continua.

(25) Professora: Porque você ainda continua tendo variabilidade / você continua tendo mudanças. No entanto a gente só consegue que existiu mudanças / quando a gente vai analisar registros fósseis / coisas / não é? Isso tem a ver um pouco com o tempo/ não é? Por que tem a ver com o tempo?

(26) Fernando: Porque as mudanças não ocorrem/

(27) Professora: As mudanças não ocorrem/

(28) Fernando: É as grandes mudanças. Por exemplo / tirando o caso do / do

asteróide ((inaudível)) / é uma coisa externa. Uma coisa interna é/ eu acho que ela tem um certo período de /

(29) Professora: Isso as mudanças / Até as mudanças geológicas podem ocorrer abruptamente. Por exemplo / a erupção de um vulcão. De repente a erupção de um vulcão é tão / drástica que ela mata a maioria dos organismos que vivem ao redor do vulcão / certo? Um terremoto. Também a mesma coisa. Então existem mudanças drásticas no ambientes. Mas / essas mudanças do ambiente são acompanhadas por mudanças assim / muito rápidas também na organização das populações? Nas características da população? Será que as mudanças fisiológicas e anatômicas são tão rápidas assim?

(30) Fernando: Não.

(31) Professora: Não / não é? Mesmo uma adaptação já existindo. Para que ela se constitua uma característica geral de um grupo / isso demora muito tempo / demora. Quanto mais tempo demora a espécie para se reproduzir / mais tempo demora para uma característica se constituir como uma coisa importante. Ok entenderam?

O episódio 28, da aula 2, durou 4 minutos e 27 segundos, apresentou 31 turnos de fala e teve a participação de 5 alunos (Fernando, Keira, Lola, Roberto e Vanessa). O aluno que iniciou o episódio foi Fernando e sua questão foi classificada, em relação ao ajuste requerido, como *extrapolação*, porque ela ultrapassava o conteúdo temático em discussão naquele momento da aula. No episódio 27, a professora estava apresentando a teoria da seleção natural de Darwin e sua explicação foi interrompida com o questionamento do aluno sobre a existência ou não de uma tendência de ocorrer mudanças nas espécies a medida que o ambiente muda. Em relação às práticas epistêmicas, a questão do aluno Fernando foi classificada como pertencendo à categoria de *produção do conhecimento*, visto que interpretamos que o aluno estava *problematizando* sobre a relação mudança do meio e mudança nas espécies. Com relação ao ajuste realizado pela professora, verificamos que ela levou em consideração a questão do aluno e a explorou por vários turnos de fala. Ela ainda incentivou a participação dos alunos na discussão, ao realizar uma série de questionamentos do tipo “por que”, ao questionar as respostas que eles traziam para o problema e também ao levantar novas questões. Consideramos que esta postura encorajou os alunos, visto que, quatro dos participantes desse episódio ((com exceção da aluna Vanessa)) intervieram mais de uma vez na discussão.

Final do episódio 29 e episódio 30. Tempo: 01:01:57 a 01:17:20 (15 minutos e 23 segundos)

((No final do episódio 29, a professora falou sobre a atual aceitação da teoria de Darwin))

Professora: (...) Então a teoria da evolução de Darwin entre os naturalistas, cientistas / ela não é questionada atualmente / ((inaudível)) / é aceita. Não da maneira como ele propôs / mas as idéias básicas são aceitas. Hoje já existem outras idéias que contribuem para compreender um pouco melhor as idéias propostas pelo Darwin. Ok?

(1) Vanessa: *É / eu não sei como explicar na visão darwiniana a diferença dos peixes é/ cegos do fundo do oceano. Eu não consigo sabe? É muito complexo / você pode me ajudar?*

(2) Professora: Então vamos tentar explicar / vamos lá. Vamos tentar explicar a existência de peixes cegos ou em cavernas ou em / é fundo dos mares. Por que então / talvez é a pergunta que a gente tenha que fazer seja uma pergunta diferente. É / por que é possível encontrar peixes cegos em cavernas e no fundo do mar? Se vocês fazem a pergunta de uma forma diferente será que ajuda?

(3) Fernando: Ajuda.

(4) Professora: Vamos lá / vamos pensar. Quem ajuda aí?

(5) Fernando: Bom / eu acho que o seguinte / que estavam na superfície não é / e eles não conseguiam / sobreviver no fundo porque/ não tinham / tinha é / a capacidade / de / e aí os peixes que não tem o / a visão, às vezes o sentido deles são mais apurados e conseguem sobreviver.

(6) Professora: É / mas melhora aí isso. Vamos lá / quero argumentos melhores. Isso aí não me convenceu não porque está embutido no/ no pensamento dele o que?

(7) Fernando: Lamarck.

(8) Keira: Lamarck.

(9) Professora: Não é / eles não conseguiam/ ah / não é? Vê como a / a / o pensamento lamarckiano / lamarckista / sei lá / ele é muito fácil de a gente incorporar nos discursos. E se você for / se vocês forem ler / revistas científicas / embora os pesquisadores / aí das / das ciências biológicas sejam todos naturalistas todos/ evolucionistas / darwinistas / a linguagem é muito assim / muito finalista. Então vamos tentar é/ trabalhar um pouquinho isso/ ok? Eu sei / eu sei que é difícil. É muito difícil / mas a gente vai tentar trabalhar. Quem ajuda mais? Eu quero outro argumento porque ainda não convenceu.

(10) Keira: O grande problema é que / como ela falou. Eu não consigo ver porque a presença da visão ia atrapalhar esses peixes evolutivamente.

(11) Fernando: Eu acho que /

(12) Professora: Atrapalha?

(13) Keira: Então / é isso. Eu / eu não / eu não sei se atrapalha.

(14) Professora: Mas mais outra/ outra contribuição.

(15) Fernando: Ele fica cego.

(16) Professora: Ele fica cego?

(17) Fernando: Eu já ouvi falar de uma coisa que/ ele se torna cego.

(18) Professora: Ele fica cego?

(19) Alunos: Não.

(20) Professora: Porque é escuro?

(21) Roberto: Não.

(21) Keira: Não / sei lá. Eu acho que / eu acho que ele poderia ficar cego.

(22) Professora: Ah ele usa e / ele usa e atrofia.

(23) Keira: Não / ó ele pode ficar cego. Mas aí seria alguma coisa tipo assim / ele nasce com o olho só que aí a pressão é muito grande e aí ele fica cego. Não sei.

- (24) Professora: Hum.
- (25) Keira: Mas, que aí é uma possibilidade não é? Isso não é / não é Lamarck.
- (26) Professora: Não é Lamarck?
- (27) Keira: Não.
- (28) Professora: Ficar cego porque o ambiente faz com que ele fique?
- (29) Fernando: Não.
- (30) Keira: Não mas aí / tipo / ele tem o gen para ter o olho normal / e eu nem sei /
- (31) Professora: Vamos dar uma voltada / vamos voltar aqui.
- (32) Roberto: Você fala que todos ((inaudível))
- (33) Keira: Iss o/ não / todos te / teriam olho normal / só que aí / é por exemplo se a pressão é muito alta lá embaixo.
- (34) Silvia:((inaudível))
- (35) Keira: Ah / sei lá. Então /
- (36) Fernando: A pressão é alta.
- (37) Keira: Aí a pressão cega eles. Mas não é isso o que acontece.
- (38) Professora: Mas pensa / em caverna / é muito comum também você encontrar peixes cegos. E em cavernas você não tem / alta pressão quanto você está pensando. Eu concordo que/ lá no fundo do mar tem uma pressão muito alta/ tudo bem. Sei lá / de repente essa pressão muito alta poderia ter afetado o desenvolvimento do olho e tanranram / e mesmo assim não atrapalhou a vida daquele organismo. Só que se a pressão está afetando o desenvolvimento do olho / isso aí não é um meio afetando / não é um meio que está produzindo uma mudança?
- (39) Keira: Mas em todos. Não é um passando para o outro.
- (40) Professora: Então não seria herdado.
- (41) Keira: Não seria herdado / exatamente isso.
- (42) Professora: Seria o efeito do ambiente não herdável. Essa é uma explicação que pode ajudar no entendimento lá no fundo do mar. Mas não ajuda nas cavernas. Então vamos pensar numa explicação um pouco mais é / não é assim / genérica.
- (43) Jorge: Por exemplo, um peixe tem grandes predadores em cima da superfície. Ele vai procurar a caverna para se esconder e vai passar a maior parte de vida dele lá. Aí / com o tempo / vai dando vamos dizer / algumas mutações sendo que nasce um peixe que não tem visão / e se adapta muito bem ao ambiente. Então ele passa a ficar lá na caverna e a procurar um ambiente mais seguro para ele. E não tem o perigo de predadores no fundo.
- (44) Professora: Eu concordo em parte e não concordo em outra parte. Então vamos ver aqui. Em qual parte que eu concordo. Eu concordo que / peixes que moram em cavernas possam ter o que?
- (45) Keira: Podem não ter visão?
- (46) Professora: Olha aqui ó / variabilidade genética/ Ok? A falta de visão / existem algumas características sim / mas também existem tipos de cegueira que são herdáveis / Ok? Então isso também deve existir em outros animais e em outros órgãos / Ta? Só que uma mutação como essa acontecendo na superfície. Uma mutação ou uma mudança / ou algo que / algo que você gere uma variabilidade no seguinte sentido. Você tem peixes cegos e e / peixes com visão na superfície e você tem peixes cegos e com visão no fundo da caverna. Lá dentro da caverna ou no fundo do mar. E aí?
- (47) Fernando: Os com visão vão que /
- (48) Professora: Lá no no / na superfície/ vai acontecer o que? Os que não tem visão/

- (49) Keira: Os que não tem visão vão ser super prejudicados.
- (50) Professora: Vão ficar super prejudicados. Por que?
- (51) Keira: Porque vão ser presa fácil.
- (52) Professora: Presa fácil / que mais?
- (53) Keira: Eles não vão conseguir alimentar.
- (54) Professora: Não vai conseguir alimentar. Que mais? Vai conseguir esconder?
- (55) Alunos: Não.
- (56) Professora: Não vai conseguir esconder. Não é / não enxerga. Não enxerga num mundo / num / ambiente onde o ideal é / enxergar. Onde o mais importante / vamos dizer assim entre aspas/ é enxergar.
- (57) Keira: Para serem férteis é isso?
- (58) Professora: Não. Lá / entre eles /
- (59) Keira: Há / ta.
- (60) Professora: Entre aqueles peixes. Então a sobrevivência desse peixe nesse ambiente/ na superfície / ta / como que ela deveria ser / alta ou baixa?
- (61) Alunos: baixa.
- (62) Professora: Baixa. Se isso é uma característica genética ta / então por ser genética é herdável / se a sobrevivência deles lá em cima for muito baixa / eles vão pro fundo?
- (63) Alunos: Não.
- (64) Fernando: Eles podem ter /
- (65) Professora: O que é que pode acontecer? Eles podem não deixar descendentes. Ou se reproduzirem o que é muito raro / muito raramente. Ah produzindo descendentes / ok? Por quê? Ué / se eles não conseguem comer / eles não conseguem se esconder e não conseguem fugir a chance dele ser predado ou morrer de fome é grande. Nesse ambiente onde tem luz. Vamos pensar em um ambiente onde não tem luz / ta? Será que mutações da mesma natureza / elas teriam o mesmo impacto que as mutações lá em cima?
- (66) Keira: Não.
- (67) Professora: Por que não? No fundo o olho tem alguma vantagem?
- (68) Alunos: Não.
- (69) Professora: Não. Então quem tem olho e quem não tem olho tem diferenças reprodutivas?
- (70) Alunos: Não.
- (71) Professora: Não. Eles devem / esses peixes que vivem no fundo/ mesmo eles sendo cegos / eles devem ter outras características que permitem a ele o que? Encontrar alimento/ constituir parceiros / em geral tem estímulos químicos não é / o olfato. O peixe tem uma linha na lateral/ todo peixe tem não é / em / que percebe o meio. De repente essa linha lateral é um pouco assim mais sensível/ e consegue perceber outras coisas. Então ali no fundo/ só só terminando / ali no fundo / ter olho ou não ter olho / Ter olho é uma característica adaptativa?
- (72) Alunos: Não.
- (73) Professora: Não. Então dá vantagem para quem tem?
- (74) Alunos: Não.
- (75) Professora: Por outro lado / não ter olho é uma desvantagem?
- (76) Alunos: Não.
- (77) Professora: Não. Por que? Ele usa de outros sistemas sensoriais para poder realizar sua alimentação/ sua reprodução / esconderijo e etc / fugir de predadores / Esses peixes que não tem olhos/ se não ter olho não é um problema reprodutivo / eles se reproduzem? Essa característica sendo herdável passa para outras

gerações?

(78) Roberto: Professora / o que você falou é meio de Lamarck. Porque não/ se ele for cego/ ele vai ter outras características que permitem /

(79) Professora: Não, ele já pode ter / ele pode. Ele já tem outras características. Viver no fundo/ já significa ter a capacidade de viver no fundo / independente de ter olhos ou não. Ter as características que permitem isso.

(80) Fernando: Mas se tem que ter essa teoria de não ter olho / tem que ter uma coisa favorável não? Porque se não/ teriam peixes que enxergam da mesma espécie /

(81) Professora: E se tem.

(82) Fernando: Na mesma proporção.

(83) Keira: Mas então tem ou não tem peixes cegos/ peixe que enxerga nesses lugares que são escuros?

(84) Professora: Existem várias / a gente vai encontrar várias espécies em cavernas que você encontra tanto cegos quanto não cegos.

(85) Keira: Ah / então tem /

(86) Professora: Tem. Só que aí/ você não encontra uma proporção diferente. Provavelmente até / não sei / na espécie humana por exemplo / as pessoas cegas / elas tem / habilidades sensoriais muito mais aguçadas/ do que as/ outras não é / habilidades sensoriais muito mais aguçadas do que os não cegos.

(87) Keira: Mas não porque elas com /

(88) Professora: Não. Porque desenvolvem.

(89) Keira: É. Mas se eles não enxergam então da na mesma.

(90) Fernando: Mas se não enxerga também dá na mesma. Os dois vão desenvolver.

(91) Professora: Não. Ha?

(92) Keira: Por que? É. Eles não enxergam.

(93) Fernando: Os dois vão desenvolver.

(94) Professora: Não / vejam bem. Mas se você / uma. O cego tem uma maior capacidade de perceber outras / coisas do ambiente. Vive só lá / não faz incursões lá no alto / por exemplo.

(95) Fernando: Ah / pode ser.

(96) Keira: É.

(97) Roberto: Talvez eles já tenham sido selecionados para viver naquele ambiente.

(98) Professora: Isso já teriam sido selecionados para viver naquele ambiente independentes de ser cegos ou não. Entenderam? Como é simples?

(99) Vanessa: Ah, eu achei difícil.

(100) Professora: É difícil.

(101) Vanessa: Hum hum.

(102) Professora: É mas essas, essas idéias elas são difíceis mesmo. Por que é que elas são difíceis? Porque elas envolvem uma compreensão de você supor / de você elaborar o seu pensamento né / no que é que poderia justificar a existência daquela característica no / naquele grupo. É difícil mesmo / não é fácil não.

O episódio 30 da turma C teve a duração de 15 minutos e dois segundos. Ele foi o mais longo episódio de conteúdo iniciado por alunos de todas as aulas da unidade didática lecionada à turma C. Este episódio apresentou 123 turnos de fala, dos quais

reproduzimos 102, e teve a participação dos alunos Brita, Fernando, Jorge, Keira, Roberto, Silvia e Vanessa. Dos 7 alunos que participaram da discussão, 5 realizaram vários turnos de fala e apenas os alunos Brita e Jorge apresentaram um único turno de fala cada nesse processo. Além desses, outros alunos participaram da discussão, respondendo a questões pontuais, na maioria de vezes, apresentando respostas do tipo sim ou não. O episódio foi iniciado pela aluna Vanessa, que questionou sobre como explicar, na visão darwinista, a existência de peixes cegos do fundo do oceano. Nós classificamos esta questão em termos de ajuste requerido como de *extrapolação*. Isso ocorreu porque a aluna foi além do conteúdo temático em discussão naquele momento da aula, que era a atual aceitação das idéias de Darwin. Com relação às práticas epistêmicas, a questão de Vanessa foi classificada como uma prática relacionada à *produção do conhecimento* na qual a aluna estava lidando com uma situação *anômala ou problemática*. A evidência de que Vanessa estava lidando com uma situação problemática para ela apareceu em sua questão quando ela deixou clara sua dificuldade em compreendê-la e pediu ajuda à professora. Quanto à reação da professora, verificamos que ela levou em consideração a questão da aluna e a desenvolveu por uma grande quantidade de episódios. Assim como verificado no episódio 29, ao longo desse episódio, a professora Sônia incentivou a participação dos alunos, ao realizar uma série de questionamentos do tipo “por que”, ao questionar as respostas que os alunos traziam para a questão proposta por Vanessa e mesmo, ao levantar novas questões. Neste episódio, verificamos ainda, outra postura adotada pela professora. Ao longo da discussão (ver episódios 6, 14 e 42) ela solicitava que os alunos formassem ou melhorassem os seus argumentos e explicações. Essa estratégia parece ter mobilizado a participação dos alunos já que a discussão durou um longo período de tempo e apresentou uma grande quantidade de episódios.

4.4 – Contrastando os contextos das turmas A, B, e C

A análise dos mapeamentos das aulas das unidades didáticas sobre evolução, desenvolvidas pelos professores nas turmas A, B e C nos mostrou aspectos relevantes que aproximam e que distanciam os contextos dessas três turmas.

Em primeiro lugar, verificamos que nem todas as turmas faziam parte de um mesmo colégio. As turmas A e C foram lecionadas em um colégio público federal de ensino técnico que apresenta uma boa estrutura física e uma proposta que incentiva a autonomia do aluno. Além disso, os alunos dessas turmas dedicavam-se aos estudos em

tempo integral, visto que tinham aulas do ensino médio no turno da manhã e aulas de cursos técnicos no turno da tarde. Já a turma B estudou num colégio público da rede municipal, que apresenta uma estrutura física mais simples do que a verificada no colégio público federal e uma estrutura de ensino mais tradicional, no sentido de suas aulas serem restritas ao ambiente da sala de aula, de a professora utilizar o livro didático como base para as suas aulas e de seus funcionários realizarem uma cobrança maior de horários e da presença dos alunos em salas de aula. Um segundo aspecto relevante que diferenciou os dois colégios foi o fato de os alunos da turma B terem aulas durante a noite e de boa parte deles trabalhar durante o dia, não se dedicando aos estudos em tempo integral.

Uma segunda diferença verificada na análise dos contextos das três turmas foi o nível de formação dos professores e o tempo de ensino de cada um deles. Nesses aspectos, novamente verificamos que as turmas A e C apresentavam maiores semelhanças do que a turma B. Essas duas turmas tiveram dois professores doutores (professor Severino e professora Sônia), com um tempo longo de atuação no ensino e com um tempo longo de dedicação a trabalhos de pesquisas em suas áreas específicas de conhecimento. Já a professora da turma B (Camila) estava iniciando tanto sua carreira de professora como sua carreira como pesquisadora. Essa professora tinha menos de cinco anos de prática de ensino e estava matriculada em um curso de especialização em ensino por investigação. Consideramos que esses aspectos foram relevantes na forma como os professores conduziram as suas aulas, visto que os professores Severino e Sônia, além de se mostrarem mais seguros em suas aulas, em termos de domínio de conteúdo e maior traquejo ao abordá-los, traziam exemplos e levantavam discussões provenientes de conhecimentos específicos de suas áreas de atuação como pesquisadores.

Com relação aos conteúdos abordados, verificamos que, em todas as turmas, os professores trabalharam com os conceitos básicos de evolução. Todos os professores apresentaram e discutiram a relação entre fixismo e evolução; as evidências da evolução (estruturas homólogas, órgãos vestigiais, fósseis, semelhanças entre embriões); as teorias evolutivas de Lamarck, Darwin e Wallace; o papel do ambiente nas teorias de Darwin e Lamarck; a teoria da seleção natural de Darwin; os fatores que aumentam a variabilidade genética de uma população; o conceito de espécies, os processos de especiação por isolamento geográfico e reprodutivo e a teoria sintética da evolução. Temas de genética também foram abordados pelos professores nessas três turmas. É

interessante notar que a ordem em que os temas de evolução foram trabalhados também não variou muito entre as turmas. Já os temas que tratavam de genética foram distintos entre as turmas. Nas turmas A, e C os professores trabalharam com o equilíbrio de Hardy-Weinberg e discutiram sobre aspectos da genética de populações. Já na turma B, a professora discutiu sobre doenças genéticas e formas de herança de características genéticas.

Outro aspecto que variou entre as turmas A, B e C foram as dinâmicas de suas aulas. Verificamos que, na turma A, as aulas lecionadas pelo professor Severino foram todas expositivas, com a apresentação de slides e a discussão dos temas evolutivos com os alunos. Esse professor não adotou nem utilizou livros didáticos em suas aulas. Na turma B, as aulas foram expositivas (com ou sem apresentação de slides) e de correção de exercícios do livro adotado pela escola. Nos momentos de correção de exercícios do livro, a professora Camila também desenvolvia os temas da unidade. Na turma C a professora realizou uma série mais ampla de dinâmicas incluindo, além das aulas expositivas, aulas de elaboração e discussão de exercícios de livros e de exercícios elaborados por ela própria, aulas de atividade de campo, de atividade prática e de leitura e discussão de textos. Nessa turma, a professora também utilizou um livro didático, mas, ao contrário do que ocorria na turma B, esse não foi nem o único, nem o principal material utilizado pela professora.

Com relação aos tempos utilizados para as discussões, verificamos que tanto a quantidade de aulas disponibilizadas quanto o total de horas das unidades didáticas lecionadas variaram bastante entre as três turmas. A turma A teve o menor número de aulas (3 aulas) e de horas disponibilizadas para a abordagem dos temas sobre evolução (5 horas). A turma B apresentou um número de aulas um pouco maior (8 aulas) e o tempo total disponibilizado para elas também (7 horas e 20 minutos). Na turma C verificamos uma unidade didática bem mais longa que as turmas A e B, em termos de horas utilizadas pela professora, apresentando um total de 11 aulas e de 14 horas e 10 minutos de tempo disponibilizado para o desenvolvimento da unidade didática sobre evolução.

Com relação à utilização e aproveitamento do tempo destinado às suas unidades didáticas, verificamos que, na turma A, o professor Severino, mesmo realizando a mais curta unidade didática dentre as analisadas nessa pesquisa, conseguiu trabalhar com uma grande quantidade de temas e fechar a unidade sobre evolução aparentemente sem problemas. Os seus alunos demonstraram acompanhar os temas desenvolvidos e o ritmo

da aula, ao participarem das aulas e levantarem questões e comentários sobre esses temas ou sobre novos temas que enriqueciam os temas da aula. Na turma B, a professora Camila enfrentou algumas dificuldades para avançar nos temas de evolução. A primeira delas foi a necessidade de revisar uma série de conceitos de biologia, estudados em unidades didáticas anteriores, devido à dificuldade de compreensão desses conceitos por vários alunos da turma e, conseqüentemente, a dificuldade de compreensão desses alunos de temas da unidade de evolução. A segunda foi o fato de boa parte dos alunos terem uma forte crença religiosa e, em decorrência disso, dificuldades em compreender (ou mesmo aceitar) as teorias evolutivas apresentadas pela professora. Isso gerou uma série de comparações entre os conhecimentos religiosos e científicos, questionamentos a aspectos considerados como evidências da evolução e mesmo questionamentos sobre o posicionamento da professora com relação a esses conhecimentos, afastando, em determinados momentos, as discussões da aula do âmbito dos conhecimentos da ciência. Assim, a professora precisou de mais tempo para desenvolver a sua unidade didática. Na turma C, em que verificamos a unidade didática de maior tempo de duração, a professora Sônia utilizou suas aulas para desenvolver os temas evolutivos por meio da realização de várias dinâmicas. A necessidade de tempo para realizar trabalhos de campo, práticas em sala de aula, leitura e discussão de textos, etc. justificou a diferença dessa unidade didática para as dos outros professores, que eram centradas em aulas expositivas e de correção de exercícios. Além disso, a postura de estimular a participação dos alunos no desenvolvimento dos temas discutidos ao longo das aulas também contribuiu para o desenvolvimento de episódios mais longos e uma unidade didática mais longa nessa turma. Os alunos dessa turma também demonstraram acompanhar a unidade didática da professora Sônia, visto que apresentaram idéias, questionamentos e a auxiliaram no desenvolvimento de conceitos evolutivos em vários momentos das aulas dessa unidade didática.

No capítulo 5 nós apresentaremos e discutiremos a análise da argumentação dos alunos das turmas A, B e C, com base nas discussões realizadas nas aulas que se seguiram às unidades didáticas sobre evolução dos professores Severino, Camila e Sônia. Nessas aulas nós aplicamos e discutimos, com os alunos, atividades com questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução. Consideramos que, a análise do contexto de cada turma, realizada nesse capítulo, juntamente aos dados sobre a argumentação dos alunos dessas turmas, nos permitem desenvolver um quadro mais claro da participação e do processo de aprendizagem desses alunos.

Capítulo 5 – Análise da argumentação sobre evolução dos estudantes investigados

Nesse capítulo, nós analisamos dados obtidos nas aulas que se seguiram às unidades didáticas sobre evolução desenvolvidas pelos professores Severino, Camila e Sônia, nas turmas A, B e C, respectivamente. Essas aulas foram utilizadas para a aplicação e discussão das atividades propostas por nós, com questões sobre a teoria sintética da evolução. Essas atividades foram desenvolvidas de modo a fornecer, para cada uma de suas questões, duas opções de respostas e os alunos foram solicitados a se posicionar e a justificar o seu posicionamento, seja a favor de uma das respostas, seja a favor de ambas as respostas, ou mesmo contrário a ambas. Com relação às dinâmicas das aulas destinadas à resolução e discussão das atividades, em cada turma, parte das aulas foi utilizada para os alunos discutirem as atividades em pequenos grupos e parte foi utilizada para a discussão geral das atividades com toda a turma (ver os mapeamentos gerais das aulas das três turmas no capítulo 4). Essa discussão geral foi coordenada por mim (pesquisadora), com auxílio, em alguns momentos, do(a) professor(a) da turma. Nessa discussão, representantes dos pequenos grupos se posicionaram sobre as questões, justificaram os seus posicionamentos e debateram suas idéias com os colegas de turma. Consideramos como argumentos dos alunos suas justificações a favor de ou contra uma ou ambas as alternativas de resposta do exercício.

A seguir, apresentaremos as análises da argumentação ocorrida nas turmas A, B e C durante a discussão geral de três questões. Trataremos inicialmente da análise de uma questão que discute o processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva e que foi aplicada às turmas A, B e C, nos anos de 2006 (turmas A e B) e 2007 (turma C) (ver questão 1 no apêndice 3). Em seguida, apresentaremos e discutiremos a análise de outras duas questões (ver questões 2 e 3 no apêndice 3) que abordam um mesmo tema – o ritmo das mudanças evolutivas –, mas foram desenvolvidas em momentos diferentes e mostram diferenças relevantes quanto à estrutura de seus enunciados e às alternativas de respostas. A questão 2 foi desenvolvida em 2006 e aplicada às turmas A e B. Já a questão 3 foi desenvolvida em 2007, consistindo numa reformulação da questão 2 e sendo aplicada à turma C. Nós analisamos a argumentação das turmas A e B, na discussão das questões 1 e 2, e da turma C, na discussão das questões 1 e 3, e discutimos as semelhanças e diferenças na argumentação e na qualidade dos argumentos

desenvolvidos nessas turmas. Para cada questão analisada em cada turma, nós apresentaremos: (a) o tema discutido e as opções de resposta fornecidas; (b) os argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente; (c) os conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes nos seus argumentos; (d) os movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração.

5.1 - Argumentação sobre a questão 1 nas turmas A, B e C

A questão 1

A questão 1 levanta uma discussão sobre o processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva. O enunciado da questão enfatiza a grande diversidade atual de seres vivos em nosso planeta e questiona por que atualmente não conseguimos encontrar determinados tipos de seres vivos. Um exemplo fictício de um animal com o corpo semelhante ao de uma zebra e a cabeça semelhante à de um cavalo é apresentado e questiona-se o porquê de, apesar de toda a diversidade de seres existente em nosso planeta, nós não encontrarmos determinados tipos de seres vivos. A alternativa de resposta “a”, fornecida para essa questão, sustenta que isso ocorre porque ao longo do processo evolutivo tais tipos de seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo surgiram, mas não se adaptaram ao ambiente. Essa resposta considera a ausência de restrição para o surgimento de novas variações ao longo do processo evolutivo e está de acordo com idéias que apóiam que a evolução por seleção natural é o único mecanismo evolutivo. A alternativa de resposta “b” afirma que isso ocorre porque as estruturas corporais dos seres vivos atuais estariam relacionadas às de seus ancestrais, o que impediria o surgimento de certas estruturas. Essa questão traz a idéia de restrições históricas à evolução como uma explicação para a inexistência de determinadas variações na diversidade de seres vivos conhecida, aceitando, implicitamente, que outros mecanismos, que não a seleção natural, estariam envolvidos no processo evolutivo.

5.1.1- Argumentação sobre a questão 1 na Turma A

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

A análise das atividades escritas realizadas pelos sete pequenos grupos da turma A mostrou que cinco deles optaram pela alternativa “a” (grupos 1, 3, 4, 5 e 7) e dois pela alternativa “b” (grupos 2 e 6) da questão 1. Durante a discussão, os alunos Salomão (grupo 1), Beatriz (grupo 2), Douglas (grupo 4) e Eva (grupo 5) apresentaram e justificaram os posicionamentos de seus grupos. Verificamos ainda que, na discussão, Eva afirmou que o seu grupo foi contrário às duas alternativas da questão, justificando o motivo que os levou a esse posicionamento. Os representantes dos outros grupos simplesmente explicitaram a alternativa escolhida pelo grupo para a questão, sem realizar qualquer movimento discursivo relevante na argumentação.

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em seus argumentos

Os alunos da turma A centraram sua discussão na possibilidade ou impossibilidade do surgimento de determinados seres na natureza ao longo do processo evolutivo. Discussões sobre a simplicidade ou complexidade de estruturas, a simplicidade ou complexidade das funções que determinadas estruturas podem apresentar e sobre a independência de estruturas, em termos de pertencerem a espécies distintas, também ocorreram. Os alunos discutiram, ainda, sobre as semelhanças e diferenças entre zebras e cavalos e sobre a determinação de zebra e cavalo como espécies diferentes. Alguns deles utilizaram o exemplo do animal fictício com cabeça de cavalo e corpo de zebra, apresentado na questão, em suas justificações.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.1 apresenta os turnos de falas dos alunos que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação. Essa discussão ocorreu num total de 43 turnos de fala e teve a participação de quatro alunos, sendo conduzida pela pesquisadora. Ressaltamos que os movimentos explicitados nesse quadro foram os movimentos discursivos de justificação, seja em defesa ou para refutar determinado argumento, bem como os movimentos de co-construção de argumentos. Os movimentos discursivos sobre dados, sobre alegações, sobre refutações e sobre a apresentação de

qualificadores modais são articulados de formas distintas nas justificações dos alunos e serão explicitados e discutidos em maiores detalhes em nossa análise dos turnos de fala destacados nesse quadro.

Quadro 5.1: Movimentos discursivos na argumentação da turma A na discussão da questão 1

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo
Beatriz / 2	2	Apresentou justificações em defesa do argumento “b”
Beatriz / 2	8	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”
Beatriz / 2	10	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”
Salomão / 1	14	Apresentou justificção para refutar o argumento “b”
Salomão / 1	18	Apresentou justificção para refutar o argumento “b”
Douglas / 4	21	Co-construção de justificção para refutar o argumento “b”
Eva / 5	34	Apresentou justificção para refutar o argumento “a”
Eva / 5	38	Apresentou justificção para refutar o argumento “b”

Durante a discussão da questão 1, representantes dos grupos 1, 2, 4 e 5 realizaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “b”, para refutar o argumento “b” e para refutar o argumento “a”. A presença de distintos posicionamentos dos grupos envolvidos na discussão, ilustra de forma explícita, o processo debate, de justaposição de asserções opostas, ou de diálogo entre visões distintas (Billig, 1996; Kuhn, 1991). Nessas justificações dos alunos, nós verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos de abstração 2, 3, 4 e 5 discutidos em nossa metodologia de análise da argumentação (ver tabela com a escala dos níveis epistêmicos de abstração na página 86). Esses dados mostram que os alunos articularam os conhecimentos conceituais em suas justificações de distintos modos, seja acessando dados, seja acessando teorias evolutivas. Movimentos sobre alegações, sobre dados e sobre refutações também foram verificados nas justificações dos alunos. Verificamos, ainda, o processo de co-construção de argumentos pelos alunos, em que mais de um aluno desenvolveram em conjunto, uma justificção para refutar o argumento “b”.

A seguir, os turnos de fala destacados no quadro 5.1 serão apresentados, interpretados e discutidos em termos de sua relevância no processo de argumentação dos alunos. Para não isolar esses turnos do momento da discussão em que eles ocorreram, nós apresentamos, em vários momentos, turnos de falas, anteriores e

posteriores a eles. No entanto, a transcrição completa da discussão não é apresentada nesse capítulo (para ter acesso às transcrições completas da questão 1 nas turmas A, B e C ver apêndice 7). Nas transcrições, nós separamos com # os trechos que delimitamos como unidades de análise dos níveis epistêmicos das falas dos alunos. Esses trechos podem envolver uma ou mais frases e foram delimitados por exprimirem idéias completas nas quais foi possível identificar níveis epistêmicos. Alguns fragmentos com repetições foram omitidos e representados por (...), e a numeração do turno de fala foi indicada entre parênteses após o nome fictício do aluno que o realizou. Algumas das sinalizações e pontuações utilizadas nas transcrições do capítulo três foram mantidas neste capítulo: comentários são apresentados entre duplo parênteses (()); comentários adicionais, que indicam marcas de contexto, também são indicados entre duplo parênteses; os sinais de ponto (.), exclamação (!) e interrogação (?), sem os parênteses, são mantidos para assinalar as mudanças na entonação que sugerem esses sinais; uma barra (/) é utilizada para indicar uma pausa.

A seguir discutiremos os turnos de fala 2, 8 e 10 apresentados pela aluna Beatriz na discussão da questão 1.

Beatriz (2): Apesar de ter sido meio difícil a gente acabou escolhendo a “b” porque a gente (...) não pode saber da possibilidade ou impossibilidade. # Mas nesse caso assim / é uma estrutura mais bem formada / não é uma coisa qualquer como / por exemplo / um pêlo / coisa assim não é? Não tem uma função tão / tão desenvolvida. # Uma cabeça de cavalo com um corpo de zebra são duas coisas independentes / que já fazem parte de um outro sistema. Pra nascerem sem uma lógica assim genética teria que ser muito raro mesmo. # Acontece / por exemplo / ((inaudível)) um nasce com mais uma perna ou um bichinho lá com uma orelha a mais ou coisa assim / tudo bem.

Pesquisadora (7): Gente / então você coloca assim / no caso (...) / na questão das penas ((a questão discutida anteriormente)) então vocês colocaram que teria ((a capacidade do vôo)) surgido de qualquer jeito / é isso?

Beatriz (8): Não. Na cinco a gente marcou a “a”. A capacidade de vôo seria imprevisível / logo poderia acontecer como qualquer outro. # Mas (...) o aparecimento de uma coisa assim / independente como a cabeça de um cavalo e o corpo de uma zebra ou um exemplo mais bizarro / cabeça de porco com corpo nosso / nosso corpo inteiro / são coisas diferentes.

Aluno (9): Mas aí você está relacionando com ((inaudível))

Beatriz (10): Mas o problema é que é que nós vemos fora da ((inaudível)) de que a cabeça da zebra e o corpo do cavalo são estruturalmente semelhantes / mas o próprio texto diz que são duas coisas diferentes. São duas espécies diferentes / não é? #

A discussão da questão 1 na turma A teve início no turno de fala 2, quando a aluna Beatriz, representante do grupo 2, afirmou que o seu grupo se posicionou a favor do argumento “b” e apresentou as justificações do grupo em defesa desse argumento.

Dividimos o turno de fala 2 em 4 trechos. No primeiro trecho, Beatriz apresentou o posicionamento de seu grupo a favor do argumento “b”, que alega que há um impedimento para a possibilidade de surgimento de certas estruturas, e o justificou em termos de não ser possível saber da possibilidade ou impossibilidade. Esse trecho foi classificado, em termos de níveis epistêmicos, no nível 4, por tratar-se de uma proposição teórica geral descrevendo processos evolutivos específicos à questão discutida. No segundo trecho, Beatriz desenvolveu uma justificação para o posicionamento de seu grupo, ao afirmar que a questão trata de uma estrutura bem formada, diferente de estruturas como pêlos, que não teriam uma função tão desenvolvida. Esse trecho foi classificado, em termos de níveis epistêmicos, no nível 3, visto que a aluna articulou dados empíricos que não aparecem na questão (no caso, os pêlos) com um conhecimento teórico relativo à função das estruturas. Nos dois últimos trechos desse turno de fala, Beatriz apresentou uma nova justificação em defesa do argumento “b”. Ela afirmou que, devido à cabeça de cavalo e corpo de zebra fazerem parte de sistemas diferentes, seria difícil nascer um animal como apresentado no exemplo, visto que não haveria uma “lógica genética”, e completou apresentando a idéia de que o surgimento de estruturas mais simples, como pêlos, pernas e orelhas extras em animais seria possível. Nós classificamos esses trechos, em termos de níveis epistêmicos, como respectivamente dos níveis 3 e 2, por consideramos que a aluna apresentou uma proposição teórica ilustrada com dados específicos à questão discutida e, posteriormente, apresentou outra proposição usando dados empíricos trazidos da experiência.

O segundo turno de fala destacado em nossa análise (turno 8) também foi realizado pela aluna Beatriz, e nós o dividimos em dois trechos. Esse turno de fala foi desencadeado pelo questionamento da pesquisadora sobre o que Beatriz teria respondido em outra questão da atividade discutida pela turma A, que questionava sobre o aparecimento da função vôo (a questão 4 não foi analisada nesse trabalho, mas se encontra no apêndice 3, por ter sido citada). No primeiro trecho desse turno de fala, a aluna Beatriz afirmou ter optado pela alternativa de resposta “a”, que enfatizava a idéia de imprevisibilidade do processo evolutivo, em particular, no caso surgimento do vôo. Essa resposta foi classificada, em termos de níveis epistêmicos, no nível 4, por referir-se a aspectos teóricos específicos à questão à qual a professora tinha se referido (questão 4). No trecho seguinte, a aluna apresentou uma justificação para o posicionamento do seu grupo em defesa da alternativa “b”. Nessa justificação, a aluna afirmou que, para o

seu grupo, são distintas as possibilidades do aparecimento de uma habilidade como o vôo e a possibilidade do aparecimento no processo evolutivo de seres com estruturas independentes, como a cabeça semelhante a um cavalo e um corpo similar ao da zebra, ou, uma cabeça de porco com o nosso corpo inteiro. Em termos de níveis epistêmicos, esse trecho foi classificado como de nível 3, visto que a aluna fez referência a dados do problema (animal com cabeça semelhante à de um cavalo e corpo semelhante ao de uma zebra), a novos dados empíricos, que não faziam parte do problema (cabeça de porco com o nosso corpo inteiro), e não aceitou a idéia de possibilidade de surgimento dessas variedades de seres.

No turno de fala 10, Beatriz retomou uma justificção apresentada no turno de fala 2 e avaliou o estatuto do exemplo apresentado na questão. Em sua justificção, a aluna voltou afirmar que há uma independência das estruturas cabeça de zebra e corpo do cavalo, apesar de elas serem “estruturalmente semelhantes”. Ela também avaliou o estatuto do exemplo da questão ao perguntar se cavalo e zebra são espécies diferentes. Esse questionamento foi importante, porque foi com base na idéia de que cavalo e zebra são espécies diferentes que a aluna desenvolveu sua justificção. Esse trecho foi classificado como de nível epistêmico 3, visto que consistiu em uma alegação teórica ilustrada com dados específicos à questão discutida.

Interpretamos que os turnos de fala da aluna Beatriz, que representaram o posicionamento de seu grupo com relação à questão 1 (turnos 2, 8 e 10), envolveram, em termos de movimentos discursivos na argumentação, a explicitação da aceitação do argumento “b” e a elaboração de duas justificções: uma que levou em conta o fato de a cabeça do cavalo e o corpo da zebra serem estruturas complexas e com funções muito desenvolvidas e outra baseada na idéia de que a cabeça do cavalo e o corpo da zebra fazem parte de sistemas diferentes. Além disso, a aluna avaliou o estatuto do enunciado da questão, ao questionar se zebra e cavalo seriam espécies diferentes. Em termos de níveis epistêmicos, verificamos que a aluna transitou por três dos cinco níveis da escala analisada nesse trabalho e articulou dados e conhecimentos teóricos em seus três turnos de fala. Isso mostra que a aluna contemplou um aspecto considerado relevante na argumentação, segundo Kelly e Takao (2002), que é a capacidade de transitar entre distintos níveis epistêmicos em suas justificções. Já em termos de conceitos mobilizados, Beatriz discutiu sobre uma série de conceitos relevantes para a discussão como: a possibilidade de surgimento de novas estruturas no processo evolutivo; a simplicidade ou complexidade de estruturas e de suas funções e a relação destas com as

possibilidades de evolução e; a determinação de zebras e cavalos como espécies distintas.

Após Beatriz apresentar o argumento defendido por seu grupo e as justificações a favor desse argumento, Salomão (representante do grupo 1) apresentou e justificou o posicionamento do seu grupo para a turma. Em seguida, Douglas, representando o grupo 4, fez o mesmo. Esses dois alunos desenvolveram justificações para refutar o argumento “b”, contrapondo o argumento defendido anteriormente pela aluna Beatriz.

Salomão (14): É (...) porque eu entendi que a origem das espécies foi um fato aleatório / uma deriva natural não é / pensando nas espécies de zebra como cavalo. Por esse fato eu acho que a “b” não esteja certa. # Eu não acho que a “b” esteja certa porque ela fala desse modo que há um impedimento para a possibilidade do surgimento dessas estruturas.

Beatriz (15): É / seria limitado.

Salomão (18): É / aqui fala que ela está relacionada a evolução de uma forma estrutural primária / de uma espécie ou de outra. # Claro é / que vai ser muito mais fácil a vida ser uma vida lá que ocorreram processos de mutações e que ela foi / vai acabar sendo o que ela é hoje em dia. # É / mas não há um impedimento que não / pois a qualquer momento ela pode mesmo esse exemplo improvável / é mudar sua forma e pode se ter corpo de zebra e cabeça de cavalo. É uma coisa que é poderia ter sido algo improvável / mas não é impossível.

Douglas (21): Eu também acho isso. O seguinte / apesar de ter dado o exemplo da zebra / a pergunta mesmo fala sobre toda e qualquer espécie que não exista. # A gente não pode afirmar / então eu / eu meu entendimento foi esse. A letra “a” falava que ou uma espécie / uma espécie não existe hoje / ela não / não existe porque ou ela surgiu em uma certa época e não se adaptou ou porque por acaso não ocorreram combinações plausíveis lá para que aquela espécie existir / enquanto a “b” fala assim / fala que uma espécie não existe hoje / não existe por alguma coisa / algum impedimento maior assim que não / não tem explicação assim.

O turno de fala 14 foi dividido em dois trechos. Nesse turno de fala, Salomão refutou o argumento “b” e apresentou justificações para isso. No primeiro trecho, o aluno afirmou o seu entendimento da origem das espécies como um fato aleatório, levando em conta o exemplo fornecido pela questão. No segundo trecho, ele negou a idéia de que exista um impedimento para o surgimento de certas estruturas. Assim, para Salomão, a origem das espécies ocorre de forma aleatória, por uma deriva natural, e é incorreto falar em impedimento para a possibilidade de surgimento de determinadas estruturas. Em termos de níveis epistêmicos, esses trechos foram classificados, respectivamente, como de níveis 3 e 4, visto que o primeiro consistiu em uma proposição na forma de uma alegação teórica ilustrada com dados específicos à questão discutida e o segundo consistiu em uma proposição na forma de alegação teórica específica à questão evolutiva em discussão.

Esse mesmo aluno, no turno 18, voltou a contribuir para a argumentação da questão 1, explicando em maiores detalhes a justificação para o seu posicionamento contrário à alternativa “b”. Esse turno foi dividido em três trechos. No primeiro trecho, Salomão interpretou a alternativa “b” da questão, ao afirmar que ela discutia a evolução de uma forma estrutural primária de uma espécie ou de outra. Classificamos esse trecho como pertencente ao nível epistêmico 4, visto que Salomão apresentou uma proposição na forma de uma alegação teórica específica à questão em discussão. No segundo trecho, o aluno afirmou que é mais fácil ter passado por processo de mutações até chegar ao que é hoje em dia. Classificamos esse trecho como pertencente ao nível epistêmico 5, por se tratar de uma proposição teórica geral descrevendo processos evolutivos, que não são específicos à questão discutida. No terceiro trecho, ele continuou desenvolvendo sua justificação para refutar o argumento “b”, ao afirmar que não há impedimento para o surgimento de estruturas, mesmo tratando-se do exemplo “improvável” da cabeça de um cavalo num corpo de zebra, e finalizou concluindo que esse acontecimento é improvável, mas não impossível. Ainda no terceiro trecho, Salomão construiu seu argumento com o qualificador modal “poderia”. Nós classificamos este trecho no nível epistêmico 3, já que o aluno apresentou uma alegação teórica ilustrada com dados específicos à questão discutida.

Com relação à contribuição de Salomão (representante do grupo 1) na argumentação da questão 1, verificamos que o aluno apresentou e refinou uma justificação para refutar o argumento “b” e apresentou um qualificador modal “poderia”, de modo a diminuir a força da idéia da improbabilidade do aparecimento de um animal com o corpo de zebra e cabeça de cavalo. Com esse movimento no discurso argumentativo, Salomão apresentou uma referência explícita ao grau de força os dados conferiam às suas conclusões (Toulmin, 2006), no caso, ao grau de força que ele atribuiu à possibilidade do surgimento de um animal com o corpo de zebra e cabeça de cavalo. Consideramos que o movimento sobre qualificadores modais reflete a compreensão de que alegações do conhecimento não são sempre fixadas para além de qualquer dúvida. Em termos de conteúdo, verificamos que o aluno articulou conceitos mais abstratos, como aleatoriedade na origem das espécies e no desenvolvimento da vida, a possibilidade e a probabilidade do surgimento do animal apresentado no enunciado da questão. Os níveis epistêmicos encontrados em suas alegações evidenciadas foram os níveis 3, 4 e 5 visto que o aluno articulou, na maior parte do

tempo, conhecimentos conceituais e não apresentou proposições restritas a dados da questão ou da sua experiência.

No turno de fala 21, Douglas (representante do grupo 4) apresentou a justificação de seu grupo para refutar o argumento “b”. Esse turno foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Douglas aceitou o posicionamento de Salomão, em refutação ao argumento, e interpretou que a questão trata de um tema geral, e não particular, ou seja, que não se restringe ao exemplo um animal com cabeça de cavalo e corpo de zebra. Classificamos esse trecho no nível 3, por o aluno ter apresentado uma alegação teórica ilustrada com dados específicos da questão. No segundo trecho, Douglas explicitou as alternativas da questão, introduzindo o conceito “espécies que não existem hoje” e enfatizando o seu aspecto geral. Também no segundo trecho, ele concluiu sua refutação ao argumento “b”, afirmando que não há impedimento maior para o surgimento de uma espécie que não existe hoje. Nós classificamos esse trecho no nível epistêmico 4, por se tratar de uma alegação teórica específica à questão.

Interpretamos que, em termos de movimentos discursivos na argumentação, Douglas apresentou uma justificação para refutar o argumento “b”. Sua justificação partiu da concordância com o argumento apresentado por Salomão. Consideramos que essa contribuição de Douglas à fala de Salomão constituiu um processo de desenvolvimento compartilhado ou co-construção de um argumento, na medida em que Salomão e Douglas articularam distintas justificações na construção de um argumento único. Este é um exemplo de que o processo de argumentação não se dá apenas em situações de contraposição de idéias, mas também de construção compartilhada de idéias. Em termos de articulação de conceitos e dados, Douglas articulou conceitos evolutivos e dados apenas nos níveis epistêmicos 3 e 4, mantendo a discussão vinculada a aspectos teóricos e a dados da questão. Além disso, no desenvolvimento de sua justificação, Douglas realizou uma prática de generalização, ao explicitar que a questão não se limitava ao exemplo apresentado, mas que falava sobre toda e qualquer espécie que não existe atualmente. Essa prática de generalização ocorreu também quando o aluno transformou, em seu discurso, as alternativas de respostas para a questão 1, enfatizando uma dimensão de aplicação geral para elas. Essa ação de sair do particular para o geral é freqüente nas práticas sociais relacionadas ao conhecimento científico e consideramos que ter consciência dela certamente facilita a compreensão e discussão deste conhecimento pelos alunos.

Alguns turnos de fala depois (turno 32), a aluna Eva (representante do grupo 5) afirmou que o seu grupo considerou tanto o argumento “a” quanto o argumento “b” incorretos. Uma discussão sobre o porquê do posicionamento de seu grupo ocorreu em seguida, desencadeada por questionamentos realizados por Douglas e pela pesquisadora.

Eva (32): Não / a gente falou que / (...) não concorda completamente com nenhuma das duas.

Douglas (33): Mas por que vocês acharam que está errada? (...)

Eva (34): Ó uma das coisas que ele falou lá ela não apareceu ainda. Eu acho assim / que é como se fosse aparecer. A / ah vai que um dia aparece? # Mas a gente não acha que do nada / se lá sai ta um ancestral comum / aí vira zebra / aí vira cavalo aí do nada uma zebra com ((inaudível)) / vira sei lá.

Pesquisadora (37): E a “b” vocês também não concordaram muito por quê?

Eva (38): Porque justamente por causa disso que a gente falou. Não tem esse impedimento já pré-programado entendeu? # Porque provavelmente todos os seres que a gente pensa hoje se originaram de um mesmo ancestral. Foi evoluindo e foi mudando / mudando / mudando até chegar ao que é hoje. Não teve impedimento de acontecer alguma coisa.

Ao ser questionada por Douglas sobre o motivo de o seu grupo não aceitar os argumentos “a” e “b”, Eva (turno de fala 34) apresentou a justificação de seu grupo para refutar o argumento “a”. Esse turno de fala foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Eva apresentou sua interpretação para o argumento “a”, acrescentando um tom determinista ao afirmar que ele considera como se o animal fictício fosse aparecer. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 4, por se tratar de uma alegação teórica específica à questão evolutiva discutida. No segundo trecho, ela explicitou que o seu grupo discordava do argumento “a” porque não estava de acordo com a idéia de que mudanças, como o surgimento de um animal com cabeça de cavalo e corpo de zebra, poderem acontecer do nada, num questionamento à idéia de que não há restrições para o surgimento de novas variações. Nós classificamos esse trecho no nível epistêmico 3, visto que a aluna apresentou uma alegação teórica ilustrada com dados específicos da questão.

Questionada pela pesquisadora sobre o porquê de seu grupo se posicionar contra o argumento “b”, Eva, no turno de fala 38, apresentou uma justificação para refutar esse argumento. Esse turno de fala foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Eva apresentou sua justificação para refutar o argumento “b”, ao negar a existência de um impedimento pré-programado. No segundo trecho, Eva refinou sua justificação para a refutação ao argumento “b”, ao referir-se à idéia de ancestralidade comum dos seres vivos e às mudanças que ocorreram ao longo do tempo, até os dias de hoje, e reafirmou

que não haveria impedimento para o acontecimento de alguma coisa. Nós classificamos o primeiro e o segundo trecho desse turno de fala no nível epistêmico 4, por se tratarem de proposições teóricas específicas à questão evolutiva discutida.

Em termos de movimentos discursivos na argumentação, os turnos de fala de Eva trouxeram um novo posicionamento para a discussão da questão 1, a refutação dos argumentos “a” e “b” da questão. Essa refutação foi explicitada no turno de fala 32 e as justificações para refutar os argumentos “a” e “b” foram apresentadas, respectivamente, nos turnos de fala 34 e 38, com a aluna discordando tanto da possibilidade ilimitada de surgimento de variações no processo evolutivo, quanto da idéia de impedimentos ao longo desse processo. Mesmo não oferecendo uma nova interpretação para o exemplo em discussão no enunciado da questão, Eva justificou sua refutação aos argumentos “a” e “b” de forma coerente, criticando aspectos centrais de cada um deles. Verificamos, ainda, que Eva (turno 34) acrescentou uma nova dimensão ao argumento “a”, ao acrescentar-lhe um tom determinista, o que evidenciou uma nova interpretação para esse argumento. Em termos de níveis epistêmicos articulados, verificamos que a aluna, assim como Douglas, transitou entre os níveis 3 e 4, mantendo a discussão num âmbito mais teórico. Acreditamos que isso ocorreu devido à natureza teórica da própria questão 1.

5.1.2 - Argumentação da questão 1 na TURMA B

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

A análise das atividades escritas realizadas pelos três pequenos grupos da turma B, nos mostrou que todos optaram pela alternativa “b” da questão 1. Durante a discussão os alunos Cláudia e Igor (grupo 1), Márcio e Ramon (grupo 2) justificaram os posicionamentos de seus grupos. O aluno Alan (grupo 3) apresentou o posicionamento de seu grupo, mas não desenvolveu justificações para ele, nem elaborou turnos de fala relevantes, em termos de contribuírem para a discussão. Como não ocorreu a participação de outros membros do grupo 3, nenhum turno de fala desse grupo fez parte do quadro 4.2, com os movimentos discursivos de alunos na argumentação da questão 1.

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em seus argumentos

Durante a discussão da questão 1, os alunos da turma B apresentaram os conceitos de ancestral comum, falaram em semelhanças estruturais e em diferenças genéticas dos seres vivos e discutiram sobre a impossibilidade de ocorrência de variações intensas. Eles também inseriram o termo “acaso” para explicar que as espécies não surgem do acaso, mas de seus ancestrais comuns. É importante ressaltar, que alguns conceitos foram articulados de forma pouco clara e em turnos de fala curtos. Muitas vezes a pesquisadora precisou questionar sobre o que os alunos estavam falando, de modo a obter idéias mais completas. Além disso, o aluno Alan apresentou uma série de questões sobre temas não relacionados à discussão. Essas questões revelaram a falta de domínio de conceitos relevantes de outros anos escolares, além de uma confusão ontológica do aluno ao igualar entidades e processos. Os temas e questões levantados por esse aluno incluíram: o questionamento de se a bactéria é um ser vivo; o questionamento de se a doença é um ser vivo; o questionamento de se o vírus é uma doença; o questionamento de se o vírus é um ser vivo; questionamento sobre o que é vida; questionamento sobre quem nasceu primeiro, o ovo ou a galinha; e uma tentativa de explicar a origem da vida.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.2 apresenta os turnos de falas dos alunos que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação, em termos dos processos de justificação e co-construção de argumentos ocorridos na turma B. Essa discussão ocorreu num total de 100 turnos de fala, com 46 desses turnos sendo realizados pela pesquisadora. A professora Camila não participou da discussão dessa questão porque ela ocorreu em um horário extra de aula, disponibilizado pela escola, devido à ausência do professor. Assim, nessa aula, a professora estava lecionando em outra turma. Seis alunos participaram da discussão da questão 1 e quatro deles apresentaram contribuições discursivas relevantes para a argumentação. É importante destacar que um dos alunos participantes da discussão (Alan, grupo 3) realizou várias intervenções na aula (27 turnos de fala). No entanto, quase todos esses turnos tratavam de temas totalmente desvinculados ao tema da questão e, mesmo quando o aluno se referiu à questão, ele não conseguiu realizar nenhum movimento discursivo relevante para a argumentação, limitando-se explicitar a alternativa marcada pelo seu grupo e a afirmar

que apresentou uma resposta parecida com a de outro grupo. Como nenhum outro membro de seu grupo participou da discussão em sala de aula, esse grupo não apresentou turnos de fala ilustrados no quadro de movimentos discursivos na argumentação da questão 1.

Quadro 5.2: Movimentos discursivos da turma B na argumentação da questão 1

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo
Cláudia / 1	50	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”
Igor / 1	53	Co-construção de justificção em defesa do argumento “b”
Márcio / 2	64	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”
Ramon / 2	73	Co-construção de justificção para refutar o argumento “a”
Igor / 1	91,93, 95,97	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”

A discussão da questão 1 na turma B, caracterizou-se por ser bastante tumultuada, com os alunos pouco envolvidos, conversando entre si, e muitas vezes, atrapalhando os colegas na apresentação de seus posicionamentos com risos e brincadeiras. Além disso, um aluno (Alan) passou quase toda a aula levantando temas paralelos e alunos (Alan e Ramon) fizeram brincadeiras com o enunciado da questão, ao afirmar que os “seres vivos diferentes” ao qual a questão se referia seriam “lobisomem, mula-sem-cabeça, Saci-Pererê”.

Na discussão dessa questão, representantes dos grupos 1 e 2 posicionaram-se a favor do mesmo argumento (argumento “b”) e apresentaram justificções em defesa do argumento “b” e para refutar o argumento “a”. Isso indica que, mesmo com os grupos participantes da discussão defendendo um mesmo argumento, o processo debate, de justaposição de asserções opostas, ou de diálogo entre visões distintas (Billig, 1996; Kuhn, 1991) ocorreu, visto que esses grupos se posicionaram contra o outro argumento proposto na questão (argumento “a”). Nessas justificções dos alunos nós verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos 2, 3 e 4, o que mostra que os alunos articularam conceitos e dados de distintos modos, seja acessando dados, seja acessando teorias evolutivas. Verificamos também, dois momentos de construção coletiva ou co-construção de argumentos. Em um desses momentos, dois alunos de um mesmo grupo construíram uma justificção em defesa do argumento “b”. No outro momento, dois alunos utilizaram um mesmo exemplo para defender o argumento “b” e refutar o

argumento “a”. Verificamos ainda, uma justificação construída por um aluno de forma fragmentada, em vários turnos de fala.

A seguir, os turnos de fala destacados no quadro 5.2 serão apresentados, interpretados e discutidos em termos de sua relevância no processo de argumentação dos alunos. Explicitaremos o movimento que cada um deles representou no discurso, os conteúdos abordados e os níveis epistêmicos verificados nas alegações evidenciadas dos estudantes.

O primeiro turno de fala considerado relevante (turno de fala 50) em termos de movimentos discursivos na argumentação da questão 1 na turma B foi explicitado pela aluna Cláudia (representante do grupo 1). Esse turno foi desencadeado pelo questionamento da pesquisadora sobre o porquê de o grupo da aluna ter optado pelo argumento “b”. Cláudia então apresentou a justificação dada por seu grupo em defesa do argumento “b”.

Cláudia (48): A gente colocou a letra “b”.

Pesquisadora (49): Por que?

Cláudia (50): Porque os seres vivos (...) a gente colocou aqui porque todos (...) vieram de um ancestral comum. Então / a gente possui as mesmas características / mas com genéticas bem diferentes.

Pesquisadora (51): O que seria isso? Explica um pouquinho assim / com as suas palavras.

Igor (53): Todas as estruturas físicas serem parecidas / mas as genéticas serem bem diferentes.

Em sua justificação em defesa do argumento “b”, Cláudia articulou o conceito de ancestral comum e concluiu que os seres vivos possuem as mesmas características, mas apresentam genéticas diferentes. Nós classificamos esse trecho no nível epistêmico 4, por se tratar de uma proposição teórica descrevendo processos evolutivos específicos à questão discutida. Essa justificação foi curta e muito ampla, sendo difícil compreender ao que a aluna se referia ao articular suas idéias.

Dando continuidade à discussão, a pesquisadora questionou à aluna sobre o significado dessa justificação e Igor, outro componente do grupo 1, buscou esclarecê-la melhor no turno de fala 53. Nesse turno de fala, o aluno esclareceu que “as mesmas características” significaria “todas as estruturas físicas serem parecidas” e voltou a falar na idéia de as genéticas serem bem diferentes. Esse argumento, mesmo após a intervenção de Igor, continuou pouco claro em termos do significado dos conceitos utilizados. Em termos de níveis epistêmicos articulados por Igor em seu turno de fala, nós também o classificamos no nível 4. Um último aspecto a ser destacado é que, em

termos de movimento discursivo na argumentação, o turno de fala de Igor representou uma co-construção de argumento do argumento “b”, visto que o aluno buscou refinar o argumento desenvolvido pelo seu grupo e apresentado por Cláudia.

Uma segunda justificação em defesa do argumento “b” foi explicitada pelo aluno Márcio (representante do grupo 2) no turno de fala 64. Nesse turno de fala, o aluno leu a justificação dada pelo seu grupo em defesa do argumento “b”. Alguns turnos de fala depois, a professora pediu para os grupos esclarecerem melhor o porquê de seu posicionamento em defesa do argumento “b” e Ramon, outro componente do grupo 2, complementou a justificação apresentada por Márcio (turnos de fala 71 e 73).

Márcio (64): É a “b”. ((lê a resposta do grupo)) Pois espécies não surgem do acaso. Elas surgem do seu ancestral / a qual sofrem alterações sem perder sua linha. # Por exemplo/ num grupo de leões existe o cruzamento entre uma leoa e um leopardo. Nasce um filhote com juba e pintas. ((aluno e turma riem)) Que é isso velho?

Pesquisadora (70): (...) Então olha só / eu queria saber o seguinte / então vocês colocaram aí a “b” por quê? Por que vocês acham que existe tipo/ pelo que eu entendi dessas duas/ desses dois grupos / alguma estrutura básica que /

Ramon (71): Não pode variar. Porque no caso / não pode igual que ((risos de alunos))

Pesquisadora (72): Ô gente / deixa o colega/

Ramon (73): Mas não pode do cruzamento do leão com o leopardo dar / nascer um bicho de juba e cheio de pintas não é? (...) da leoa com o leopardo / aí não pode acontecer isso. # A “a” ta falando que pode. Que pode / ou já aconteceu isso. E isso / que essa questão falou é impossível. Porque eles teriam genética totalmente diferente.

O turno de fala de Márcio (turno 64) foi dividido em dois trechos. Nesse turno, o aluno apresentou uma justificação em defesa do argumento “b”, articulou os conceitos evolutivos de acaso e ancestral comum, e apresentou novos dados à questão (o exemplo do cruzamento entre uma leoa e um leopardo). No primeiro trecho, o aluno afirmou que o argumento “b” era o correto e apresentou a justificação do seu grupo em defesa do argumento “b”. Em sua justificação, Márcio afirmou que as espécies não surgem “do acaso”, mas sim de seu ancestral, sofrendo alterações sem perder a linha. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 4, por descrever processos evolutivos específicos à questão discutida. No segundo trecho, Márcio, dando continuidade a apresentação do posicionamento de seu grupo, leu o novo exemplo, desenvolvido por seu grupo, do cruzamento entre uma leoa e um leopardo do qual nasceria um filhote com juba e pintas. Nesse momento, a turma começou a rir, interrompendo o aluno, que pareceu surpreendido com o exemplo lido, questionando um colega do grupo. Esse trecho foi classificado no nível 2, por se tratar de uma proposição que utilizou dados empíricos da experiência.

Nos turnos de fala 71 e 73, Ramon, em resposta ao questionamento da pesquisadora sobre as justificações apresentadas pelos grupos 1 e 2, retomou e apresentou com uma maior riqueza de detalhes, a justificção de seu grupo (grupo 2). No turno de fala 71, ele complementou o turno de fala anterior, no qual a pesquisadora questionava e tentava resumir as justificções dadas pelos grupos 1 e 2, e afirmou que a estrutura básica, citada pela pesquisadora, não pode variar. Nesse mesmo turno de fala, ele tentou dar continuidade à justificção de seu grupo em defesa do argumento “b”, mas foi interrompido pelos risos dos colegas. Esse turno de fala não foi classificado em termos de níveis epistêmicos nem em movimento discursivo, visto que o aluno não conseguiu desenvolver a sua justificção.

No turno de fala 73, após pesquisadora ter chamado a atenção da turma, Ramon retomou e desenvolveu a justificção apresentada por Márcio, e refutou o argumento “a”. Esse turno de fala foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Ramon retomou o exemplo desenvolvido por seu grupo, do cruzamento entre leoa e leopardo, para justificar sua refutação do argumento “a”, explicitando a impossibilidade do aparecimento de um filhote com juba e pintas. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 3, visto que o aluno apresentou uma proposição na forma de alegação teórica ilustrada com dados da experiência. No segundo trecho, Ramon afirmou que o argumento “a” considera o exemplo apresentado por seu grupo possível de acontecer, ou mesmo como algo que já tenha ocorrido e voltou a refutar o argumento “a”, desta vez fazendo referência direta à questão e justificando que o que ela defende é impossível visto que, os animais teriam genéticas diferentes. Classificamos esse último trecho no nível 4, considerarmos que se tratou de uma alegação teórica específica à questão evolutiva discutida, visto que o aluno não se referiu diretamente aos dados.

Com relação aos movimentos no discurso argumentativo, Márcio e Ramon apresentaram e desenvolveram justificções em defesa do argumento “b” e justificções para refutar o argumento “a”, fundamentando tanto a postura de aceitação, por seu grupo, do argumento “b” quanto de refutação do argumento “a”. Com relação aos conceitos articulados por esses alunos, verificamos que eles articularam os conceitos de ancestrais comuns e as idéias “sofrer alterações sem perder sua linha” e “existência de genéticas diferentes” de forma clara. Para isso, eles desenvolveram um novo exemplo e o utilizaram e suas justificções. Com base nesse exemplo, a idéias de genéticas diferentes ganhou sentido, visto que Ramon explicitou essa idéia após discutir a impossibilidade de cruzamento entre espécies diferentes. Já o conceito de ancestrais

comuns, também ganhou sentindo, ao ser utilizado para reforçar a idéia de que há uma “linha” na evolução e que os seres vivos “sofrem alterações sem perder essa linha”. Os níveis epistêmicos nos quais Márcio e Ramon transitaram durante a elaboração de suas justificações, foram os níveis 2, 3 e 4, o que evidencia que esses alunos conseguiram articular os conceitos e dados utilizados em suas justificações de distintos modos.

Em outro momento da discussão, a pesquisadora fez uma série de questões ao aluno Igor (grupo 1), na tentativa de levá-lo a desenvolver a justificação de seu grupo em defesa do argumento “b”, mais especificamente a explicar como o conceito de ancestralidade comum era articulado nessa justificação.

Pesquisadora (90): Não / você falou assim / tem um ancestral comum e por isso não poderia surgir essas coisas. Como assim (...)?

Igor (91): É porque se tem / ancestral comum tem características ((inaudível))

Pesquisadora (92): Tem características o que?

Igor (93): Semelhantes.

Pesquisadora (94): Semelhantes.

Igor (95): Por ter ancestral comum.

Pesquisadora (96): E aí o que? Não poderia ter uma variação /

Igor (97): É / primeiro estruturas / seria é / com variações / e não ham / com variações muito intensas.

Na sequência de turnos de fala destacada acima (turnos 90 a 97), o aluno Igor, solicitado pela pesquisadora, desenvolveu sua justificação em defesa do argumento “b”. Os turnos de fala 91, 93 e 95 foram bastante curtos, com o aluno apresentando como justificação para o argumento “b” a idéia de que por ter um ancestral comum, os seres vivos apresentariam características semelhantes. No turno de fala 96, a pesquisadora estimulou o aluno a dar continuidade à sua justificação, questionando sobre a possibilidade de ocorrência de variações e no turno de fala 97, Igor deu continuidade e concluiu sua justificação afirmando que não haveria variações muito intensas nessas estruturas. Os turnos de fala 91, 95 e 97 foram classificados no nível epistêmico 4, visto que consistiram em alegações teóricas específicas à questão em discussão. O turno de fala 93 não foi classificado em termos de nível epistêmico.

Na sequência de turnos de fala de Igor (grupo 1), verificamos que o aluno articulou os conceitos de ancestral comum e a idéia de intensidade na ocorrência de variações em sua justificação em defesa do argumento “b”. Ao contrário das justificações apresentadas anteriormente por ele e por Cláudia (também componente do grupo 1), nessa sequência de turnos de fala, Igor apresentou os conceitos de forma clara. Em seu argumento, o aluno justificou que, por terem ancestrais comuns, os seres vivos

apresentariam características semelhantes e que, tais características não sofreriam variações muito intensas. Em termos conceituais, o aluno não avançou muito além do que estava dito na alternativa “b” da questão. Em termos níveis de articulação de conceitos, verificamos que o aluno articulou conceitos no nível epistêmico 4, mantendo sua justificação em um nível teórico, sem articular dados. Em termos estruturais, a justificação do aluno foi fragmentada, sendo apresentada pouco a pouco, à medida que a professora questionava pontos de sua fala. Essa sequência de turnos de fala de Igor e da pesquisadora não foi considerada um processo de co-construção de argumento, visto que o que ocorreu foi o desenvolvimento de um único argumento por um único aluno de forma fragmentada. A pesquisadora atuou apenas estimulando o aluno a completar sua idéia.

5.1.3 - Argumentação da questão 1 na TURMA C

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

A análise das atividades escritas realizadas pelos quatro pequenos grupos da turma C, nos mostrou que, na questão 1, três grupos optaram pela alternativa “a” (grupos 1, 3 e 4) e um grupo (grupo 2) considerou a alternativa de resposta “b” correta. É importante ressaltar, no entanto, que durante a discussão da questão, as alunas Keira e Lola discordaram dos outros componentes de seu grupo e afirmaram aceitar a alternativa “b”, desenvolvendo justificações para o seu posicionamento. Outro aspecto importante foi a participação da professora, que realizou vários turnos de falas, nos quais esclareceu dúvidas de alunos e explicou o argumento “b” em maiores detalhes. Os alunos Miguel (grupo 1); Lúcio (grupo 2); Vanessa (grupo 3); e Brita, Keira, Lola e Roberto (grupo 4); realizaram contribuições relevantes em termos de movimentos no discurso argumentativo, que serão discutidas em maiores detalhes mais adiante. Além desses sete alunos, outro dois (Maria e Pedro, do grupo 3) realizaram participações pontuais na discussão da questão. No entanto, elas não foram consideradas movimentos relevantes na argumentação da questão.

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em seus argumentos

Durante a discussão da questão 1, os alunos articularam uma série de conceitos e idéias sobre evolução como: possibilidade ou impossibilidade do aparecimento de novos seres e novas espécies ao longo do processo evolutivo, limitação ou não limitação

no aparecimento de novas variações, adaptação dos seres vivos ao ambiente, ancestralidade comum dos seres vivos e a possibilidade de cruzamento entre seres vivos de espécies diferentes. Em vários momentos, o exemplo do enunciado foi discutido em termos de semelhanças e diferenças entre zebras e cavalos e de possibilidade de cruzamento entre essas duas espécies. A possibilidade de cruzamento entre girafa e elefante também foi discutida.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.3 apresenta os turnos de falas dos alunos da turma C que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação da questão 1. Essa discussão ocorreu num total de 165 turnos de fala, teve a participação de 9 alunos e foi conduzida pela pesquisadora em parceria com a professora Sônia. A participação da professora foi efetiva e ocorreu durante toda a discussão, com a realização de 53 turnos de fala. É importante destacar que a professora, ao tentar explicar melhor os argumentos fornecidos pela questão, levantou novos temas e discussões não totalmente vinculados ao tema da questão. Esses temas contribuíram para o enriquecimento das discussões e para o entendimento dos alunos da questão proposta. No entanto, os turnos de falas de alunos voltados para a discussão desses temas paralelos não foram considerados por nós como movimentos discursivos relevantes na argumentação da questão 1. Os turnos de fala destacados por nós como movimentos discursivos representativos na argumentação da questão 1 pela turma C, e que serão discutidos em maiores detalhes em seguida, foram aqueles em que os alunos se posicionaram e apresentaram justificações para os seus posicionamentos com relação ao problema proposto.

Quadro 5.3: Movimentos discursivos da turma C na discussão da questão 1

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo na argumentação
Miguel / 1	3	Apresentou justificação em defesa do argumento “a” Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Roberto / 4	11, 14, 16	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Lola / 4	18	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Lola / 4	33, 35, 44	Apresentou justificação em defesa do argumento “b”
Vanessa /3	51	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Keira / 4	84, 86	Apresentou justificação em defesa do argumento “b”
Lúcio / 2	162, 164	Apresentou justificação em defesa do argumento “b”

Os alunos da turma C realizaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a”, em defesa do argumento “b” e para refutar o argumento “b”. Assim como verificado na turma A, a presença de distintos posicionamentos dos grupos envolvidos na discussão, ilustrou de forma explícita, o processo debate, de justaposição de asserções opostas, ou de diálogo entre visões distintas (Billig, 1996; Kuhn, 1991). Nesses movimentos discursivos, representantes dos grupos 1, 2, 3 e 4 apresentaram as alegações defendidas ou refutadas por seus grupos e as justificações desenvolvidas para elas. Além disso, alguns alunos apresentaram posicionamentos distintos aos de seus grupos e os justificaram. Um aspecto a ser destacado é que algumas das justificações dos alunos foram desenvolvidas em mais de um turno de fala. No entanto, ao contrário da turma B, essas justificações não foram consideradas fragmentadas, visto que os turnos de fala que as compunham ou apresentavam idéias completas ou eram interrompidos por falas de outros participantes da discussão e retomados pelo(a) aluno(a). Assim como nas outras turmas, boa parte da discussão da turma C recaiu sobre o exemplo fornecido em seu enunciado, mais especificamente sobre a possibilidade de sua ocorrência, devido à semelhança entre zebras e cavalos. Nas justificações dos alunos nós verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos de abstração 2, 3 e 4, o que mostrou que os alunos articularam os conceitos evolutivos em suas justificações de distintos modos. A seguir apresentaremos as transcrições dos turnos de fala destacados por nós e as análises realizadas em termos de movimentos discursivos que esses turnos representaram na argumentação dos alunos.

O primeiro posicionamento verificado na discussão da questão 1 na turma C, foi apresentado por Miguel (representante do grupo 1) no turno de fala 3. Nesse turno de fala, Miguel apresentou uma justificação em defesa do argumento “a” e uma justificação para refutar o argumento “b”.

Miguel (3): A gente colocou a “a”. ((lê a questão)) Porque ao longo processo evolutivo tais tipos de seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo surgiram em algum momento do passado / mas não se adaptaram ao ambiente / não sendo mais encontrados atualmente. # A gente justificou que: ((lê a resposta do grupo)) a ausência de algumas espécies é prova que as mesmas nunca chegaram a existir ou não se adaptaram ao ambiente ainda. # E a justificativa da “b” a gente falou que: ((lê a alternativa “b”)) podem existir mudanças no organismo dos indivíduos que os tornam diferentes de seus ancestrais. Que a “b” falou que não pode acontecer isso.

O turno de fala 3 foi dividido em três trechos. No primeiro trecho, Miguel afirmou que o seu grupo aceitou o argumento “a” e leu a alternativa “a” da questão para a turma. Esse trecho foi classificado em termos de níveis epistêmicos no nível 4, por se tratar de uma alegação teórica específica à questão discutida. No segundo trecho, Miguel apresentou a justificção de seu grupo para defender o argumento “a”. Nessa justificção, o aluno afirmou que a ausência de algumas espécies é a prova de que elas nunca existiram ou de que não se adaptaram ao ambiente, considerando a inexistência de determinados tipos de seres vivos uma “prova” em defesa do argumento “a”. No terceiro trecho, Miguel apresentou a justificção de seu grupo para refutar o argumento “b”. Nessa justificção, o aluno refutou a idéia de impedimentos para a possibilidade de surgimento de certas estruturas, ao afirmar que podem ocorrer mudanças no “organismo dos indivíduos” que os tornem diferentes de seus ancestrais. Nós também classificamos os trechos 2 e 3, em termos de níveis epistêmicos, no nível 4, por considerarmos que eles consistiram em proposições teóricas específicas à questão evolutiva em discussão.

Em seu argumento, Miguel tanto apresentou e justificou o posicionamento de seu grupo em defesa do argumento “a”, quanto justificou a refutação de seu grupo ao argumento “b”. Nesse processo, o aluno articulou o conceito de espécie e defendeu a idéia de possibilidade de mudanças nos “organismos dos indivíduos” de modo a os tornarem diferentes de seus ancestrais. Apesar de o aluno não ter explorado o exemplo da questão ou mesmo apresentado novos exemplos, apenas articulando os conceitos e idéias evolutivas a um nível mais teórico (nível epistêmico 4), nós consideramos que esses conceitos foram articulados de forma coerente nas justificções apresentadas pelo aluno.

O segundo aluno a participar da discussão da questão 1, foi Roberto (representante do grupo 4). Ao ser questionado sobre o posicionamento de seu grupo, o aluno utilizou os turnos de fala 11, 14 e 16 para desenvolver a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a”.

Pesquisadora (10): Ta / e vocês gente? ((pergunta ao grupo 4)). Vocês concordam?

Roberto (11): ((lê a resposta do grupo 4)) Concordamos que a idéia apresentada. Concordamos com a idéia apresentada uma vez que várias espécies novas podem ter surgido durante o processo evolutivo / espécies essas de formas inimagináveis e que não se adaptaram ao ambiente e foram extintas.

Pesquisadora (12): Vocês também concordaram com a letra “a”.

Roberto (14): Porque a gente pensou que o processo evolutivo. O processo evolutivo não é uma coisa linear. Por exemplo / quando acontece indivíduos perfeitos. Podem surgir vários indivíduos totalmente estranhos que simplesmente não se adaptaram.

Pesquisadora (15): Então vocês acham que (...) não existe assim essa coisa de surgiu um tipo específico de organismo. Pode surgir /
Roberto (16): Não é. Pode surgir organismos que surgem e se adaptam / sabe / mas também surgem vários que não se adaptam. Uns se adaptam outros não.

No turno de fala 11, Roberto apresentou o posicionamento de seu grupo em defesa do argumento “a”. No único trecho desse turno de fala ele leu a resposta de seu grupo, que concordava com o argumento “a” e justificava esse posicionamento afirmando que várias espécies novas podem ter surgido ao longo do processo evolutivo e não se adaptado ao ambiente. Nós classificamos esse trecho no nível epistêmico 4, por se tratar de uma alegação teórica específica à questão evolutiva discutida.

No turno de fala 14, Roberto apresentou mais detalhadamente, e com as suas próprias palavras, a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a”. Nessa justificção, Roberto afirmou que o processo evolutivo não é linear, com indivíduos totalmente estranhos podendo aparecer ao longo do processo evolutivo e simplesmente não se adaptarem. Com relação aos níveis epistêmicos nos quais o aluno articulou os conceitos evolutivos, verificamos que o aluno se manteve em um nível mais teórico. Nós classificamos esse turno de fala no nível epistêmico 4, visto que, o aluno discutiu aspectos teóricos específicos à questão 1.

O terceiro turno em que Roberto explicitou a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a” (turno de fala 16) foi desencadeado quando a pesquisadora tentava sintetizar o posicionamento de seu grupo. Nesse turno de fala, Roberto novamente explicitou a idéia de que não há restrições nas possibilidades de surgimento de novos organismos, e que os organismos que surgem podem ou não se adaptar ao ambiente. Ele também continuou a articular conceitos em um nível mais teórico. Desse modo, assim como nos dois turnos de fala do aluno analisados anteriormente, nós classificamos esse turno no nível epistêmico 4, por se tratar de uma alegação teórica específica à questão evolutiva discutida.

Nos turnos de fala de Roberto verificamos que, ao desenvolver o seu argumento, ele apresentou e justificou o posicionamento de seu grupo em defesa do argumento “a”, explicitando e articulando conceitos evolutivos de forma coerente. Em termos de conceitos articulados em sua justificção, verificamos que o aluno apresentou a idéia de a evolução não ser linear e de os seres vivos que surgem poderem ou não se adaptar. Mesmo não se referindo diretamente ao ambiente e ao processo de seleção natural, consideramos que o aluno foi claro na apresentação dos conceitos evolutivos. Em

termos de níveis epistêmicos, assim como verificado na fala de Miguel, Roberto manteve suas justificações em um nível mais teórico (nível epistêmico 4).

No turno de fala seguinte (turno de fala 17), a pesquisadora novamente, tentou sintetizar o argumento do grupo 4 e questionou se os alunos desse grupo consideravam que não existe limite na possibilidade de surgimento de novos seres vivos. Em seguida Lola (também componente do grupo 4) realizou uma série de considerações sobre a possibilidade do surgimento de novas variações de seres vivos na natureza, utilizando como dados o exemplo fornecido pelo enunciado da questão e um novo exemplo desenvolvido por ela. No turno de fala 18, ela questionou o significado do exemplo da questão, apresentando a possibilidade de se tratar da possibilidade de cruzamento entre espécies muito parecidas ou entre espécies muito diferentes. Ela apresentou também, a interpretação dada por seu grupo, de que se tratava de um exemplo de espécies muito diferentes capazes de formar um indivíduo. Já nos turnos de fala 33, 35 e 44, Lola desenvolveu uma justificação diferente da aceita pelo seu grupo, em defesa do argumento “b”.

Pesquisadora (17): Então vocês acham que (...) Se adaptou ou não é o que importa. E a variabilidade dos seres que podem aparecer (...) é ilimitada. É isso?

Lola (18): Não / porque igual o exemplo ((inaudível)) da zebra e do cavalo. Porque a gente acha que a cabeça do cavalo é muito parecida com a da zebra. Ninguém conseguiu achar muita diferença. # Então a gente ficou pensando / quando a questão fala da zebra e do cavalo / está falando das espécies muito diferentes que podem formar um indivíduo / seja uma girafa e um elefante / ou alguma coisa desse tipo (...)

Brita (19): É eu também pensei nisso aí.

Professora (30): (...) Você falou de elefantes e de girafas / zebra e cavalo. Tem umas diferenças bem grandes aí. Por quê?

Lola (33): Porque o cavalo e a zebra são mais parecidos.

Professora (34): Isso.

Lola (35): Agora o elefante e a girafa / é muito diferente. Então nunca ia ter um cruzamento entre essas duas espécies. Eu acho que é seria impossível.

Brita (36): Aí seria uma limitação que você está falando.

Pesquisadora (43): Então (...) existiria um limite na possibilidade de surgimento de (...) variações de seres? Vocês estão falando que existiria ou não existiria? (...)

Lola (44): A gente colocou a letra “a”. Mas (...) eu acho que existe um limite porque nem tudo pode sair cruzando. Não pode ter cruzamento entre qualquer espécie.

Nos turnos de fala 33, 35 e 44, Lola desenvolveu sua justificação em defesa do argumento “b”. No turno de fala 33, ela reafirmou a semelhança entre cavalo e zebra. Esse turno foi classificado no nível epistêmico 1, por a aluna referir-se ao exemplo do enunciado da questão. No turno de fala 35, ela comparou o exemplo do exercício com o apresentado por ela “elefante e girafa”, e afirmou que um cruzamento entre as espécies

elefante e girafa seria impossível. Como nesse turno, a aluna articulou conhecimento conceitual com dados, nós o classificamos no nível epistêmico 3. Já no turno de fala 44, Lola afirmou que o seu grupo concordou com o argumento “a” e sintetizou o seu posicionamento a favor do argumento “b”, justificando-o com a idéia de que não é possível ocorrer cruzamento entre qualquer espécie. Esse turno de fala foi classificado no nível 4, por se tratar de uma proposição teórica específica à questão evolutiva discutida.

Consideramos que Lola realizou uma contribuição significativa na argumentação ao apresentar uma justificação em defesa do argumento “b”, indo de encontro ao posicionamento de seu grupo, favorável ao argumento “a”. Ela ainda questionou o significado do exemplo, apresentado duas possíveis interpretações e esclarecendo a interpretação dada a ele pelo seu grupo. Em termos de conceitos articulados em sua justificação, verificamos que Lola apresentou a idéia de que há um limite, em termos da possibilidade de cruzamento entre diferentes espécies, apresentando o exemplo do elefante e girafa como um desses casos. Em termos de níveis epistêmicos, a aluna articulou os conceitos evolutivos aos níveis epistêmicos 3 e 4. Ao articular dados, a aluna tanto utilizou dados do enunciado do problema, quanto dados desenvolvidos por ela, com base em sua experiência.

Alguns turnos de fala depois, Vanessa (grupo 3) apresentou a justificação de seu grupo em defesa do argumento “a”.

Vanessa (51): A gente colocou uma resposta semelhante a do grupo do ((inaudível)). Que quanto a zebra quanto o cavalo é / tiveram um ancestral comum. Só que ham organismos que tem parte do corpo de um / parte do outro / puderam / podem ter existido / mas não se adaptaram. Ou então (...) podem não ter existido.

Em sua justificação Vanessa afirmou que zebra e cavalo tiveram ancestrais comuns e que organismos com partes de um e de outro podem ter existido e não terem se adaptado ou mesmo não ter existido. O turno de fala de Vanessa (turno 51) foi classificado no nível epistêmico 3, por se tratar de uma proposição teórica ilustrada com dados específicos à questão discutida.

Em termos de movimento no discurso, a aluna realizou um movimento relevante ao desenvolver uma justificação em defesa do argumento “a”. Já em termos de articulação de teorias e dados, a aluna articulou apenas as teorias e dados apresentados na questão (no nível epistêmico 3).

No turno de fala 84, Keira (componente do grupo 4) voltou a questionar o posicionamento de seu grupo a favor do argumento “a” e apresentou uma nova justificção para o seu posicionamento em defesa do argumento “b”.

Keira (84): Eu entendi essa questão / eu até discordei do grupo no dia porque eles acham uma coisa e eu acho outra / porque o seguinte / Eu concordo com a / com o que está colocado aqui / desde que / por exemplo / pensando naquele exemplo de peixes que tem nadadeiras e golfinhos / que tem menos adapta. Como é que diz é / menos adaptado?

Professora (85): Sim.

Keira (86): Ta. É / a função é mais ou menos a mesma / forma é mais ou menos a mesma / e tal / mas não é a mesma estrutura. Ou seja / um mamífero / um golfinho não poderia criar uma nadadeira do nada. As estruturas que ele possui derivam de alguma estrutura que o ancestral já tinha / entendeu? Por mais que ela esteja adaptada ao meio / daí ele pareça uma nadadeira de peixe / ele não pode ter uma nadadeira de peixe. Esse é um membro de mamífero. Não é? (...)

No turno de fala 84, Keira apresentou a sua discordância com o posicionamento de seu grupo e iniciou a desenvolver sua justificção em defesa do argumento “b”. Nesse turno de fala ela também acrescentou um novo dado à discussão - o exemplo das nadadeiras dos peixes e dos golfinhos. Nós classificamos esse turno de fala no nível epistêmico 2, por se tratar de proposição usando dados da experiência, que não apareciam na questão.

No turno de fala 86, Keira deu continuidade à sua justificção em defesa do argumento “b”. Ela afirmou que as nadadeiras de peixes e de golfinhos têm formas e funções parecidas, mas são estruturas diferentes e concluiu que um golfinho não poderia desenvolver uma nadadeira de peixe do nada, visto que ele é um mamífero e que suas estruturas derivam de seus ancestrais. Esse trecho consistiu em uma proposição teórica ilustrada com exemplos trazidos de discussões em sala de aula e nós o classificamos no nível epistêmico 3.

Em termos de movimento na estrutura da argumentação, os turnos de fala 84 e 86, desenvolvidos por Keira, representaram uma justificção em defesa do argumento “b”. O argumento da aluna refletiu também, a discordância entre membros de um mesmo grupo, o que enriqueceu a discussão. Com relação aos conceitos e dados evolutivos articulados, verificamos que a aluna desenvolveu toda a sua justificção com base em um exemplo real, trazido de sua experiência (no caso, de discussões realizadas na turma ao longo da unidade didática sobre evolução), articulando dados e conhecimentos teóricos aos níveis epistêmicos 2 e 3. Dentre os conceitos articulados

pela aluna temos: o conceito de estruturas análogas e o de ancestralidade comum. Além disso, a aluna se referiu a diferentes grupos de vertebrados - os peixes e os mamíferos. Esses conceitos evolutivos foram desenvolvidos no contexto do exemplo trazido por ela para a discussão, sendo articulados de forma clara e coerente em sua justificação.

No turno de fala 160, Lúcio (representante do grupo 2) afirmou que o seu grupo considerou o argumento “b” correto. Em seguida, (turnos de fala 162 e 164) ele apresentou uma justificação em defesa do argumento “b”, retomando o exemplo das nadadeiras dos peixes e golfinhos apresentado na justificação de Keira.

Lúcio (160): Então a gente também acha que a “b” (...)

Lúcio (162): Lúcio: Porque a gente pensou assim ((inaudível)). Essa questão é bem parecida com o que a Keira falou mesmo tem lá o golfinho e o que é que você tinha falado?

Lúcio (164): (...) Eu acho que o que está dizendo aqui é bem parecido mesmo com o exemplo da Keira porque os animais guardam tipo / lembranças morfológicas do animal ancestral, digamos assim. Então o que é que acontece / ele tinha (...) lá um membro que com o tempo foi adaptando e formando um tipo de nadadeira / igual a do peixe. Do peixe e (...) baleia ou sei lá / do golfinho / são diferentes. Porque um (...) é mamífero e outro é peixe. Mas digamos que eles têm a mesma / a mesma função. Digamos assim. Mas tipo / não são a mesma estrutura. # E essas estruturas não podem aparecer (...) igual eu estava pensando aqui / por exemplo (...) as aves que caçam no mar e pegam os peixes. Que se pudesse aparecer assim essas estruturas / ele teria nadadeiras também / porque no caso / seria muito mais fácil para eles / eles poderem entrar dentro da água e nadar / comer os peixes que eles quisessem e depois ir embora. Mas não é compatível com a estrutura dele. Então ele não pode criar estruturas. Ele só pode adaptar as que ele já tem.

O turno de fala 164 foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Lúcio retomou o exemplo apresentado por Keira e iniciou sua justificação em defesa do argumento “b” com base nas “lembranças morfológicas do animal ancestral”. Em sua justificação ele afirmou que os animais guardam lembranças morfológicas de seus ancestrais, explicitou que os golfinhos tinham no passado um membro que, com o tempo formou um tipo de nadadeira igual a do peixe, em termos de ter a mesma função e concluiu, afirmando que as nadadeiras de peixes e golfinhos não são a mesma estrutura porque um é peixe e o outro mamífero. No segundo trecho, Lúcio continuou sua justificação em defesa do argumento “b”, dessa vez, explicitando e discutindo um novo exemplo - aves que caçam no mar. Nesse trecho, o aluno afirmou que se as estruturas pudessem aparecer (do modo como a alternativa “a” propõe), as aves que caçam no mar também teriam nadadeiras, visto que seria muito mais fácil para elas conseguirem alimento e concluiu que, como essa estrutura não é compatível com a

estrutura da ave, a ave não pode criá-la, apenas desenvolver as estruturas que já tem. Os dois trechos desse turno de fala foram classificados no nível epistêmico 3, por se tratarem de alegações teóricas ilustradas com dados provenientes da experiência.

Consideramos que, em termos de movimento no discurso argumentativo, Lúcio apresentou uma contribuição relevante, ao desenvolver uma justificação em defesa do argumento “b”. Com relação aos conceitos articulados, verificamos que o aluno discutiu o conceito de estruturas análogas e de ancestrais comuns e acrescentou a idéia de “lembranças morfológicas”. Ele também se referiu aos grupos peixes e os mamíferos. Um aspecto relevante a ressaltar, foi o fato de, mesmo apresentando suas idéias de forma clara, o aluno ter apresentado idéias não compatíveis com os fundamentos da teoria sintética da evolução (trecho 2). Nesse trecho o aluno explicitou a idéia desenvolvimento de estruturas por necessidade ao afirmar que se o aparecimento de estruturas diferentes fosse possível, as aves que caçam no mar iriam tê-las, visto que seria mais fácil para elas caçarem os peixes. Mesmo refutando essa possibilidade, ao falar que essas aves não podem “criar” estruturas, só “adaptá-las”, a idéia de mudanças em estruturas devido à necessidade se manteve no argumento do aluno. Essa idéia não é compatível com a teoria sintética com a evolução, mas sim, com a teoria evolutiva de Lamarck. Apesar disso, consideramos que, mesmo nessa justificação, o aluno articulou dados e teorias de forma clara e numa linha de raciocínio bem desencadeada. Em termos de níveis epistêmicos em que os conceitos foram articulados, verificamos que o aluno articulou dados e teorias no nível 3, articulando dados apresentados anteriormente por Keira e novos dados desenvolvidos por ele, com uma série de conceitos evolutivos durante toda a sua fala.

5.2 - Argumentação sobre ritmo evolutivo nas turmas A, B e C (questões 2 e 3)

As questões

As questões 2 e 3 tiveram como objetivo discutir ritmo evolutivo. A discussão em ambas as questões é sobre a evolução se tratar de um processo que ocorre de forma gradual ou de um processo que admite momentos de ocorrência de modificações mais abruptas, os saltos evolutivos. A idéia de evolução gradual é coerente com a teoria darwinista da evolução e também com a teoria sintética da evolução, que consideram que o processo evolutivo acontece de forma lenta, sendo moldado pela seleção natural. Ainda segundo essa corrente, as lacunas nos registros fósseis podem ser consideradas

como resultantes de um registro fóssil imperfeito. Já a idéia alternativa discutida nessa questão, vem de críticas inicialmente levantadas por pesquisadores como Gould e Eldredge, que defendem outra possibilidade de explicação para as lacunas nos registros fósseis. Eles desenvolveram uma teoria que reúne tipos distintos de mecanismos evolutivos para explicar as mudanças dentro de uma espécie e a especiação. Essa teoria é denominada teoria do equilíbrio pontuado e afirma que a evolução passa por períodos de poucas mudanças, ou equilíbrio, no qual se observa o surgimento de variações dentro das espécies, e por períodos de mudanças súbitas, nos quais surgem novas espécies. Essas duas possibilidades de interpretação para o processo evolutivo, em termos de ritmo da evolução, aparecem respectivamente, nas alternativas “a” e “b” tanto na questão 2 quanto na questão 3.

No entanto, apesar de discutirem o mesmo tema e apresentarem alternativas sobre as mesmas duas possibilidades de interpretação para o ritmo evolutivo, tanto os enunciados quanto as alternativas apresentadas das questões 2 e 3 apresentam diferenças relevantes. Na questão 2, o enunciado é mais curto e geral apresentando uma citação do Dawkins (2000) na qual ele explicita que os invertebrados encontrados em estratos de rochas do Cambriano aparecem em um estado avançado de evolução e afirma que isso dá a impressão de que eles não passaram por uma história evolutiva, aparecendo já nessas formas mais avançadas. As alternativas de resposta também foram bem gerais, com cada alternativa interpretando a lacuna nos registros fósseis de uma forma. Já a questão 3, apresenta um enunciado maior e mais detalhado, citando a história da Terra, explicando em maiores detalhes o processo evolutivo dos seres unicelulares e levantando o problema das lacunas nos registros fósseis do Cambriano de forma mais clara, em termos de passagem dos unicelulares para os multicelulares e sua conseqüente diversificação dos seres vivos na natureza. As alternativas de respostas também foram mais detalhadas, discutindo as interpretações das lacunas em termos de ausência de fósseis intermediários entre os unicelulares e multicelulares. Essa reformulação da questão 2 na questão 3, visou uma apresentação mais clara do que consistiria a lacuna e de onde estaria localizada essa lacuna nos registros fósseis, no caso na passagem dos unicelulares para multicelulares.

Mesmo com os enunciados e as alternativas de resposta das questões 2 e 3 apresentando diferenças importantes em sua estrutura, optamos por analisar a argumentação ocorrida entre os alunos ao discutirem as duas questões. Isso porque, apesar de não ser possível analisarmos em maiores detalhes as diferenças na

argumentação ocorrida entre as turmas que responderam a questão 2 (turmas A e B) e a turma que respondeu a questão 3 (turma C), podemos discutir como os alunos das três turmas se posicionaram com relação ao ritmo de ocorrência do processo evolutivo e se eles conseguiram compreender o questionamento proposto e desenvolver bons argumentos ao tratar desse tema.

Ainda com relação às questões 2 e 3 é importante ressaltar, que estamos diante de questões interessantes, visto que elas representam exemplos da perspectiva epistemológica da ciência que considera que há um pluralismo teórico no conhecimento. Nessa perspectiva, não são os dados em si que vão se constituir em provas conclusivas, mas a interpretação que é feita desses dados, a partir do referencial teórico tomado por quem o analisa. Em nossa questão temos um dado único – ausência de fósseis – e duas possibilidades de interpretá-lo.

5.2.1 – Argumentação da questão 2 na turma A

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

Ao responderem a questão 2, os sete pequenos grupos da turma A optaram pela alternativa “a”, que afirma que a evolução ocorreu de forma gradual. Durante a discussão, os alunos Alice (grupo 1), Beatriz (grupo 2), Daniel, Davi e Douglas (grupo 4) apresentaram e justificaram os posicionamentos de seus grupos. Os representantes dos outros grupos apenas explicitaram a alternativa escolhida pelo grupo para a questão, sem realizar movimentos discursivos relevantes na argumentação (ver a transcrições da questão 2 no apêndice 8 e a transcrição da questão 3 no apêndice 9).

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em seus argumentos

Na discussão da questão 2, os alunos passaram boa parte do tempo afirmando que a evolução ocorre de forma gradual e levantando hipóteses para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão. Dentre as hipóteses levantadas por eles temos: a possibilidade de degradação dos fósseis, a possibilidade de o meio não ter favorecido a formação de determinados fósseis, a possibilidade de o tipo de solo existente na época não ter permitido o armazenamento dos fósseis e a possibilidade desses animais terem migrado e depois voltado. Uma discussão sobre a relação da ocorrência de mutações com a formação de novas espécies também ocorreu. Verificamos ainda o questionamento ao estatuto dos “fósseis” como provas.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.4 apresenta os turnos de falas dos alunos da turma A que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação da questão 2. Essa discussão ocorreu num total de 37 turnos de fala e foi conduzida pela pesquisadora. Cinco alunos participaram da discussão e realizaram movimentos relevantes no discurso argumentativo. Nesses turnos de fala, os alunos apresentaram justificações para os posicionamento de seus grupos (grupos 1, 2 e 4) como com relação ao problema proposto.

Quadro 5.4: Movimentos discursivos da turma A na discussão da questão 2

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo
Daniel / 4	4	Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Davi, Daniel e Douglas / 4	5, 6, 7, 8, 9	Co-construção de justificação para refutar o argumento “b”
Douglas / 4	13	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Alice / 1	21, 23	Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Beatriz / 2	31, 33	Apresentou justificação para refutar o argumento “b” Apresentou uma condição de aceitação do argumento “b”

Ao discutirem a questão 2, representantes dos grupos 1, 2, e 4 realizaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a” e para refutar o argumento “b”. Verificamos ainda uma série de turnos de falas (turnos 5, 6, 7, 8 e 9) em que três alunos de um mesmo grupo desenvolveram em parceria uma justificação para refutar o argumento “b”, num movimento de co-construção de argumento. Uma condição de aceitação do argumento “b” também foi apresentada. Nas justificações dos alunos os conceitos foram articulados aos níveis epistêmicos 3 e 4. A seguir apresentaremos as transcrições dos turnos de fala destacados por nós e as análises realizadas em termos de movimentos discursivos que esses turnos representaram na argumentação dos alunos.

O primeiro aluno a apresentar um posicionamento na discussão da questão 2 foi Daniel (representante do grupo 4). No turno de fala 4, Daniel apresentou uma justificação para refutar o argumento “b”. Essa justificação, no entanto, não foi

totalmente desenvolvida por ele. Ela foi construída em parceria com alguns de seus colegas de grupo (Davi e Douglas), que, nos turnos de fala 5, 7 e 8, foram complementando a fala de Daniel, na apresentação de uma série de possibilidades para os fósseis intermediários não serem encontrados atualmente. Interpretamos que esse consistiu em um movimento de co-construção de argumento.

Daniel (4): Não que o/ o fato de você não encontrar fósseis intermediários / só pelo fato de você não ter encontrado eles / você não pode afirmar que eles surgiram com aquela / com aquele nível de complexidade. Pode ter acontecido é /

Davi (5): Pode ter degradado e virado combustível / por exemplo / alguma coisa assim.

Daniel (6): Ou o ambiente não ter é /

Davi (7): Favorecido a /

Douglas (8): Formação de determinados fósseis.

Daniel (9): Ou até mesmo você pode ter que durante o processo evolutivo em que as espécies ((inaudível)) migram / não estavam ali mais / e depois por algum outro motivo voltou entendeu? Então você não tem um intermédio delas.

Douglas (13): Preservar uma coisa por milhares e milhões de anos é é uma coisa meio que que coisa meio difícil. Não é sempre que acontecem condições para preservar fósseis / ou informações / desde daquela época. E a gente acha que a evolução ocorre de forma gradual.

O turno de fala 4 apresentou um único trecho em que Daniel deu início à justificção de seu grupo para refutar o argumento “b” ao afirmar que o fato de não se encontrar fósseis intermediários, não significa que eles já surgiram com um alto nível de complexidade. Nós classificamos esse trecho no nível 3, visto que, ao se referir aos fósseis, o aluno estava articulando dados da questão e, ao interpretar a ausência de fósseis como não representativa de um processo de evolução abrupta, ele articulou dados com conceitos evolutivos.

Os turnos de fala 5, 6, 7, 8 e 9 também foram classificados no nível 3, por serem considerados uma continuação da justificção iniciada por Daniel, na qual os alunos levantaram uma série de possíveis interpretações para os fósseis intermediários não serem encontrados. Todas as interpretações levantadas iam de encontro à possibilidade desses fósseis jamais terem existido.

No turno de fala 13, Douglas apresentou a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a”. Nessa justificção, ele afirmou que o seu grupo apoiava o argumento “a” e justificou afirmando que é difícil a preservação de fósseis e que nem sempre ocorrem condições favoráveis a isso. Esse turno de fala também foi classificado no nível 3 já que, assim como nos turnos anteriores, o aluno apresentou uma interpretação para o fato de os fósseis (dado fornecido pela questão) não serem preservados.

Interpretamos que os turnos de fala apresentados Daniel, Douglas e Davi foram relevantes tanto em termos de movimento discursivo na estrutura da argumentação quanto em termos de conceitos articulados pelos alunos. Com relação ao movimento realizado no discurso argumentativo, esses alunos desenvolveram em conjunto uma justificação para refutar o argumento “b”. Nessa justificação os alunos levantaram uma série de hipóteses para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão, articulando os conceitos evolutivos de “possibilidade de degradação dos fósseis”, “possibilidade de o meio não ter favorecido a formação de determinados fósseis” e mesmo “a possibilidade desses animais terem migrado e depois voltado”. Em termos de níveis epistêmicos, verificamos que os alunos se mantiveram no nível 3 de abstração, articulando o dado do problema (ausência de fósseis) em série de possibilidades de interpretações.

Ao ser questionada pela pesquisadora sobre o posicionamento de seu grupo, a aluna Alice (representante do grupo 1) apresentou uma justificação para refutar o argumento “b” nos turnos de fala 21 e 23.

Pesquisadora (20): (...) O que vocês responderam?

Alice (21): É / a ausência de fósseis não é que a evolução ocorreu / porque tipo/ isso pode ter a ver também com a / o tipo de solo que existia na época / não permitiu o armazenamento dos fósseis / não teve condições de / outros seres vivos / antes dos ((inaudível))

Pesquisadora (22): Ah. E ninguém colocou gente que seria /

Alice (23): É um vestígio / mas não é uma prova também.

No turno de fala 21, Alice iniciou sua justificação em refutação ao argumento “b” afirmando que a ausência de fósseis não significa que a evolução ocorreu de forma abrupta e apresentou uma hipótese alternativa para interpretar essa ausência, em que o tipo de solo existente na época não teria permitido o armazenamento dos fósseis anteriores aos apresentados na questão. Esse turno de fala foi classificado no nível epistêmico 3, por se tratar de uma proposição em que dados e conceitos são articulados.

No turno de fala 23, Alice interrompeu a fala da pesquisadora, que iria dar continuidade à discussão, e concluiu a sua justificação ao afirmar que o fóssil é um vestígio, mas não uma prova. Esse turno de fala foi classificado no nível 4, visto que, apesar de estar claramente se referindo aos fósseis, a aluna manteve sua fala em um nível teórico referente à questão em discussão.

Consideramos que, em sua justificação para refutar o argumento “b”, Alice não apenas levantou uma hipótese de interpretação alternativa para interpretar a ausência

dos fósseis, como também questionou o estatuto dos fósseis como prova. Nesse movimento, a aluna parece ter compreendido que a ausência dos fósseis intermediários não prova necessariamente que a evolução ocorreu de forma abrupta. Em termos de níveis epistêmicos articulados nos conceitos evolutivos, Aline transitou entre os níveis 3 e 4, com os seus turnos de fala 21 e 23 se referindo aos fósseis de forma direta e de forma indireta, respectivamente.

Em resposta ao questionamento da pesquisadora de se toda a turma teria considerado que a evolução ocorre de forma gradual, a aluna Beatriz, nos turnos de fala 31 e 33, apresentou a justificação de seu grupo para refutar o argumento “b”.

Pesquisadora (30): Gradual? Então a turma toda coloca a evolução como sendo um processo gradual que eles podem ter sido degradados por algum motivo / seria isso?

Beatriz (31): É. A única coisa que a gente colocou que seria que poderia ser abrupta / seria uma mutação / porque aí seria uma modificação genética instantânea e ((inaudível)). # Mas pra ser evolução / teria que formar uma nova espécie / etc.

Daniel (32): Ou não.

Beatriz (33): não vai formar uma espécie nova porque tem que ter uma mudança mais é / demorada/ etc. E a mutação é abrupta.

O turno de fala 31 foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Beatriz apresentou uma situação na qual a evolução poderia ser considerada abrupta - na ocorrência de uma mutação. Segundo a aluna, o seu grupo chegou a essa idéia devido ao fato de as mutações serem modificações genéticas instantâneas. Consideramos que, nessa afirmação a aluna apresentou uma condição de aceitação do argumento “b”. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 4, por ser considerado uma alegação teórica específica à questão evolutiva discutida. No segundo trecho desse turno de fala, Beatriz refutou essa situação, ao afirmar que para ser evolução teria que formar uma nova espécie. Esse trecho também foi classificado no nível epistêmico 4.

No turno de fala 33, Beatriz concluiu sua refutação ao exemplo das mutações afirmando que as mutações não formam novas espécies, visto que o processo de especiação tem que ter uma mudança mais demorada.

Consideramos que o argumento desenvolvido por Beatriz foi relevante em termos de movimento na estrutura da argumentação porque, em sua justificação para refutar o argumento “b”, a aluna não simplesmente apresentou o porquê de seu grupo ter refutado esse argumento, mas explicitou um modo de interpretar a questão em favor do argumento “b” (ocorrência de mutações) e em seguida, explicou os motivos que levaram o seu grupo a descartá-lo (mutações não formariam novas espécies). Assim, ao

descartar essa possibilidade de interpretação, o grupo de Beatriz refutou o argumento “b”. Já em termos de articulação de conceitos evolutivos, nos seus dois turnos de fala a aluna manteve-se no nível epistêmico 4, discutindo, em um plano mais teórico, a possibilidade do surgimento de novas espécies de forma abrupta.

5.2.2 – Argumentação da questão 2 na turma B

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

Ao responderem a questão 2, os três pequenos grupos da turma B optaram pela alternativa “a”, que afirma que a evolução ocorreu de forma gradual. Durante a discussão, os alunos Cláudia (grupo 1), Jonas e Yuri (grupo 2), Diva e Vander (grupo 3) apresentaram e justificaram os posicionamentos de seus grupos.

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em os seus argumentos

Durante a discussão da questão 2 na turma B, os alunos afirmaram que a evolução ocorre de forma gradual, levantaram uma hipótese para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão e apresentaram exemplos que representariam a impossibilidade de a evolução ocorrer de forma abrupta. A hipótese levantada para a ausência dos fósseis foi eles não terem sido preservados porque milhões anos se passaram e esses registros fósseis se acabariam aos poucos. Os exemplos apresentados foram sobre a evolução de homens e macacos e sobre a evolução das cobras. Esses exemplos foram retomados das discussões das aulas da unidade didática que ocorreram antes da aplicação e discussão das atividades. A idéia de necessidade de tempo para perceber a evolução acontecendo também foi apresentada. Verificamos ainda referências à teoria de Darwin e aos aspectos da epistemologia da ciência importância da comunicação (divulgação) do conhecimento e possibilidade de mudanças à medida que novas descobertas são realizadas.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.5 apresenta os turnos de falas dos alunos da turma B que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação da questão 2. Essa discussão ocorreu num total de 62 turnos de fala, foi conduzida pela pesquisadora

em parceria com a professora Camila e teve a participação de 5 alunos, que apresentaram turnos de fala relevantes para argumentação da questão. Nesses turnos de fala, os alunos se posicionaram e apresentaram justificações para os seus posicionamentos com relação ao problema proposto.

Quadro 5.5: Movimentos discursivos da turma B na discussão da questão 2

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo
Yuri / 2	15	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Cláudia / 1	17	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Diva e Vander / 3	19, 20, 25	Co-construção de justificação em defesa do argumento “a”
Jonas / 2	33	Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Yuri / 2	48	Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Cláudia / 1	52	Apresentou justificação para refutar o argumento “b” Apresentou uma condição de refutação do argumento “a”

Durante a discussão da questão 2 na turma B, representantes dos grupos 1, 2, e 3 realizaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a”, justificações para refutar o argumento “b”, além da explicitação de uma condição de refutação do argumento “a”. Movimentos sobre alegações e sobre dados também foram verificados nas justificações dos alunos. Verificamos ainda o processo de construção coletiva ou co-construção de uma justificação em defesa do argumento “a” pelos alunos Diva e Vander (turnos de fala 19, 20 e 25). Nesses movimentos na argumentação encontramos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos 3 e 4. A seguir apresentaremos análises dos turnos de fala destacados no quadro 5.5 em termos de movimentos discursivos representados na argumentação da questão 2.

Na turma B, o primeiro aluno a apresentar um posicionamento com relação à questão 2 foi Yuri (representante do grupo 2), no turno de fala 15. Nesse turno de fala, Yuri apresentou uma justificação em defesa do argumento “a”. Em seguida, Cláudia (representante do grupo 1) apresentou a justificação de seu grupo em defesa do mesmo argumento. Dois turnos de fala depois, Diva e Vander (representantes do grupo 3) desenvolveram em conjunto, uma justificativa também em defesa do argumento “a”.

Yuri (15): Assim / igual / eu coloquei assim porque o surgimento das espécies tem que acontecer devagar. # Não pode acontecer assim / igual / vamos supor / nasce uma espécie nasce uma espécie vamos supor assim / mega evoluída / vamos supor. No caso

da cobra. Vamos supor a cobra ter um ((inaudível)) Não tem uma capacidade de uma cobra surgir desse jeito / evoluir desse modo.

Cláudia (17): A gente colocou mais assim na forma gradual mesmo. Tem que ter um determinado tempo de um/ um espaço para você perceber a evolução acontecendo.

Pesquisadora (18): Então vocês acham que existiram esses fósseis de alguma forma. (...) mas / não foram preservados (...) / Mas no caso (...) teriam existido seres intermediários entre os primeiros invertebrados/ não é?

Diva (19): Eu acho que eles não foram preservados ((inaudível))

Vander (20): Eles não foram preservados porque milhões anos se passaram e esses registros fósseis vão se acabando aos poucos.

Diva (25): Tinham fósseis/ mas eles não foram preservados.

O turno de fala 15 foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Yuri iniciou sua justificação com a afirmação geral de que o surgimento das espécies “tem que acontecer devagar”. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 4. No segundo trecho, ele complementou essa idéia afirmando que não há como “nascer uma espécie mega evoluída” e apresentando um exemplo hipotético de “evolução das cobras”, como representativo dessa impossibilidade. Esse trecho foi classificado no nível 3, por se tratar de uma proposição na forma de alegação teórica ilustrada com dados da experiência, trazido de discussões realizadas em aulas anteriores.

Consideramos que, em termos de movimento na estrutura da argumentação, Yuri contribuiu ao apresentar uma justificação em defesa do argumento “a”. Em termos de conceitos, o aluno articulou conhecimentos teóricos com dados novos introduzidos na discussão (evolução das cobras), nos níveis epistêmicos 3 e 4. Mesmo utilizando a idéia de “espécie mega evoluída” para se referir a espécies mais complexas, interpretamos que, em geral os conceitos evolutivos foram articulados de forma clara e coerente na justificação do aluno.

No turno de fala 17, Cláudia apresentou a justificação de seu grupo em defesa do argumento “a”, ao afirmar que é preciso ter um espaço de tempo para perceber a evolução acontecendo. Esse turno de fala foi classificado no nível 4, visto que a aluna apresentou uma proposição teórica relacionada à questão em discussão.

Em seu argumento, Cláudia, realizou um movimento relevante na estrutura da argumentação (ao apresentar uma justificação em defesa do argumento “a”). No entanto, em termos de conceitos articulados, a aluna não conectou sua justificação com a alegação que pretendia defender. Ao apresentar a justificação de “ter que ter um espaço de tempo para perceber a evolução acontecendo” a aluna explicitou uma idéia que não se conecta com a alegação de que a evolução ocorre de forma gradual.

Nos turnos 19,20 e 25, os alunos Diva e Vander (grupo 3) desenvolveram em conjunto, uma nova justificação em defesa do argumento “a”. Diva (turno 19) iniciou a justificação afirmando que os fósseis não foram preservados. Em seguida, Vander deu continuidade à justificação levantando a hipótese de que isso não ocorreu porque, com o tempo, os registros fósseis vão “se acabando”. Diva então (turno 25) concluiu afirmando que tinham fósseis, mas eles não foram preservados. Nós classificamos esses três turnos de fala no nível epistêmico 3, por articularem o dado do exercício (fósseis) com hipóteses de interpretação de sua ausência num âmbito mais teórico.

Nós consideramos que Diva e Vander realizaram um movimento relevante na argumentação ao desenvolverem, em conjunto, uma justificação em defesa do argumento “a”. Já em termos de articulação de teorias e dados, os alunos não avançaram muito nos conceitos articulado, apresentando apenas uma hipótese para interpretar o dado da questão (a ausência de fósseis).

Questionados sobre o argumento apresentado na alternativa “b” da questão, os alunos Jonas, Yuri e Cláudia apresentaram justificações para refutá-los.

Pesquisadora (31): Então e vocês / acham assim que a evolução poderia acontecer de uma forma mais abrupta?

Jonas (33): Eu acho que não / porque tipo / tipo a gente fala assim do caso do macaco. Esse negócio do macaco que nascerá o homem. Vai acontecendo aos poucos não é? Eu acho que não da pra ser assim de uma hora pra outra.

Yuri (48): Bom olha só / se for por Darwin é mais difícil achar/ por Darwin é como / como você falou aí é tipo gradual / devagar. # Só que agora você ta falando que tem como ter / vamos supor / uma espécie mais simples / pular para uma espécie evoluída / no meio vai ficar tipo um vácuo/ não vai ter como / assim / não vai ter alguma ligação entre um indivíduo/ no caso que não. No meio vai ficar /

Cláudia (52): É igual assim / a gente pensa até o alguém que prove o contrário porque tem esse povo doido aí que descobre cada coisa / não é. # Hoje a gente está acostumado a saber assim que não / não surge / não tem toda hora falando que surge não é uma coisa totalmente diferente. Então a gente acredita que não possa assim # mas vamos viver pra ver como daqui a alguns anos descubra ou tenha alguma coisa. Agora / no momento / é muito difícil a gente saber.

No turno de fala 33, Jonas apresentou uma justificação para refutar o argumento “b”. Em sua justificação, ele explicitou um novo exemplo – a relação de parentesco evolutivo entre homem e macaco – e afirmou que o aparecimento do homem a partir do macaco é algo que acontece aos poucos, não de uma hora para outra. Esse turno de fala foi classificado no nível 3, por se tratar de uma proposição na forma de alegações teóricas ilustradas com dados da experiência. É importante ressaltar que esse dado também parece ter sido retomado das várias discussões sobre os temas evolução e

relação de parentesco entre homem e macaco realizadas nas aulas anteriores à aplicação e discussão da atividade.

Consideramos que, em termos de movimento no discurso, o aluno realizou um movimento relevante ao desenvolver uma justificção para refutar o argumento “b”. Em termos de articulaçõ de teorias e dados, o aluno conseguiu articular a idéia de que a evoluçõ acontece aos poucos com um exemplo sobre a evoluçõ do homem a partir dos macacos. No entanto, o aluno não deixou claro em sua fala, se considera macaco, um macaco ancestral que teria dado origem ao homem atual ou se interpretou que, do macaco atual “nascerá” o homem.

No turno de fala 48, Yuri apresentou sua justificção para refutar o argumento “b”. Esse turno foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, o aluno acessou a teoria de Darwin para refutar a possibilidade da ocorrênci de evoluçõ aos saltos, afirmando que a evoluçõ é gradual. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 4, visto que o aluno apresentou uma proposiçõ na forma de alegaçõ teórica específica à questõ evolutiva discutida. No segundo trecho, ele completou sua justificção afirmando a impossibilidade de uma espécie mais simples “pular” para uma espécie “evoluída”, visto que iria existir um vácuo entre elas, uma ausência de ligaçõ entre essas espécies. Esse trecho também foi classificado no nível epistêmico 4.

Consideramos que o turno de fala de Yuri, em termos de movimento na estrutura da argumentaçõ, representou uma justificção para refutar o argumento “b”. Com relaçõ aos conceitos explicitados, o aluno tanto se remeteu à teoria de Darwin, quanto discutiu e discordou da idéia de formaçõ de novas espécies de forma abrupta. Interpretamos que a açõ de se remeter à teoria de Darwin, mostra tanto uma compreensõ do aluno de temas discutidos na unidade didática lecionada pela professora Camila, quanto sua habilidade de relacionar o tema teoria de Darwin com o tema em discussõ. Por ter se mantido numa discussõ sobre processos evolutivos, ambos os trechos de seu turno de fala, mantiveram-se em um nível mais teórico de abstraçõ (nível 4). Mesmo utilizando a idéia de “espécie evoluída” para se referir à espécies mais complexas, interpretamos que, em geral os conceitos evolutivos foram articulados de forma clara e coerente pelo aluno.

Uma terceira justificção para refutar o argumento “b” foi apresentada por Cláudia, no turno de fala 52. Esse turno de fala foi dividido em três trechos. No segundo trecho, Cláudia apresentou sua justificção afirmando que hoje eles estão acostumados a saber que não surge “uma coisa totalmente diferente”. Essa justificção parece indicar a

razão de todos os grupos terem optado pelo argumento que defende que “a evolução ocorre de forma gradual”, já que idéia aparece tanto em livros didáticos quanto em salas de aula de biologia com frequência. Já no primeiro e no terceiro trechos, destacados no turno de fala 52, Cláudia apresentou uma condição para refutar o argumento “a” ao levantar a possibilidade de, daqui a alguns anos, pessoas (nas palavras da aluna, “esse povo doido aí”) descobrirem coisas que provem o contrário. Em termos de níveis epistêmicos, os três trechos do turno de fala da aluna foram classificados no nível 4, visto que ela se manteve em um nível teórico específico à questão evolutiva discutida.

Consideramos que, em termos de movimento na estrutura da argumentação, o argumento desenvolvido por Cláudia representou dois movimentos relevantes – a explicitação de uma justificção para refutar o argumento “b” e de uma condição de refutação do argumento “a”. Com relação aos conceitos articulados, mesmo tendo mantido sua justificção em um nível mais abstrato (nível 4) e não articulado conceitos evolutivos de forma mais direta, seja apresentando exemplos ou situações para explicar o porque de sua refutação à idéia de evolução aos saltos, Cláudia articulou idéias importantes relacionadas à epistemologia da ciência. Em seu argumento a aluna tanto apresentou a importância do aspecto comunicação (divulgação) do conhecimento, ao usar como justificção a idéia de que “não tem toda hora falando que surge uma coisa totalmente diferente”, quanto apresentou o aspecto de o conhecimento desenvolvido pela ciência ser passível de mudanças à medida que novas descobertas são realizadas.

5.2.3 – Argumentação da questão 3 na turma C

Argumentos defendidos e desenvolvidos por cada pequeno grupo e por alunos individualmente

Ao responderem a questão 3, os quatro pequenos grupos da turma C optaram pela alternativa “a”, que afirma que a ausência dos fósseis intermediários de unicelulares e multicelulares se deve à formação de poucos fósseis ou mesmo, à não preservação dos mesmos. Durante a discussão, os alunos Miguel (grupo 1); Lúcio (grupo 2); Vanessa (grupo 3) e Keira, Lola e Roberto (grupo 4) apresentaram e justificaram os posicionamentos de seus grupos.

Conceitos evolutivos utilizados pelos estudantes em seus argumentos

A discussão da questão 3 pelos alunos da turma C, caracterizou-se por não ser totalmente centrada no problema da questão, extrapolando-o em vários momentos, com alunos, professora e pesquisadora conjecturando sobre os processos evolutivos apresentados em suas alternativas – evolução gradual e evolução por mudanças abruptas.

No início da discussão, os alunos apresentaram os seus posicionamentos em defesa da evolução gradual, discutindo sobre fatores que podem dificultar a formação ou preservação dos fósseis, sobre a possibilidade dos fósseis não terem sido encontrados, questionando a possibilidade de novas espécies surgirem repentinamente e defendendo a idéia de que o processo evolutivo é gradual. Em seguida, eles apresentaram uma série de refutações, em um nível mais teórico, para a possibilidade de surgimento de espécies e forma abrupta. Nessas refutações os alunos apresentaram uma série de conceitos evolutivos como: mutação, formas de transmissão de mutações e especiação, a possibilidade de ocorrência de mudanças abruptas no ambiente, a discussão de se a especiação pode ocorrer em decorrência de mudanças abruptas no ambiente e a discussão sobre o que seria considerado uma nova espécie.

Por fim, a discussão centrou-se em como ocorreriam os processos de evolução gradual e evolução por mudanças abruptas, com os alunos explicitando como interpretam o surgimento de novas espécies pensando em ambos os processos evolutivos. Essa discussão, apesar de ter sido muito interessante, não foi analisada em termos de argumentação dos alunos, por não estar centrada no problema proposto para a discussão.

Movimentos discursivos dos estudantes na argumentação e a articulação de dados e conceitos evolutivos em suas justificações, em diferentes níveis epistêmicos de abstração

O quadro 5.6 apresenta os turnos de falas dos alunos da turma C que representaram os principais movimentos discursivos na argumentação da questão 3. Essa discussão ocorreu num total de 141 turnos de fala, teve a participação de 10 alunos e foi conduzida pela pesquisadora em parceria com a professora Sônia. Como foi explicitado no tópico anterior, boa parte da discussão realizada focou nos processos de evolução gradual e evolução por mudanças abruptas e, os turnos de fala de alunos relacionados à essa discussão, apesar de muito interessantes, não foram destacados como movimentos relevantes na discussão da questão 3. Assim, dos 10 alunos que

participaram da discussão, 6 apresentaram turnos de fala relevantes para a questão em discussão. Nesses turnos de fala, os alunos se posicionaram e apresentaram justificações para os seus posicionamentos com relação ao problema proposto.

Quadro 5.6: Movimentos discursivos da turma C na discussão da questão 3

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo na argumentação
Vanessa / 3	2	Apresentou justificação em defesa do argumento “a” Apresentou justificação em defesa de parte do argumento “b”
Lola / 4	4	Apresentou justificação em defesa do argumento “a” Apresentou justificação para refutar o argumento “b”
Roberto / 4	5	Co-construção de justificação para refutar o argumento “b”
Miguel / 1	7	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Lúcio / 2	9	Apresentou justificação em defesa do argumento “a”
Keira / 4	12	Apresenta justificação para refutar o argumento “b”
Roberto / 4	16	Apresenta justificação para refutar o argumento “b”
Lola / 4	20	Apresenta justificação para refutar o argumento “b”
Keira / 4	108	Apresenta justificação para refutar o argumento “b”

Na discussão da questão 3 na turma C, representantes dos grupos 1, 2, 3 e 4 realizaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a”, em defesa de parte do argumento “b” e para refutar o argumento “b”. Nessas justificações nós verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos 3 e 4, o que mostra que os alunos articularam dados e teorias. Movimentos sobre alegações, sobre dados e sobre refutações também foram verificados nas justificações dos alunos. Verificamos ainda, o processo de co-construção de argumentos entre alunos de um mesmo grupo. A seguir apresentaremos a análise dos turnos de fala destacados no quadro 5.6 em termos de movimentos discursivos representados na argumentação da questão 3.

A discussão da questão 3 iniciou com a professora questionando sobre o posicionamento dos alunos em relação à questão. Em seguida, os alunos Vanessa (representante do grupo 3); Lola e Roberto (representantes do grupo 4); Miguel (representante do grupo 1) e Lúcio (representante do grupo 2) apresentaram e justificaram os argumentos defendidos por seus grupos.

Pesquisadora (1): Quem gostaria de começar (...)?

Vanessa (2): A gente também/ respondeu a “a” só que tirando algumas coisas da “b”/ assim. A gente concordou com a primeira afirmativa porque como os seres ((inaudível)) não tem nem como / vamos supor / passar do ((inaudível)). Não teria como seres unicelulares evoluírem diretamente para os seres complexos pluricelulares. Teria que tem como uma espécie nesse / nesse meio aí. # Só que a gente colocou foi que as condições climáticas/ as rochas sedimentares não possibilitaram a formação dos fósseis/ no caso/ dos seres intermediários. Então seria a “a” e um pouquinho da “b” também. (...)

Pesquisadora (3): Hum hum. Ta. E vocês gente ((aponta para o grupo 4))?

Lola (4): Nós também concordamos com a “a” falando da / da / da questão é porque pode ter sido a não formação de fósseis ou a conservação desses animais. Ou então porque eles podem não ter sido encontrados não é? Porque é difícil também ((inaudível))? A gente concordou com a “a” também. # E na “b” a gente não concordou porque fala que essa mudança é abrupta e a gente sabe que não / não tem como ter essas mudanças de uma hora para outra e ((inaudível)).

Roberto (5): Porque a evolução é gradual.

Pesquisadora (6): E vocês gente ((aponta para o grupo 1)).

Miguel (7): A gente concordou com a “a” porque a gente falou que a evolução é realmente um processo lento e que ela passa por vários estágios e não acontece repentinamente.

Pesquisadora (8): E vocês ((aponta para o grupo 2))?

Lúcio (9): Eu concordo com os dois quando falam que a “a” é verdadeira. A gente disse que a mesma coisa mais ou menos que eles que quanto à origem dos fósseis pode ser também que eles não tenham encontrado. Não necessariamente não teve / mas que por acaso não encontraram. # Ele também vai falar o que ele falou que é um processo mais lento / que acontece gradativamente / não é abruptamente / como fala aqui na “b”. A gente não concordou com a “b”.

A primeira aluna a participar da discussão foi Vanessa. No turno de fala 2, ela afirmou que o seu grupo aceitou o argumento “a”, mas concordou com algumas coisas do argumento “b”. Em seguida, ela apresentou a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a” e apresentou uma justificção em defesa de parte do argumento “b”. Esse turno de fala foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Vanessa apresentou o posicionamento de seu grupo frente à questão e a justificção de seu grupo em defesa do argumento “a”. Nessa justificção, a aluna alegou não ter como os unicelulares evoluírem diretamente para os pluricelulares, afirmando que teria que existir uma espécie “no meio”. Esse trecho foi classificado no nível epistêmico 3 por se tratar de uma proposição na forma de alegação teórica ilustrada com dados específicos à questão. No segundo trecho, Vanessa apresentou uma justificção em defesa de parte do argumento “b”. Nessa justificção, a aluna levantou a hipótese de que as condições climáticas e as rochas sedimentares não possibilitaram a formação dos fósseis dos seres intermediários e concluiu que, o seu grupo concordava um “pouquinho” com o argumento “b” também. Nós também classificamos esse trecho no nível 3, visto que a

aluna apresentou uma alegação teórica ilustrada com dados tanto específicos à questão, quanto de sua experiência.

Consideramos que o turno de fala de Vanessa (turno 2) foi relevante em termos de movimento na estrutura da argumentação porque, além de uma justificação em defesa do argumento “a”, a aluna também apresentou uma justificação em defesa parcial do argumento “b”. Nessa segunda justificação, a aluna apresentou uma hipótese para explicar a não formação dos fósseis dos seres intermediários como razão para aceitar parte do argumento “b”, que afirma que esses fósseis jamais existiram. É interessante ressaltar que hipóteses semelhantes foram levantadas por alunos das turmas A e B em justificações em defesa do argumento “a”. Em termos de conceitos evolutivos, a aluna discutiu a impossibilidade de a evolução acontecer de forma abrupta, articulando os dados da questão (fósseis, seres unicelulares e pluricelulares) e dados trazidos da experiência (rochas sedimentares, condições climáticas) de forma clara em sua linha de raciocínio.

Dando continuidade à discussão, a aluna Lola (turno de fala 4) apresentou duas justificações desenvolvidas pelo seu grupo. A primeira delas foi uma justificação em defesa do argumento “a” e a outra, uma justificação para refutar o argumento “b”. Essa segunda justificação foi complementada no turno de fala seguinte (turno de fala 5) por Roberto, também componente de seu grupo de Lola.

O turno de fala 4 foi dividido em dois trechos. No primeiro trecho, Lola apresentou a justificação de seu grupo em defesa do argumento “a” ao afirmar que os fósseis não foram formados, conservados ou mesmo não foram encontrados. Nessa justificação, a aluna articulou conceitos no nível epistêmico 3, utilizando alegações teóricas ilustradas com dados específicos à questão. No segundo trecho, Lola apresentou a justificação de seu grupo para refutar “b”. Nessa justificação, a aluna discordou do fato de a mudança ser abrupta, considerando impossível a ocorrência de uma mudança de uma hora para outra. Em seguida à fala de Lola, o aluno Roberto (turno de fala 5) concluiu sua justificação para refutar o argumento “b” pontuando que a evolução é gradual. Nós classificamos tanto o segundo trecho do turno de fala de Lola quanto o turno de fala de Roberto no nível epistêmico 4, visto que esses alunos articularam proposições na forma de alegações teóricas específicas à questão evolutiva discutida.

Consideramos que os argumentos desenvolvidos por Lola e Roberto representaram movimentos relevantes no discurso argumentativo. Lola realizou um movimento relevante ao desenvolver uma justificação em defesa do argumento “a” e

Lola e Roberto, ao desenvolverem em conjunto uma justificação para refutar o argumento “b”. No entanto, em termos de articulação conceitos, os dados e teorias articulados foram - com exceção da hipótese de interpretação da ausência de fósseis por eles não terem sido encontrados - os mesmos existentes no enunciado da questão e nas alternativas de resposta fornecidas. Desse modo, apesar de articularem dados e teorias de forma clara, os argumentos dos alunos não acrescentaram muito ao que já estava dito na questão.

Uma terceira justificação em defesa do argumento “a” foi apresentada pelo aluno Miguel no turno de fala 7. Nesse turno de fala, Miguel justificou o posicionamento de seu grupo ao afirmar que o grupo concordava com a idéia de que a evolução é um processo lento, que passa por vários estágios, não acontecendo repentinamente. Esse turno de fala foi classificado no nível epistêmico 4, já que em sua justificação, Miguel apresentou alegações teóricas específicas à questão evolutiva discutida.

Consideramos que Miguel, apesar de apresentar um movimento relevante no discurso argumentativo, explicitando uma justificação em defesa do argumento “a”, articulou os conceitos do próprio enunciado da questão, reforçando a sua concordância com o que estava dito na alternativa “a”. Desse modo, apesar de articular teorias de forma clara, o argumento do aluno não acrescentou novas idéias ao que já estava dito na questão.

No turno de fala 9, Lúcio apresentou sua concordância com os posicionamentos anteriores, afirmou que disse “mais ou menos” a mesma coisa que os outros grupos e apresentou a justificação de seu grupo em defesa do argumento “a”. Esse turno de fala foi dividido em dois trechos. No primeiro, Lúcio iniciou sua justificação em defesa do argumento “a” ao afirmar que quanto à origem dos fósseis, eles podem não ter sido encontrados, acrescentando a idéia de que “por acaso” eles não foram encontrados. Esse turno de fala foi classificado no nível 3, visto que o aluno levantou uma hipótese para interpretar a ausência dos fósseis. No segundo trecho, Lúcio completou sua justificação em defesa do argumento “a” reforçando a idéia de que o processo evolutivo acontece gradativamente e não abruptamente e alegou que o seu grupo discordou do argumento “b”. Esse trecho foi classificado no nível 4, por se tratar de uma proposição na qual o aluno articulou conhecimentos teóricos específicos à questão evolutiva discutida.

Consideramos que em seu argumento, Lúcio realizou um movimento relevante no discurso argumentativo ao apresentar uma justificação em defesa do argumento “a”. Com relação aos conceitos articulados em seu argumento, Lúcio não foi muito além do

que já estava dito na questão. O único aspecto acrescentado em seu argumento foi a hipótese, retomada do argumento de Lola, de que os fósseis podem não ter sido encontrados. Ele também acrescentou o termo “por acaso” a essa hipótese.

A discussão da questão 3 na turma C, teve continuidade com a pesquisadora questionando se e porque os alunos não conseguiam imaginar a formação de uma nova espécie acontecendo de forma mais rápida. Esse questionamento desencadeou uma série de refutações ao argumento “b” da questão, com os alunos apresentando as razões para descartar a idéia de que a evolução pode ocorrer de forma abrupta.

Pesquisadora (10): Então vocês não conseguem imaginar uma evolução / um processo evolutivo / a formação de uma nova espécie acontecendo assim de uma forma mais rápida.

Keira (12): Não. Eu acho que talvez / um indivíduo ele pode até ter uma mutação / mas agora passar isso pro / pro / vamos dizer assim uma nova espécie sabe / uma população inteira. Eu acho que tem que ser muita coincidência sabe? Formar uma nova espécie assim sabe / em uma geração.

Pesquisadora (15): Mas assim/ o que mais? O que é que vocês diriam? Por que é que não pode acontecer evolução de uma forma mais rápida? (...)

Roberto (16): Não. Eu acho que não. Porque se a gente tiver uma característica lá. Aí vamos dizer / uma espécie / uma população / aí vai / os indivíduos tem características. Aí ocorre uma mudança abrupta no meio. Aí todo mundo morre e aqueles que têm continuam. Eu acho / aqueles continuam sendo daquela espécie só que para formar uma nova espécie teria mudado as características que ele tem. Não sei explicar / essas coisas ((inaudível)) como você explica / direito?

Lola (20): Eu acho que igual está dizendo aqui / passar de unicelulares para pluricelulares assim de uma hora para outra. Igual fala aqui / que já encontram fósseis só que numa forma mais evoluída. Não tem como você passar de unicelulares para pluricelulares de uma hora para outra. Isso não significa que porque não achou fósseis / eles não existiram.

Keira (108): Sabe o que eu acho mais difícil disso da / da dessa mutação abrupta assim é porque se ele explicasse assim envolve / envolve mutação. E mutação é aleatória. Se uma / uma grande população se alterar todo mundo / alterar os genes de todo mundo aleatoriamente de modo a formar uma única espécie / eu acho uma coisa tão / tão difícil.

A primeira aluna a apresentar uma justificção para refutar o argumento “b” foi Keira. Ela questionou a idéia de formação de novas espécies de forma mais rápida ao afirmar que um indivíduo pode sofrer mutação, mas que essa mutação não seria passada para uma nova espécie ou para uma população inteira, e concluir que a formação de uma espécie em uma geração seria muita coincidência. Esse turno de fala foi classificado no nível 4, visto que a aluna manteve a discussão em um nível mais teórico, vinculada ao tema em discussão na questão.

Em termos de movimento na argumentação, em seu argumento, Keira acrescentou ao discurso uma justificção para refutar o argumento “b”. Em termos de articulação de conceitos, ela apresentou e discutiu em plano mais teórico (nível

epistêmico 4), uma série de temas relevantes para a evolução como, mutação, formas de transmissão de mutações e especiação, no desenvolvimento de sua justificação. Nesse processo, a aluna desenvolveu um argumento claro e utilizou os conceitos evolutivos de forma coerente.

No turno de fala 16, o aluno Roberto também apresentou uma justificação para refutar o argumento “b”. Nessa justificação, Roberto afirmou discordar da idéia de que a evolução possa acontecer de forma mais rápida porque mesmo que ocorresse uma mudança abrupta no meio e boa parte de uma população morresse, os indivíduos que continuassem vivos continuariam sendo da mesma espécie, visto que para formar uma nova espécie seria preciso que eles tivessem mudado as suas características. Nós a classificamos no nível epistêmico 4, por se tratar de uma proposição na forma de alegação teórica específica à questão evolutiva discutida.

Em seu argumento, Roberto tanto realizou uma contribuição relevante na estrutura da argumentação, ao apresentar sua justificação para refutar o argumento “b”, quanto desenvolveu essa justificação articulando uma série de aspectos teóricos relevantes para a biologia evolutiva como: a possibilidade de ocorrência de mudanças abruptas no ambiente, a discussão de se a especiação pode ocorrer em decorrência de mudanças abruptas no ambiente e a discussão sobre o que seria considerado uma nova espécie. Desse modo, o aluno articulou conceitos evolutivos importantes e de forma coerente na construção de seu argumento.

No turno de fala 20, Lola apresentou sua justificação para refutar o argumento “b”. Ao contrário de seus colegas Keira e Roberto, Lola desenvolveu sua justificação utilizando dados do enunciado da questão em discussão. Nessa justificação, Lola retomou idéias apresentados no enunciado da questão, ao afirmar que a questão diz que há uma passagem dos unicelulares para os pluricelulares de uma hora para outra e que já encontraram fósseis em uma forma evoluída e justificou que não há como ocorrer essa passagem dos unicelulares para os pluricelulares e que o fato de não se encontrar os fósseis não significa que eles nunca existiram. Nós classificamos esse turno de fala no nível epistêmico 3, visto que a aluna apresentou alegações teóricas ilustradas com dados específicos à questão discutida.

Nós consideramos que, em seu argumento, Lola realizou um movimento relevante no discurso argumentativo, ao apresentar uma justificação para refutar o argumento “b”. A aluna também articulou dados e conceitos de forma clara, ao apresentar as idéias de impossibilidade de passagem abrupta dos unicelulares para os

pluricelulares e de que o fato de não se encontrarem fósseis não significar que eles nunca existiram.

Uma última justificação para refutar o argumento “b” foi realizada por Keira no turno de fala 108. Nessa justificação, a aluna voltou a refutar a possibilidade de formação de novas espécies de forma abrupta, levantando uma discussão sobre mutações. A diferença desse argumento para o apresentado pela mesma aluna no turno de fala 12 foi que, nessa nova justificação ela explicitou o fato de a mutação ser aleatória e justificou sua refutação ao argumento “b” afirmando que, por esse motivo seria muito difícil a ocorrência de uma mutação aleatoriamente em toda uma população de modo a formar uma espécie. Assim como o turno de fala 12, esse turno de fala foi classificado no nível 4, visto que Keira manteve a discussão em um nível mais teórico, vinculada ao tema em discussão na questão.

Consideramos que em seu argumento, Keira, em termos de movimento na argumentação, acrescentou ao discurso uma segunda justificação para refutar o argumento “b”. Em termos de articulação de conceitos no desenvolvimento de sua justificação, Keira voltou a articular, em plano mais teórico (nível epistêmico 4), os conceitos evolutivos: ocorrência aleatória das mutações, possibilidade de formação de uma nova espécie por mutação e no desenvolvimento de sua justificação. Nesse processo, a aluna voltou a desenvolver um argumento claro, utilizando os conceitos evolutivos de forma coerente.

5.3 – Considerações sobre a argumentação dos alunos nas turmas A, B e C

Semelhanças e diferenças na argumentação da questão 1

A análise das discussões da questão 1 nas turmas A, B e C nos possibilitou identificar algumas semelhanças e diferenças entre essas três turmas.

Em termos de posicionamento dos pequenos grupos em suas atividades escritas, com relação aos argumentos da questão 1, verificamos que as turmas A e C, apresentaram pequenos grupos posicionando-se a favor do argumento “a” e outros pequenos grupos posicionando-se a favor do argumento “b”. Na turma A, verificamos ainda, um pequeno grupo que se posicionou contra ambos os argumentos. Já na turma B, todos os grupos posicionaram-se a favor do argumento “b”.

Em termos da participação dos pequenos grupos na discussão geral da questão 1, verificamos que, na turma A, dos sete pequenos grupos formados, apenas representantes dos grupos 1, 2, 4 e 5 apresentaram justificações para os seus posicionamentos. Na turma B, dos três grupos formados, representantes dos grupos 1 e 2 apresentaram justificações para os seus posicionamentos. Já o único representante do grupo 3 a falar durante a discussão, se limitou a apresentar o posicionamento de seu grupo, sem justificá-lo. Na turma C, representantes de todos os quatro pequenos grupos apresentaram justificações para os seus posicionamentos durante a discussão geral da questão. Um aspecto interessante verificado na discussão da turma C foi a apresentação, por membros de alguns grupos, de justificações para posicionamentos pessoais distintos dos apresentados por seu grupo. Outro aspecto a ser destacado é que, apenas na turma C, a discussão da questão 1 teve a participação da professora. Nas turmas A e B a pesquisadora conduziu sozinha a discussão dos alunos.

Em termos de conceitos articulados identificamos que nas turmas A e C a discussão manteve o foco no tema da questão, com os alunos das duas turmas discutindo alguns aspectos em comum como a possibilidade ou impossibilidade do aparecimento de novos seres e novas espécies ao longo do processo evolutivo e o exemplo do enunciado, em termos das semelhanças e diferenças entre zebras e cavalos e da possibilidade de cruzamento entre essas duas espécies. Já na turma B, verificamos que alguns alunos também desenvolveram argumentos relacionados ao tema da questão, apresentando os conceitos de ancestral comum, falando em semelhanças estruturais e em diferenças genéticas dos seres vivos e sobre a impossibilidade de ocorrência de variações intensas. No entanto, boa parte dos turnos de fala dessa turma foi relacionada a temas desvinculados da questão. Muitos desses temas refletiam a falta de domínio sobre conceitos de outras unidades didáticas e mesmo de outros anos letivos. Além disso, a forma pela qual os alunos articularam os conceitos evolutivos, ao discutirem a questão, muitas vezes deixou pouco claro o sentido dado aos conceitos e como esses conceitos justificavam os seus posicionamento com relação ao argumento defendido ou refutado.

Em termos de movimentos no discurso argumentativo e de articulação de conceitos em diferentes níveis epistêmicos, verificamos que, na turma A, os alunos realizaram 8 movimentos discursivos relevantes na argumentação. Esses movimentos foram sobre justificações em defesa do argumento “b”, para refutar o argumento “b” e para refutar o argumento “a”. Nas justificações dos alunos classificamos proposições

pertencentes aos níveis epistêmicos 2, 3, 4 e 5, o que mostrou que esses alunos articularam dados e teorias de distintas maneiras. Além disso, verificamos nos argumentos desenvolvidos por alunos da turma A, uma avaliação do estatuto do enunciado da questão, a apresentação de um qualificador modal, o desenvolvimento compartilhado ou co-construção de um argumento e uma prática de generalização do exemplo do enunciado da questão.

Na turma B, os alunos apresentaram 5 movimentos discursivos relevantes na argumentação. Nesses movimentos, os alunos apresentaram justificações em defesa do argumento “b” e para refutar o argumento “a”. Verificamos ainda dois momentos de co-construção de argumentos e o desenvolvimento de uma justificação fragmentada em vários turnos de fala. Os conceitos articulados pelos alunos dessa turma foram classificados nos níveis epistêmicos 2, 3 e 4, o que mostra que eles utilizaram tanto dados quanto aspectos teóricos em suas justificações. Ainda em termos de articulação de conceitos, verificamos que alguns alunos da turma B os articulavam de forma pouco clara, sendo difícil compreender ao que o aluno se referia ao citar determinados conceitos. Outros alunos não avançaram em suas justificações para além do que estava dito nas alternativas de resposta oferecidas pela da questão.

Na turma C, destacamos 8 movimentos discursivos relevantes na argumentação. Essas falas representaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a”, em defesa do argumento “b” e para refutar o argumento “a”. Além disso, alguns alunos apresentaram posicionamentos distintos aos de seus grupos e os justificaram. Verificamos ainda um questionamento ao significado do exemplo da questão e a apresentação de duas possibilidades de interpretação para ele. Nas justificações dos alunos nós verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos de abstração 2, 3 e 4, com alguns alunos articulando conhecimentos a um nível mais teórico e outros articulando também dados do exemplos e acrescentando novos dados à discussão. Verificamos ainda, um turno de fala cujos conceitos articulados não foram muito além do que estava dito na questão e outro turno de fala em que foi explicitada a idéia lamarckista de mudanças em estruturas devido à necessidade.

Nossa análise da questão 1 identificou semelhanças e diferenças importantes nas argumentações analisadas nas turmas A, B e C. Em termos das diferenças, as turmas A e C, em comparação com a turma B, apresentaram uma maior quantidade e variedade de movimentos relevantes dos alunos na argumentação. Também verificamos que, nas turmas A e C, os alunos apresentaram um maior domínio e clareza na articulação de

conceitos evolutivos em suas justificações. Com relação às semelhanças identificadas, nas três turmas analisadas, os níveis epistêmicos em que os conceitos evolutivos foram articulados não variaram muito, visto que todas as turmas articularam os conceitos nos níveis 2, 3 e 4 e apenas a turma A apresentou uma proposição classificada no nível 5.

Semelhanças e diferenças na argumentação das questões 2 e 3

A análise das discussões das questões 2 e 3 nas turmas A, B e C também nos possibilitou identificar algumas semelhanças e diferenças entre essas três turmas.

Em termos de posicionamento dos pequenos grupos em suas atividades escritas, com relação aos argumentos das questões, verificamos que, nas três turmas, todos os grupos se posicionaram em defesa do argumento que afirmava que, apesar da ausência de fósseis intermediários, a evolução dos fósseis do cambriano ocorreu de forma gradual.

Em termos da participação dos pequenos grupos na discussão geral dessas questões, verificamos que, na turma A, dos sete pequenos grupos formados, apenas representantes dos grupos 1, 2 e 4 apresentaram e justificaram os posicionamentos de seus grupos. Na turma B, dos três pequenos grupos formados, todos apresentaram justificações para os seus posicionamentos. Na turma C, representantes de todos os quatro pequenos grupos formados apresentaram justificações para os seus posicionamentos durante a discussão geral da questão. Um aspecto a ser destacado é que, nas turmas B e C, as discussões tiveram a participação das professoras Camila e Sônia. Já na turma A, a pesquisadora conduziu sozinha a discussão dos alunos.

Em termos de conceitos articulados, na discussão da questão 2, os alunos da turma A levantaram uma série hipóteses para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão: a possibilidade de degradação dos fósseis, possibilidade de o meio não ter favorecido a formação de determinados fósseis, a possibilidade de o tipo de solo existente na época não ter permitido o armazenamento dos fósseis e a possibilidade desses animais terem migrado e depois voltado. Uma discussão sobre a relação da ocorrência de mutações com a formação de novas espécies também aconteceu. Verificamos ainda o questionamento ao estatuto dos “fósseis” como provas. Os alunos da turma B levantaram uma hipótese para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão: os fósseis não terem sido preservados porque milhões anos se passaram e esses registros acabaram aos poucos. Eles também apresentaram os seguintes exemplos para representar a impossibilidade de a evolução ocorrer de forma abrupta: a evolução de

homens e macacos e; a evolução das cobras. A idéia de necessidade de tempo para perceber a evolução acontecendo também foi apresentada. Verificamos ainda referências à teoria de Darwin e aos aspectos relacionados à importância da comunicação ou divulgação de conhecimentos e à possibilidade de mudanças nos conhecimentos da ciência à medida que novas descobertas são realizadas. Na discussão da questão 3, na turma C, os alunos apresentaram os seus posicionamentos com relação ao problema da questão, discutindo sobre fatores que podem dificultar a formação ou preservação dos fósseis, sobre a possibilidade dos fósseis não terem sido encontrados, questionando a possibilidade de novas espécies surgirem repentinamente e defendendo a idéia de que o processo evolutivo é gradual. Além disso, em vários momentos, eles extrapolaram o tema da questão, e conjecturaram sobre como ocorreriam os processos evolutivos apresentados nas alternativas – evolução gradual e evolução por mudanças abruptas.

Em termos de movimentos no discurso argumentativo e da articulação de conceitos em diferentes níveis epistêmicos, verificamos que, na turma A, os alunos realizaram 5 movimentos discursivos relevantes na argumentação. Esses movimentos foram sobre justificações em defesa do argumento “a” e para refutar o argumento “b”. Além disso, nas justificações da turma A, alguns alunos: desenvolveram uma justificação em parceria, num movimento de co-construção de argumento; levantaram hipóteses para interpretar a ausência dos fósseis citados na questão; questionaram o estatuto dos fósseis como prova e apresentaram uma condição de aceitação do argumento “b”. Nas justificações dos alunos, classificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos 3 e 4, o que evidenciou que eles articularam dados e conhecimentos teóricos relacionados ao tema em discussão.

Na turma B, os alunos apresentaram 6 movimentos discursivos relevantes na argumentação. Nesses movimentos, os alunos apresentaram justificações em defesa do argumento “a”, justificações para refutar o argumento “b”, além de uma explicitação de uma condição de refutação do argumento “a”. Verificamos ainda um momento de co-construção de argumentos. Em termos dos conceitos articulados na turma B, verificamos que: uma aluna não conectou as idéias de sua justificação com a alegação que pretendia defender; alguns alunos não avançaram muito nos conceitos articulados, com relação ao que já estava dito na questão e outros apresentaram conceitos de forma pouco clara, dificultando a compreensão do que estava sendo dito. Verificamos, no entanto, que também nessa turma, um aluno articulou vários conceitos de forma clara e coerente e

uma aluna apresentou idéias importantes relacionadas à epistemologia da ciência. Esses conceitos foram classificados nos níveis epistêmicos 3 e 4, com os alunos articulando dados e conhecimentos teóricos relacionados ao tema em discussão em suas justificações.

Na turma C, destacamos 9 turnos de fala relevantes no discurso argumentativo. Esses turnos de fala representaram movimentos discursivos sobre justificações em defesa do argumento “a”, em defesa de parte do argumento “b” e para refutar o argumento “b”. Verificamos ainda, o processo de co-construção de argumentos, com dois alunos de um mesmo pequeno grupo desenvolvendo uma justificação para refutar o argumento “b”. Em termos de articulação de conceitos, verificamos proposições pertencentes aos níveis epistêmicos de abstração 3 e 4. Os alunos levantaram hipótese para a não formação dos fósseis intermediários aos fósseis citados na questão, articulando dados e conceitos. Eles também articularam dados e teorias evolutivas de forma clara, ao apresentar as idéias de impossibilidade de passagem abrupta dos unicelulares para os pluricelulares e de que o fato de não se encontrarem fósseis não significar que eles nunca existiram. Além disso, verificamos que alunos apresentaram e discutiram em plano mais teórico (nível epistêmico 4), uma série de temas relevantes para a evolução como: mutação, formas de transmissão de mutações, especiação, a possibilidade de ocorrência de mudanças abruptas no ambiente, a discussão de se a especiação pode ocorrer em decorrência de mudanças abruptas no ambiente e a discussão sobre o que seria considerado uma nova espécie. Verificamos ainda que, em três argumentos, os alunos não acrescentaram muito ao que já estava dito na questão. No entanto, em todos os argumentos analisados, os alunos apresentaram de forma clara os significados dados aos conceitos que articularam.

Analisando comparativamente a argumentação da questão 2 nas turmas A e B, verificamos que, em termos de movimentos no discurso argumentativo, a turma B apresentou uma quantidade maior de justificações ao longo da discussão. Já em termos de conceitos articulados nas justificações, verificamos que os alunos da turma A apresentaram uma maior gama de conceitos e os articularam de forma mais clara e coerente em suas justificações. Interpretamos assim, que mesmo apresentando um número menor de justificações, os alunos da turma A conseguiram desenvolver melhor suas idéias durante a discussão da questão 2 do que os alunos da turma B. Já na turma C, os alunos, ao discutirem o mesmo tema da questão 2 (na questão 3), apresentaram,

além de uma maior quantidade de justificações, uma maior elaboração dos conceitos articulados do que foi verificado nas turmas A e B.

Em termos de níveis epistêmicos de generalização dos conceitos articulados, assim como verificado na discussão da questão 1, não identificamos diferenças relevantes entre as três turmas estudadas. Todas as turmas apresentaram justificações que articulavam conceitos nos níveis 3 e 4. É interessante ressaltar, no entanto, que na turma C houve uma maior quantidade de justificações teóricas, no nível epistêmico 4, do que nas outras duas turmas.

Um último aspecto relevante verificado nas discussões das questões 1, 2 e 3, foi que elas sempre foram mais longas, em termos de turnos de falas realizados, na turma C, seguindo da turma B e da turma A (ver transcrições completas nos apêndices 8 e 9).

CAPÍTULO 6 – Considerações Finais

Essa tese visou discutir a argumentação de alunos sobre evolução, mais especificamente sobre alguns aspectos da teoria sintética da evolução. A nossa principal questão de pesquisa foi: Como os alunos desenvolvem argumentos ao discutir questões sobre a teoria sintética da evolução? Para isso, aplicamos atividades e analisamos as discussões de algumas questões, em três turmas de alunos do terceiro ano do ensino médio (A, B e C).

A opção em trabalhar com a argumentação em sala de aula de ciências decorreu do fato de estarmos de acordo com pesquisadores que destacam a importância da inclusão e do papel das práticas argumentativas em sala de aula (Driver, Newton e Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, Duschl, 2000; Kuhn, 1993).

A opção de trabalhar com o tema evolução, por sua vez, deveu-se ao fato de considerarmos que essa teoria apresenta uma polemicidade evidenciada nos âmbitos da produção do conhecimento científico, da produção do conhecimento científico escolar, e na multiplicidade de interpretações decorrentes de dificuldades dos alunos de compreender conceitos evolutivos. Um segundo fator que nos levou a optar por esse tema foi o fato de a evolução ser considerada, por boa parte dos pesquisadores da biologia, o eixo central e unificador das ciências biológicas (Dobzhansky, 1973; Futuyma, 1993; Mayr, 1998; Meyer & El-Hani, 2000; Meyer & El-Hani, 2005).

Um dos principais desafios desse trabalho foi o desenvolvimento de uma metodologia de análise da argumentação em sala de aula de biologia, em que os alunos discutem o tema evolução. Buscamos desenvolver uma metodologia que permitisse uma maior compreensão, tanto da dinâmica da argumentação ocorrida em sala de aula, em termos das formas de participação dos alunos nesse processo, quanto da habilidade dos alunos em articular conceitos evolutivos.

Para desenvolver nossa metodologia de análise da argumentação nós utilizamos aspectos das teorias da argumentação de Toulmin; Perelman e Olbrechts-Tyteca; Billig e Kuhn, que discutem a argumentação seja em termos intra-discursivos ou extra-discursivos. É importante ressaltar que esses autores, seja em maior ou menor grau, assim como Bakhtin e Vygotsky, também enfatizam os aspectos interativos e discursivos da argumentação em suas teorias.

Adotamos ainda a perspectiva de pesquisadores que discutem a natureza

epistêmica do raciocínio, seja na argumentação dos estudantes, ao discutirem os tipos de raciocínios que os estudantes utilizam para apoiar suas alegações; seja em termos mais amplos, na discussão das práticas epistêmicas de produção, avaliação e comunicação do conhecimento, explicitadas por estudantes, quando aprendendo ciência (Kelly e Chen 1999; Kelly e Takao, 2002; Jiménez-Aleixandre e Reigosa, 2006; Jiménez-Aleixandre et al., 2006; Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Diaz, 2008).

Aspectos dessa perspectiva foram incorporados tanto à nossa análise da argumentação dos alunos, ao discutirmos os níveis epistêmicos em que os conceitos evolutivos eram articulados pelos alunos, quanto à análise dos contextos das turmas que participaram de nossa pesquisa.

Os resultados de nossas análises indicaram que, na discussão da questão 1, os alunos das turmas A e C realizaram uma maior quantidade e variedade de movimentos relevantes na argumentação que os alunos da turma B. Eles também articularam uma maior quantidade de conceitos relacionados ao problema proposto na questão e apresentaram um maior domínio e clareza dos conceitos utilizados.

Nas discussões das questões 2 e 3, mesmo com os alunos da turma B tendo realizado uma maior quantidade de movimentos relevantes na argumentação que os alunos da turma A, também verificamos que os alunos das turmas A e C articularam uma quantidade maior de conceitos e apresentaram-nos de forma mais clara em seus argumentos.

Com relação a argumentação das questões 1 e 2 na turma A e das questões 1 e 3 na turma C, verificamos que as discussões das questões na turma C foram bem mais longas que as discussões que ocorreram na turma A (ver transcrições das discussões das questões nos apêndices 8 e 9). Ao compararmos a discussão da questão 2 na turma A, com a discussão da questão 3 na turma C, verificamos ainda que, na turma C, houve uma maior participação de alunos em termos da realização de movimentos discursivos relevantes para a argumentação. Também verificamos que os alunos da turma C discutiram uma maior gama de conceitos evolutivos do que os alunos da turma A, analisando com mais detalhes, os argumentos propostos na questão. Isso parece refletir aspectos dos contextos de cada uma dessas turmas, visto que na turma A o professor Severino imprimiu um ritmo mais acelerado e objetivo às suas aulas expositivas, apresentando os conteúdos evolutivos e respondendo aos questionamentos realizados por alunos. Já na turma C, a professora Sônia desenvolveu aulas que demandavam mais tempo e mais discussão com os alunos. Nessas aulas, ela estimulava e mesmo, desafiava

os alunos a desenvolverem explicações e argumentos mais bem elaborados para os temas em discussão.

A análise da argumentação dos alunos das turmas A, B e C nas questões 1, 2 e 3, com relação ao seu engajamento disciplinar produtivo nos levou a concluir que:

(1) Em termos de engajamento, nas turmas A e C relativamente poucos alunos participaram da discussão das questões das atividades sobre a teoria sintética da evolução e na turma B, mais da metade da turma participou da discussão (7 alunos em 33, na turma A; 8 alunos em 15, na turma B; e 6 alunos em 20, na turma C). Interpretamos, no entanto, que isso não reflete um baixo engajamento dos alunos nas discussões, visto que, a dinâmica das discussões foi caracterizada por alguns estudantes atuarem como representantes dos seus grupos, apresentando as idéias desenvolvidas por eles. Com relação às essas contribuições terem sido responsivas às de outros estudantes, verificamos, nas três turmas, momentos de construção compartilhada de argumentos, em que alguns alunos complementavam ou esclareciam idéias apresentadas por colegas. Com relação aos estudantes se engajarem espontaneamente no tópico em discussão, verificamos que, apesar de em todas as turmas a pesquisadora ter solicitado o posicionamento dos estudantes frente às questões discutidas e estimulado a participação dos alunos, ela precisou intervir com mais frequência na turma B. Nesta turma, muitos alunos mostraram-se dispersos, discutindo temas paralelos entre si. Além disso, boa parte das justificações dos alunos dessa turma eram curtas e/ou fragmentadas, com a pesquisadora precisando solicitar uma complementação e um maior esclarecimento do que o aluno estava dizendo. A turma A mostrou-se bastante envolvida nas discussões, com os representantes dos grupos apresentando e discutindo os temas propostos. Essa mesma atitude foi verificada nos alunos da turma C. Estes alunos, além de estarem envolvidos na discussão, apresentaram uma quantidade de turnos de falas e de contribuições na argumentação, maior do que a verificada na turma A.

(2) Em termos de o engajamento ser disciplinar

Em todas as turmas acompanhadas, alunos representantes dos pequenos grupos responderam às atividades e apresentaram justificações para os seus posicionamentos durante as discussões. É importante destacar, no entanto, que nas turmas A e B, nem todos os grupos contribuíram para a discussão das duas questões propostas, de modo a

realizar movimentos discursivos relevantes para a argumentação. Ou seja, esses grupos contribuíam mas sem apresentarem novos argumentos ou adicionarem algo aos argumentos já apresentados. Já na turma C, representantes dos quatro pequenos grupos participaram da discussão de ambas as questões e apresentaram argumentos relevantes.

(3) Em termos de o engajamento ser disciplinar e produtivo

Com relação à produtividade dos argumentos dos alunos, verificamos que os alunos das turmas A e C apresentaram argumentos mais sofisticados que os alunos da turma B, visto que eles realizaram uma maior quantidade e variedade de movimentos relevantes na argumentação e articularam uma maior quantidade de conceitos relacionados aos problemas propostos. Com relação às turmas A e C, os alunos da turma C discutiram uma maior gama de conceitos evolutivos do que os alunos da turma A. Verificamos assim, que a turma C apresentou um maior engajamento disciplinar produtivo, sendo seguidas pelas turmas A e B.

Em nosso trabalho sentimos, também, a necessidade de realizar uma análise detalhada dos contextos das turmas estudadas (capítulo 4). Essa demanda surgiu em decorrência de verificamos que o conteúdo das atividades não era, por si só, o fator determinante de uma argumentação mais ou menos dinâmica, em termos da participação dos alunos. Na verdade, as interpretações dadas pelos alunos às questões e os argumentos desenvolvidos por eles refletiam aspectos como: quem eram esses alunos, como eles lidavam com os conhecimentos evolutivos e como eles se relacionavam com os seus professores, durante o desenvolvimento dos conhecimentos evolutivos ao longo das unidades didáticas sobre evolução. Consideramos, assim, essencial a realização de uma discussão dos resultados da argumentação das turmas A, B e C tendo como pano de fundo os contextos característicos de cada uma delas, de modo a nos fornecer pistas para compreendermos melhor as facilidades e as dificuldades no desenvolvimento de argumentos pelos alunos acompanhados em nossa pesquisa, e em consequência, a qualidade da argumentação verificada nessas turmas. Consideramos ainda, que uma compreensão dos ambientes de aprendizagem das turmas analisadas em nosso trabalho é essencial tanto para a nossa interpretação dos resultados da argumentação ocorridas nessas turmas quanto para pensarmos sobre o desenvolvimento de ambientes favoráveis à argumentação, visto que, como afirma Jiménez-Aleixandre (2008), uma das possibilidades de se desenvolver ambientes de

aprendizagem de argumentação é por meio da combinação da cultura de sala de aula, currículo e papel particular do professor.

Como discutido no capítulo 4, os contextos das turmas A e C foram mais parecidos do que o contexto da turma B. Essas duas turmas foram lecionadas em um mesmo colégio, tendo ingressado ao mesmo a partir de um disputado processo seletivo, e os seus professores, desde o princípio de suas unidades didáticas sobre evolução, delimitaram o espaço de suas salas de aula para discussões no âmbito da ciência, sem que os alunos questionassem tal delimitação. Já a turma B estudou em outro colégio, os seus alunos não passaram por processo seletivo e a sua professora não delimitou as discussões de sua sala de aula aos conhecimentos do âmbito da ciência, visto que os alunos dessa turma apresentavam crenças religiosas muito arraigadas e, em vários momentos, desafiaram os conceitos da ciência abordados pela professora.

Em nosso trabalho, o aspecto abordagem ou não abordagem de conhecimento religioso pelos professores foi importante, visto que, ao mesmo tempo em podemos discutir, na turma B, sobre a dificuldade da professora Camila em dar andamento aos conteúdos da ciência devido ao constante questionamento de aspectos religiosos pelos alunos, também podemos identificar, nesta sala de aula, uma maior abertura da professora para as questões que eram trazidas por seus alunos e que eram importantes para eles. Uma segunda discussão que podemos fazer sobre esse aspecto é sobre o por que de, nas turmas A e C, os professores terem conseguido delimitar o discurso em sala de aula ao discurso da ciência, e na turma B, a professora não sido bem sucedida nisso, discutindo aspectos dessa natureza em boa parte de suas aulas. Uma interpretação dessas diferenças, em termos de diferenças de contextos, pode ser feita segundo a perspectiva de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), a partir de uma ênfase no fato de que é em função de um auditório que qualquer argumentação se desenvolve. Pensando desse modo, podemos interpretar que nas turmas A e C, os alunos (ou os auditórios) aceitaram trabalhar com o discurso da ciência em sala de aula, seja por se sentirem engajados a esses tipo de discurso, seja por estarem em um colégio que prioriza esse discurso e, desse modo, já estarem familiarizados a esse discurso. Já na turma B, a dificuldade dos alunos em aceitar transitar unicamente por esse discurso, pode ter sido proveniente da não familiaridade ou mesmo da não aceitação desse discurso pelos alunos (auditório). Assim, a delimitação do discurso das aulas pelos professores Severino e Sônia, ao discurso da ciência não apresentou resistência por parte de seus alunos. Já na turma B, a professora Camila, em função da demanda de seu auditório,

precisou desenvolver estratégias para adequar o seu discurso a ele. Assim, ela desenvolveu os conhecimentos da ciência em suas aulas, mas não teve como deixar de considerar e discutir em suas aulas, as questões e afirmações de cunho religioso de seus alunos, mesmo que para ir de encontro a elas.

Em termos de domínio dos conceitos evolutivos consideramos que os alunos das turmas A e C demonstraram apresentar um maior domínio dos conceitos evolutivos da unidade didática sobre evolução e acompanharam melhor as explicações e discussões que ocorreram ao longo das aulas que os alunos da turma B. Isso provavelmente refletiu características dos colégios, da forma de seleção dos alunos e da história escolar desses alunos.

As diferenças com relação à presença ou ausência de idéias religiosas em sala de aula e ao maior ou menor domínio dos conceitos evolutivos nas turmas A, B e C foram identificadas nas afirmações e questionamentos dos alunos dessas turmas, que deram início a episódios de conteúdo, durante as unidades didáticas lecionadas por seus respectivos professores. Nas turmas A e C os alunos, em geral, mantiveram seus discursos no âmbito dos conhecimentos da ciência. Em seus episódios de conteúdo eles, ou davam continuidade a aspectos evolutivos em discussão, ou traziam novos conhecimentos evolutivos para serem discutidos em sala de aula, ou questionavam idéias apresentadas pelo(a) professor(a), por outros colegas, ou mesmo provenientes da sociedade, sempre em termos de novas interpretações evolutivas para o que estava sendo discutido. Já na turma B, verificamos que em seus episódios de conteúdo, os alunos realizaram uma série de afirmações e questionamentos, em sua maioria abordando aspectos religiosos ou mesmo polêmicos para pessoas com visões mais religiosas (como a relação de parentesco entre homem e macaco) que iam de encontro às idéias evolutivas em discussão em sala de aula e demandavam da professora uma atitude de defesa dos conhecimentos evolutivos abordados.

Outro aspecto do contexto, que refletiu a maior dificuldade dos alunos da turma B em acompanhar e desenvolver os conceitos da unidade didática evolução, foi a necessidade de a professora Camila utilizar parte de suas aulas para revisar uma série de conceitos de biologia, estudados em unidades didáticas anteriores, devido à dificuldade de compreensão desses conceitos por vários alunos da turma. Isso não foi verificado nas turmas A e C.

Apesar das semelhanças verificadas entre as turmas A e C, algumas diferenças em seus contextos parecem ter contribuído para que os alunos da turma C tivessem uma

participação mais efetiva nas discussões, realizando uma maior quantidade de turnos de fala, assim como apresentando mais contribuições para a dinâmica da argumentação nas questões discutidas. Um primeiro aspecto do contexto dessas turmas que parece ter contribuído para essa diferença é a diferença nas dinâmicas das aulas realizadas pelos professores Severino (turma A) e Sônia (turma C) em suas unidades didáticas. Como discutido no capítulo 4, nós verificamos que, na turma A, as aulas lecionadas pelo professor Severino foram todas expositivas, com a apresentação de slides e a discussão dos temas evolutivos com os alunos. Já na turma C, a professora realizou uma série de dinâmicas incluindo, além das aulas expositivas, aulas de elaboração e discussão de exercícios de livros e de exercícios elaborados por ela própria, de atividade de campo, de atividade prática e de leitura e discussão de textos. Interpretamos que, apesar de em ambas as turmas os professores encorajarem discussões abertas e realizarem mudanças no fluxo do discurso de modo a considerar as questões dos estudantes, a realização de várias dinâmicas na turma C pela professora Sônia requereram dos alunos uma participação ainda mais ativa. Além disso, em vários momentos a professora e os alunos desenvolveram conhecimentos em conjunto, pois havia uma série de dinâmicas que funcionavam desse modo e os alunos tinham mais liberdade para questionar e expor pontos de vista não esclarecidos. Desse modo, apesar de em ambas as turmas os professores terem estimulado a participação dos alunos, na turma C, a professora realizou uma variedade de ações que contribuíram no desenvolvimento de um ambiente favorável à argumentação.

Com relação às implicações desse trabalho para a área da educação em ciências, consideramos que ele traz contribuições para:

(1) Discussões sobre a aprendizagem de estudantes em termos do discurso em sala de aula.

Todo o nosso trabalho focou o discurso dos alunos, seja na argumentação, seja com relação à natureza epistêmica das falas que representaram participações dos alunos no desenvolvimento dos conteúdos das aulas de evolução.

(2) Discussões sobre metodologias em pesquisas na área educacional.

Nesse trabalho, desenvolvemos e aplicamos uma série de metodologias para analisar a argumentação de alunos em sala de aula de ciências e para analisar o contexto desse meio social.

(3) Pesquisas sobre argumentação em salas de aula.

Nesse trabalho realizamos uma revisão bibliográfica das principais teorias argumentativas atualmente mais utilizadas como pressuposto teórico e metodológico em pesquisas que discutem a argumentação em salas de aula de ciências. Nós também desenvolvemos uma metodologia de análise da argumentação em sala de aula que discute dois aspectos da argumentação: (a) um aspecto mais formal, ou seja, os movimentos que os alunos fazem no discurso argumentativo ao justificarem os seus posicionamentos e; (b) um aspecto relacionado ao tema da discussão, em termos de como os alunos articulam os conceitos evolutivos. Além disso, nós fizemos um exercício de conectar e interpretar os resultados das análises da argumentação, relacionando-os com aspectos relevantes verificados nos contextos das três turmas estudadas.

(4) Pesquisas que buscam caracterizar o meio social da sala de aula

Em nossa pesquisa, analisamos os contextos das turmas A, B e C, a partir de uma série de mapeamentos de sequências de aulas sobre evolução. Esses mapeamentos abrangeram desde aspectos mais gerais dessas turmas, como os temas gerais abordados em cada aula, até aspectos mais detalhados das dinâmicas dessas aulas e das interações entre professores e alunos. Consideramos que essa ferramenta de análise pode contribuir para trabalhos que busquem alcançar uma visão mais detalhada da sala de aula.

(5) Pesquisas que discutem problemas do ensino e da aprendizagem de evolução

Em nosso trabalho, ao discutirmos a argumentação dos alunos, também em termos de conceitos evolutivos articulados por alunos, nos situamos na fronteira entre os estudos empíricos sobre aprendizado de evolução e sobre argumentação em sala de aula. Consideramos importante a realização de estudos que enfoquem o discurso argumentativo aplicado aos processos de ensino e aprendizagem de evolução e consideremos que o nosso trabalho traz contribuições para essa linha de pesquisa.

(6) Discussões sobre ambientes favoráveis à argumentação

Em nossa pesquisa, verificamos uma série de aspectos dos contextos das turmas A, B e C que parecem ter interferido na qualidade da argumentação dos alunos. Consideramos que os resultados de nossas análises consistem em novos dados para as

discussões sobre ambientes favoráveis à argumentação.

(7) Formação de professores

Consideramos que essa pesquisa pode auxiliar ao professor e/ou ao futuro professor a refletir sobre sua prática, levando em consideração toda uma série de aspectos que podem caracterizar o contexto de uma sala de aula, ou do seu auditório. Além disso, esse trabalho destaca a importância do discurso argumentativo dos alunos em seu processo de aprendizagem de ciências e discute modos de avaliar a aprendizagem a partir da análise desse discurso, propiciando ao professor uma visão mais ampla da aprendizagem de seus alunos, à medida em que ela vai além da memorização de um conteúdo ou de uma série de conteúdos, e implica a capacidade do aluno de articular idéias e justificar posicionamentos, quando desafiados a tal.

Esse trabalho também contribuiu para a minha formação como pesquisadora. Ao trabalhar com argumentação em salas de aula de biologia e discutir sobre os processos de ensino e aprendizagem de evolução, duas novas linhas de investigação foram adicionadas ao meu perfil: pesquisa em educação em ciências e a análise do discurso argumentativo em salas de aula de ciências.

Como costuma ocorrer em trabalhos de investigação, essa pesquisa nos levou a pensar em uma série de questões relacionadas à nossa investigação. A seguir apresentamos algumas delas:

(1) Até que ponto a problematicidade do tema evolução interfere no processo de aprendizagem dos alunos. Como lidar com ela?

Em nossa pesquisa, verificamos que os alunos da turma B apresentaram maior dificuldade no desenvolvimento de argumentos e nós atribuímos parte dessa dificuldade à problematicidade desse tema ter sido maior para os alunos dessa turma do que para os alunos das turmas A e C. Essa problematicidade foi verificada na turma B, tanto em termo de dificuldades conceituais, quanto em termo de choque de crenças, visto que muitos alunos demonstraram ser bastante religiosos durante as discussões, desafiando a professora em vários momentos sobre aspectos atualmente considerados conhecimentos tácitos da evolução. A questão que se coloca então é como lidar com essa problematicidade de modo a garantir que o tema seja ensinado?

(2) No discurso dos alunos em sala de aula, há uma separação entre as práticas epistêmicas de produção e avaliação da prática epistêmica de comunicação ou a prática de comunicação do conhecimento permeia todas as outras práticas epistêmicas?

Essa questão já foi abordada no trabalho de Araújo (2008) e voltou a surgir nesse trabalho. Nesse trabalho, nós adaptamos a ferramenta de análise desenvolvida por Araújo e buscamos diminuir esse problema ao suprimir algumas categorias de comunicação do conhecimento. No entanto, assim como no trabalho Araújo, em nossa análise das falas dos alunos, nós encontramos sobreposição de categorias de prática epistêmica nas falas dos alunos. É interessante destacar, que esse trabalho e o de Araújo fazem parte de uma mesma linha de pesquisa. Outros trabalhos sobre práticas epistêmicas já estão em andamento e provavelmente trarão um maior esclarecimento para essa questão.

(3) Que fatores são relevantes para o desenvolvimento de um ambiente favorável à argumentação?

Ao longo dessa pesquisa, verificamos que algumas questões das atividades aplicadas não desencadearam o efeito esperado nos alunos que as discutiram. A polemicidade que atribuímos a algumas delas, em termos de discutirem aspectos em debate na biologia evolutiva, muitas vezes não foi identificada pelos alunos. Em outros momentos, questões, a princípio menos problemáticas, eram discutidas arduamente pelos alunos. Essa constatação nos levou a ampliar o foco da nossa pesquisa para a polemicidade maior que há nas próprias idéias evolutivas, em termos da complexidade dos conceitos evolutivos e dos possíveis embates com as variadas epistemologias pessoais dos estudantes. E também nos levou a refletir sobre os fatores que devem ser considerados ao se propor ambientes favoráveis à argumentação. Alguns desses fatores foram levantados em nossa análise, provenientes dos contextos das turmas estudadas. No entanto, a questão ainda se mantém. Isso nos leva à ênfase dada por Perelman ao papel platéia na argumentação. Afinal os fatores que favorecem a discussão e argumentação em um público podem não ser os mesmos que os que favorecem a argumentação em outro.

Essas questões demonstram que novos problemas de pesquisa podem emergir da análise da argumentação em evolução, assegurando uma continuidade para essa linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abd-El-Khalick, F.; Lederman, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education** 22(7):665-701. 2000.
- Aguiar Junior, O.; Mortimer, E. F.; Scott, P. H. Learning from and responding to pupils questions: the authoritative and dialogic tension. **Journal of Research in Science Teaching**. No prelo.
- Alters, B. J.; Nelson, C. E. Perspective: teaching evolution in higher education. **International Journal of Organic Evolution**. 56(10), pp. 1891–1901, 2002.
- Anderson, D. L.; Fisher, K. M.; Norman, G. J. Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 39, n 10, pp. 952-978. 2002.
- Anderson, R. D. Teaching the theory of evolution in social, intellectual and pedagogical context. **Science Education**, 91, 664-677. 2007
- Andrews, P. W; Gangestad, S. W; Matthews, D. Adaptationism – how to carry out an exaptationist program. **Behavioral and Brain Sciences**. 2002.
- Araújo, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. Dissertação (mestrado em Educação). Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais. 2008.
- Atienza, M. **Laz razones del derecho: teorías de la argumentación jurídica**. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2003.
- Bakhtin, M. M. **Speech genres and other late essays**. Austin: University of Texas Press. 1986.
- Billig, M. **Arguing and Thinking: A rhetorical approach to social psychology**. Great Britain. Cambridge University Press and Maison des Sciences de l'Homme. 1996.
- Bowler, P. J. **Evolution: The History of an Idea**. Chicago: The University of Chicago. 1989.
- Burkhardt, R. W., Jr. The Zoological Philosophy of J. B. Lamarck, in: **Lamarck, J. B. Zoological Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press. pp. xv-xxxix. 1984.
- Candela, A. **Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentacion y el consenso**. Ciudad de Mexico: Paidos Educador. 1999
- Clark, D.B.; Sampson, V.; Weinberg, A.; Erkens, G. Analytic frameworks for assessing dialogic argumentation in online learning environments. **Educ Psychol Rev**. 19, 343-374. 2007.
- Clark, D. B.; Sampson, V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. **Journal of research science teaching**. V. 45, Issue 3. pp.: 293-321. 2008.

- Charaudeau, P. Maingueneau, D. **Dicionário de análise de discurso** . São Paulo: Contexto. 2004.
- Crow, J. F. Evolution: Views. **Encyclopedia of the human genome**. pp.1-6. 2003. (acesso on line: www.ehgonline.net).
- Demastes, S. S.; Good, R. G.; Peebles, P. Students conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. **Science. Education**. 79:637–666. 1995.
- Demastes, S S.; Good , R. G.; Peebles, P. Patterns of Conceptual Change in Evolution. **J Res Sci Teach** 33(4): 407 431. 1996.
- Dobzhansky, Th. **Genetics and the Origen of species**. Nova Iorque: Columbia University Press. 1937.
- Dobzhansky, Th. What is adaptive trate? **Am. Nat.** 90:337-347. 1956
- Dobzhansky, Th. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**. March, p. 125-129. 1973.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P.. Constructing scientific knowlledge in the classroom. **Educational Researcher**. 1994. 23(7), 5-12.
- Driver, R; Newton, P.; Osborne, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **John Wiley & Sons, Inc.** 2000.
- El-Hani, C. N., Meyer, D. A evolução da teoria darwiniana. **Comciência**. 107. 2009. (acesso on line: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=541>)
- Engle, R. A.; Conant, F. R.. Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, 20, 399–484. 2002.
- Erduran, S.; Simon, S.; Osborne, J. TAPping int argumentatio: Developments in the application of Toulmin´s argument pattern for studying science discourse. **Science Education**. 88, 915-933. 2004.
- Futuyma, D. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: SBG/CNPq. 1992.631p.
- Gould, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge-MA: Harvard University Press. 2002.
- Gould, S. J.; Lewontin, R. C. The spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A critique of the adaptationist programme. **Proceedings of the Royal Society of London, Series B** 205: 581–98. 1979
- Gould, S. J.; Vrba, E. S. Exaptation-A Missing Term in the Science of Form. **Paleobiology**, Vol. 8, No. 1. (Winter, 1982), pp. 4-15.
- Holquist, M. **Dialogism: Bahkhin, M. M. The Dialogic Imagination**. Austin: University of Texas Press. 1981.
- Holquist, M. **Dialogism: Bakhtin and his World**. London: Routledge, 1990.
- Jensen, M. S.; Finley, F. N.; Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. **Journal of Research in Science Teaching**. 33(8): 879 – 900. 1996.

- Janssen, J.; Erkens, G.; Jasper, J.; Kanselaar, G. Visualizing participation to facilitate argumentation. **Proceedings of the 7th International Conference of the Learning Sciences**. June/July, Bloomington, IN. 2006.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. Thinking about Theories or Thinking with Theories: A Classroom Study with Natural Selection, **International Journal of Science Education** 14(1): 51–61. 1992.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. Teaching evolution and natural selection: A look at textbooks and teachers. **J Res Sci Teach**. 31(5): 519–535. 1994.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. Darwinian and Lamarckian models used by students and its representation. In K. Fisher & M. Kibby (Eds) **Knowledge acquisition organization and use in biology**. Dordrecht: Springer. 1996. Pp. 65-77
- Jiménez Aleixandre, M. P., Bugallo, A. et Duschl, R. A. “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in High School Genetics’, **Science Education** 84, 757-792. 2000.
- Jiménez-Aleixandre, M. P, Reigosa, C. Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. **Science Education**. 90: 707–733. 2006.
- Jiménez-Aleixandre, M. P.; Eirexas, F.; Agraso, M. F. Use of evidence in arguments about a socio-scientific issue by 12th grade students: Choices about heating systems and energy sources. **Paper presented at the NARST meeting**, San Francisco, CA. 2006.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. Mortimer, E. F., Silva, A. C. T. & Díaz, J. Epistemic practices: An analytic framework for science classrooms. **Paper presented to AERA annual meeting**, New York, March. 2008.
- Jiménez Aleixandre, M. P. et Erduran, S. Argumentation in science education: an overview. In S. Erduran et M. P. Jiménez Aleixandre, **Argumentation in science education: recent developments and future directions**. Dordrecht: Springer. 2008.
- Jiménez-Aleixandre, M. P.; Designing argumentation learning environments. In S. Erduran et M. P. Jiménez-Aleixandre, **Argumentation in science education: recent developments and future directions**. Dordrecht: Springer. 2008.
- Jiménez Aleixandre, M. P. ; Díaz de Bustamante, J. Construction et justification des savoirs scientifiques: Rapports entre argumentation et pratiques épistémiques. (in press)
- Kampourakis, K. & Zogza, V. Students’ preconceptions about evolution: How accurate is the characterization as “Lamarckian” when considering the history of evolutionary thought? **Science & Education**, 16, 393–422. 2007
- Kelly, G. J.; Chen C. The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices through Oral and Written Discourse. **Journal of Research in Science Teaching**. 36, 883–915. 1999.
- Kelly, G. J.; Takao, A. Epistemic Levels in Argument: An Analysis of University Oceanography Students’ Use of Evidence in Writing. **Science Education**. 86, 314–342. 2002.

- Kelly, G. J. & Duschl, R. A. Toward a research agenda for epistemological practices in science education. **Paper presented to the annual meeting of NARST**, New Orleans, LA, April. 2002.
- Kuhn, D. **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press. 1991.
- Kuhn, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**. 77(3). 1993. pp. 319-337.
- Lamarck, J. B. **Filosofia Zoológica**. Barcelona: Mateu. [1809]1971.
- Lamarck, J. B. **Zoological Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press. [1809]1984.
- Leitão, S. The potential of argument in knowledge building. **Human Development**, 43, 332-360. 2000.
- Lima-Tavares, M.; El-Hani, C.N. Um olhar epistemológico sobre a transposição didática da teoria Gaia. **Investigações em ensino de ciências**. vol..6, n°. 3, dezembro/2001.
- Lima-Tavares, M. **Uma Análise Lakatosiana da Teoria Gaia**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências. 2002.
- Martins, L. A. C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme**. Porto Alegre. v. 2. n. 3. 1997. pp. 33-54.
- Mayr, E. How to carry out the adaptationist program?. **The American Naturalist**. Vol. 121. n. 3. 1983.
- Mayr, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasil: UNB. 1998.
- Meyer, D; El-Hani, C. N. Evolução. In. Charbel Niño El-Hani; Antonio Augusto Passos Videira. (Org.). **O que é vida? Para entender a biologia do século XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 2000.
- Meyer, D; El-Hani, C. N. **Evolução o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP. 2005.
- Mortimer, E. F; Scott, P. H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press. 2003.
- Mortimer, E. F.; Massicame, T.; Buty, C.; Tiberghien, A. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 53-94.
- Mortimer, E. F; Lima-Tavares, M; Jiménez-Aleixandre M. P. **O diálogo dos estudantes com a Evolução por meio de suas questões**. VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2007.
- Oliveira, M. K. Três questões sobre desenvolvimento conceitual. In: Oliveira, M. B. e Oliveira, M. K. (org). **Investigações Cognitivas Conceitos, Linguagem e Cultura**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1999. pp. 55-64.
- Passmore C, Stewart, J. A modelling approach to teaching evolutionary biology in High Schools. **Journal of Research in Science Teaching**. 39 (3): 185 – 204. 2002.
- Perelman, CH. **The new rhetoric and the humanities**. Dordrecht: D. Reidel. 1979.
- Perelman, CH. **The realm of rhetoric**. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame 1982.

- Perelman, CH.; Olbrechts-Tyteca. **Tratado da argumentação: A nova retórica**. 2ª ed. São Paulo. 2005.
- Pontecorvo, C.; Girardet, H. Arguing and reasoning in understanding historical topics. **Cognition and Instruction**, 11 (3 & 4), 365-395. 1993.
- Sapp, J.; Genesis: **The Evolution of Biology**. New York: Oxford University Press. 2003.
- Sandoval, W. A.; Morrison, K. High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. **Journal of Research in Science Teaching**. 2003. 40: 369-392.
- Sandoval, W. A.; Reiser, B. J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. **Science Education**. 2004. 88. 345–372.
- Sandoval, W. A.. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**. 2005. 89, 634–656.
- Scott, P. H; Mortimer, E. F.; Aguiar, O. G. The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. **Wiley Periodicals Inc**. V.90, Issue 4, July 2006, pp: 605-631.
- Secretaria de educação média e tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. ministério da educação: Brasília: 2002
- Sepúlveda, C. El-Hani, C. N. Quando visões de mundo se encontram: Religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol 9, n. 2, Agosto de 2004.
- Sinatra, G.M., Shoutherland, S.A., McConaughy, F. & Demastes, J.W. Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. **Journal of Research in Science Teaching**. 40(5): 510–528. 2003.
- Shtulman, A. Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution, **Cognitive psychology**, 52: 170–194. 2006.
- Smith, M. U.; Siegel, H. Knowing, believing and understanding: What goals for science education? **Science & Education**. 13: 553–582. 2004.
- Sober, E. Philosophy of biology. Boulder, **Westview Press**. 1993
- Thorley, R. Classroom conceptual ecologies: contrasting discourse in conceptual change instruction. **Paper presented at the annual meeting of NARST**, Boston, 1992.
- Toulmin, S. E. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 2006.
- Villani, C. E. P.; Nascimento, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: Uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino médio. **Investigações em ensino de Ciências**, 8 (3), 1-24, 2003.
- Vygotsky, L.S. **Mind in Society: The development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press. 1978.
- Vygotsky, L. S. **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- Vigotski, L. S., Trad. Jefferson Luiz Camargo. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. [1934]2008.

- Voloshinov, V.N. **Marxism and the Philosophy of Language**. Cambridge, M.A.: Harvard University Press. (1929/1973).
- Wertsch, James V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.
- Williams, G. C. **Adaptation and natural selection**. Princeton University Press. 1966.
- Wilson, D. S. Evolution for Everyone: How to increase acceptance of, interest in, and knowledge about evolution. **Plos Biology**. v.3, 12, e364. 2005.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Questionário para seleção dos professores

Questionário – As Controvérsias da Teoria Sintética da Evolução em salas de aula de Ciências do Ensino Médio.

Nome: _____

Telefone: _____

Endereço eletrônico: _____

1) Mesmo sendo considerada, a princípio, uma teoria satisfatória, visto que traz a resposta para o problema da fonte da variabilidade nas populações e, em um sentido amplo, propicia a compreensão da evolução, a teoria sintética da evolução ainda apresenta inúmeros detalhes a serem trabalhados. Muitas críticas, no entanto, vêm sendo realizadas atualmente pela comunidade científica a essa teoria. Os biólogos evolutivos que têm criticado a teoria sintética da evolução usualmente não pretendem abandonar a noção de seleção natural, mas questionar alguns aspectos que, em sua visão, requerem reformulação.

Com base no texto acima, responda:

a) Você já tinha conhecimento das controvérsias em relação à teoria sintética da evolução?

Sim Não

b) Você trabalha a teoria sintética da evolução com seus alunos?

Sim Não

c) Caso tenha assinalado sim na letra 'b', responda: (i) Ao trabalhar com a teoria evolutiva em sala de aula que tópicos você aborda? (ii) Quanto tempo você utiliza em seu cronograma de aulas para ensinar essa teoria?

d) Ao trabalhar com a teoria sintética da evolução você aborda críticas e discussões feitas a essa teoria?

Sim Não

e) Caso tenha respondido sim na letra 'd', apresente uma das críticas que você costuma abordar em sala de aula.

f) Você acha interessante e/ou necessária uma abordagem dos aspectos polêmicos da teoria sintética da evolução em sala de aula?

Sim Não interessante, mas não necessária apenas necessária

Por que?

g) Você aborda, com seus alunos, alguma outra controvérsia em relação à teoria da evolução?

Sim

Não

h) Caso tenha respondido sim na letra `g`, explicita a controvérsia.

Apêndice 2 – Teste aplicado nas turmas antes e após a unidade evolução

Prezado estudante,

Esta atividade NÃO tem por objetivo medir os seus conhecimentos para aferir uma nota. Nosso interesse é, por meio dela, conhecer as idéias que você possui e que são relacionadas a conteúdos que serão abordados nesta unidade. Na primeira parte da atividade, colocamos algumas questões abertas e, na segunda, são apresentadas questões de marcar, na quais você deve escolher a resposta que considerar mais adequada. Esperamos que você reflita sobre cada situação apresentada e tente ser o mais claro possível em suas respostas.

Parte I: Leia as questões e responda:

- 1) Existem diferentes modos de se compreender a natureza e a diversidade dos seres vivos. Dentre eles, estão a visão de mundo fixista, em que os seres vivos não mudam, e a visão de mundo transformista, que considera que os seres vivos vêm mudando desde a origem da vida. Como você se posiciona diante dessas distintas formas de compreensão?

- 2) Órgãos vestigiais são estruturas que aparentemente não têm função em um organismo. Sabemos, por exemplo, que as cobras não têm pernas. No entanto, se dissecarmos e observarmos algumas espécies de cobras, encontraremos pequenos ossos semelhantes aos da bacia e das pernas dos animais que possuem patas. Como você explicaria a existência desses tipos de estruturas?

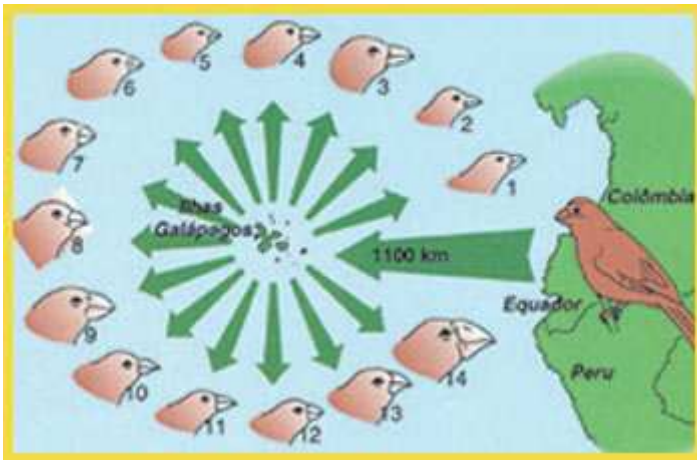
- 3) Você já ouviu falar na teoria evolutiva? Em caso positivo, como você explicaria essa teoria?

Parte II: Leia os textos a seguir e escolha uma resposta que reflita melhor a sua opinião.

Tentilhões das Galápagos

Há muito tempo cientistas acreditam que as 14 espécies de tentilhões (aves das ilhas Galápagos) evoluíram de uma única espécie de tentilhão que migrou para as ilhas entre um e quatro milhões de anos atrás. Análises de DNA recentes apóiam a conclusão de que todos os tentilhões das Galápagos evoluíram do tentilhão toutinegra. Espécies

diferentes vivem em ilhas diferentes. Por exemplo, o tentilhão médio do solo e o tentilhão dos cactos vivem em uma ilha. O tentilhão grande dos cactos ocupa uma outra ilha. Uma das maiores mudanças nos tentilhões diz respeito aos tamanhos e às formas de seus bicos, como mostra a figura.



1. O que aconteceria se um casal fértil de tentilhões fosse colocado em uma ilha sob condições ideais, sem predadores e com alimento ilimitado, de modo que todos os indivíduos sobrevivessem?

Depois de algum tempo,

- a) a população de tentilhões permaneceria pequena porque os pássaros teriam filhotes suficientes apenas para os substituírem.
- b) a população de tentilhões dobraria e permaneceria então relativamente estável.
- c) a população de tentilhões aumentaria dramaticamente.
- d) a população de tentilhões cresceria lentamente e então se equilibraria.

2. Os tentilhões das Ilhas Galápagos requerem alimento para comer e água para beber.

- a) Quando o alimento e a água forem escassos, alguns pássaros podem ser incapazes de obter o que necessitam para sobreviver.
- b) Quando o alimento e a água forem limitados, os tentilhões encontrarão outras fontes de alimento, de modo que sempre haverá o suficiente.
- c) Quando o alimento e a água forem escassos, todos os tentilhões comerão e beberão menos, de modo que todos os pássaros sobrevivam.
- d) Há sempre abundância de alimento e água nas Ilhas Galápagos, satisfazendo as necessidades dos tentilhões.

3. Uma vez que uma população de tentilhões tenha vivido numa certa ilha por muitos anos,

- a) a população continua a crescer rapidamente.
- b) a população permanece relativamente estável, com pequenas modificações ao longo do tempo.
- c) a população aumenta dramaticamente e diminui a cada ano.
- d) a população diminuirá continuamente.

4. Dependendo do tamanho e da forma de seus bicos, alguns tentilhões obtém néctar das flores, alguns comem larvas nas cascas das árvores, alguns comem sementes pequenas e alguns comem nozes grandes. Qual afirmação descreve melhor as interações entre os tentilhões e as fontes de alimento?

- a) A maioria dos tentilhões em uma ilha cooperam para encontrar alimento e compartilham o que encontram.
- b) Muitos dos tentilhões em uma ilha lutam uns com os outros e aqueles fisicamente mais fortes ganham.
- c) Há alimento mais do que suficiente para satisfazer as necessidades de todos os tentilhões, de modo que eles não necessitam de competir pelo alimento.
- d) Os tentilhões competem principalmente com tentilhões que apresentam bicos semelhantes, que comem os mesmos tipos de alimento, e alguns podem morrer pela falta de alimento.

5. Como os diferentes tipos de bico inicialmente se originaram nos tentilhões das Galápagos?

- a) As mudanças no tamanho e na forma dos bicos dos tentilhões ocorreram por causa de sua necessidade de ser capazes de comer tipos diferentes de alimento para sobreviver.
- b) As mudanças nos bicos dos tentilhões ocorreram por acaso e, quando essas mudanças eram vantajosas para a obtenção do alimento disponível, esses pássaros eram capazes de se reproduzir mais que os outros.
- c) As mudanças nos bicos dos tentilhões ocorreram porque o ambiente induziu as mudanças genéticas desejadas.
- d) Os bicos dos tentilhões mudaram um pouco no tamanho e na forma a cada geração sucessiva, alguns ficando maiores e alguns ficando menores.

6. Que tipo de característica nos tentilhões é passada para os filhos?

- a) Quaisquer comportamentos que foram aprendidos durante a vida de um tentilhão.
- b) Somente características que foram benéficas durante a vida do tentilhão.
- c) Todas as características que são determinadas geneticamente.
- d) Quaisquer características que foram influenciadas positivamente pelo ambiente durante a vida do tentilhão.

7. O que levou as populações de pássaros com formas e tamanhos diferentes de bicos a tornarem-se espécies distintas distribuídas nas várias ilhas?

- a) Os tentilhões eram bastante diferentes e aqueles cujas características eram mais adequadas para o suprimento de alimento disponível em cada ilha se reproduziam com maior sucesso.
- b) Todos os tentilhões são essencialmente similares e não há realmente quatorze espécies diferentes.
- c) Diferentes alimentos estão disponíveis em ilhas diferentes e, por esta razão, cada tentilhão de cada ilha procurou desenvolver gradualmente os bicos de que necessitavam.
- d) As linhagens diferentes de tentilhões desenvolveram tipos diferentes de bico porque precisavam deles para obter o alimento disponível.

Lebistes (*guppies*) venezuelanos

Lebistes são pequenos peixes encontrados em riachos da Venezuela. Lebistes machos são intensamente coloridos, com manchas pretas, vermelhas, azuis e brilhantes. Machos não podem apresentar coloração intensa demais ou eles serão vistos e consumidos por predadores, mas se eles forem pouco coloridos, fêmeas escolherão outros machos. A seleção natural e a seleção sexual empurram em direções opostas. Quando uma população de lebistes vive em um riacho na ausência de predadores, a proporção de machos que são brilhantes e cintilantes aumenta na população. Se alguns predadores agressivos são adicionados a este mesmo riacho, a proporção de machos intensamente coloridos diminui em torno de aproximadamente cinco meses (3 a 4 gerações). Foi estudada a variação da cor de peixes que viviam em riachos naturais e também em lagos artificiais com predadores e sem predadores.

8. Uma população natural típica de lebistes consiste de centenas de lebistes. Qual afirmação descreve melhor os lebistes de uma única espécie numa população isolada?

- a) Todos os lebistes são idênticos entre si.
- b) Alguns lebistes apresentam diferenças entre si, mas essas diferenças não interferem na sobrevivência.

- c) Os lebetes são todos idênticos por dentro, mas têm muitas diferenças na aparência.
- d) Os lebetes apresentam muitas características semelhantes, mas também variam em muitas outras características.

9. Aptidão (*fitness*) é um termo freqüentemente usado por biólogos para explicar o sucesso evolutivo de certos organismos. Qual característica um biólogo consideraria ser a mais importante para determinar quais lebetes seriam os mais aptos?

- a) Grande tamanho corporal e habilidade de nadar rapidamente, afastando-se dos predadores.
- b) Excelente habilidade de competir por comida.
- c) Número elevado de descendentes que sobrevivem até a idade em que reproduzirão.
- d) Número elevado de cruzamentos com muitas fêmeas diferentes.

10. Supondo-se condições ideais, com comida e espaço abundantes, e sem predadores, o que aconteceria se um casal de lebetes fosse colocado em um grande lago?

- a) A população de lebetes cresceria lentamente, uma vez que os lebetes teriam somente o número de filhotes necessário para repor a população.
- b) A população de lebetes inicialmente cresceria de maneira lenta, depois cresceria rapidamente e milhares de lebetes encheriam o lago.
- c) A população de lebetes nunca se tornaria muito grande, porque apenas organismos como insetos e bactérias se reproduzem desta maneira.
- d) A população de lebetes continuaria a crescer lentamente ao longo do tempo.

11. Em populações de lebetes, quais são as principais mudanças que ocorrem gradualmente com o passar do tempo?

- a) As características de cada lebeste individual dentro de uma população mudam gradualmente.
- b) A quantidade de lebetes com características diferentes dentro da população se altera.
- c) Os comportamentos bem sucedidos aprendidos por certos lebetes são transmitidos aos descendentes.

d) Ocorrem mutações que satisfazem as necessidades dos leibistes à medida que o ambiente muda.

12. Você se considera uma pessoa religiosa?

() Muito

() Pouco

() Não

13. Por favor, informe-nos qual religião você segue.

Apêndice 3 – Questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução analisadas em termos de argumentação

Questão 1) É fato que temos uma diversidade muito grande de seres vivos em nosso planeta. Podemos encontrar desde seres vivos unicelulares, como as bactérias, até seres vivos pluricelulares, como os animais vertebrados. No entanto, vocês já imaginaram a possibilidade da existência de seres vivos bem diferentes dos que conhecemos? Por exemplo, um animal com o corpo semelhante ao de uma zebra e a cabeça semelhante à de um cavalo. Por que será que, apesar de toda a diversidade de seres no planeta, nós não encontramos determinados tipos de seres vivos?

a) Porque ao longo do processo evolutivo tais tipos de seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo surgiram em algum momento no passado, mas não se adaptaram ao ambiente, não sendo mais encontrados atualmente.

b) Porque os seres vivos atuais foram originados a partir de seres vivos ancestrais e suas estruturas corporais estão relacionadas às de seus ancestrais, de modo que o surgimento de certas estruturas novas pode ser impedido pelas estruturas corporais ancestrais ou pelo modo como o desenvolvimento embrionário, também herdado dos ancestrais, ocorre.

Justifiquem:

Questão 2) “Os estratos de rochas do cambriano (de 600 milhões de anos atrás) são os mais antigos em que encontramos a maioria dos principais grupos de invertebrados. E encontramos muitos deles já em estado avançado de evolução, logo da primeira vez em que aparecem. É como se tivessem sido simplesmente colocados ali, sem nenhuma história evolutiva. (...)”. (Dawkins, 2001, pág. 337)

a) A ausência de fósseis anteriores a esse período se deve ao fato de pouquíssimos fósseis de períodos anteriores a 600 milhões de anos atrás terem sido formados ou mesmo preservados ao longo do tempo. A evolução, no entanto, aconteceu aos poucos, de forma gradual.

b) A ausência de fósseis anteriores a esse período se deve ao fato de esses fósseis jamais terem existido. A evolução acontece em alguns momentos de forma gradual e em outros de forma abrupta, com o surgimento rápido de novas espécies.

Justifiquem:

Questão 3) Embora a Terra tenha 4,6 bilhões de anos, a vida só surgiu por volta dos 3,8 bilhões de anos, após o esfriamento e estabilização da crosta terrestre. Os primeiros registros de vida encontrados são de organismos procarióticos e, portanto, unicelulares, que dominaram o registro fóssil em todo o mundo durante mais de 2 bilhões de anos. Dados paleontológicos revelam que exemplares fósseis da maioria dos grupos de animais invertebrados apareceram pela primeira vez apenas há cerca de 570 milhões de anos. Nesse período, denominado Cambriano, encontram-se

registros fósseis extremamente diversos de organismos multicelulares, representantes dos anelídeos, artrópodes, equinodermos, moluscos, esponjas e, inclusive, cordados que conhecemos atualmente. É interessante notar que entre esses registros de organismos multicelulares e os registros anteriormente encontrados não foram achados fósseis considerados como intermediários. Isso dá a impressão de que esses organismos multicelulares apareceram já em estado avançado de evolução. Pensando evolutivamente e considerando que o registro fóssil pode refletir o processo de diversificação dos seres vivos na natureza, como podemos interpretar esses dados?

a) A ausência de fósseis intermediários se deve ao fato de pouquíssimos fósseis de períodos anteriores há 570 milhões de anos atrás terem sido formados ou mesmo preservados ao longo do tempo. A evolução dos organismos pluricelulares, no entanto, aconteceu aos poucos, de forma lenta.

b) A ausência de fósseis intermediários se deve ao fato de esses fósseis jamais terem existido. Os organismos pluricelulares teriam surgido como consequência de uma mudança abrupta.

Justifiquem:

Questão 4) Estudos recentes mostram que penas existem desde a época dos dinossauros e que elas tinham como função o isolamento térmico desses animais. Tais estruturas apresentam nas aves atuais algumas modificações e têm como função principal possibilitar o voo. Se a seleção das penas dos dinossauros não tivesse ocorrido:

4. A capacidade de voo das aves poderia não ter evoluído.
5. Penas ou estruturas com função semelhante a elas teriam surgido em algum outro momento. A função de voo apareceria de qualquer maneira.

Justifiquem:

Apêndice 4 – Mapas dos episódios de conteúdo iniciados por alunos nas aulas da turma A

Aula 2 - Turma A (23/10/06) (Episódio)/ tempo	Ator(es)	Transcrição	Prática Epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(14) / 14: 36 a 15:19	Helder	Helder: Tem alguns lugares do mundo que você é preso por falar isso. Em alguns lugares do mundo você é preso por ficar falando isso. (evolução ocorre)	Avaliação: criticando outras declarações	Aceitação social da evolução	Extrapolação ((o professor estava falando sobre a evolução ser um fato))
(21) / 22:41 a 23:11	Daniel	Daniel: Geração espontânea ((risos, burburinhos)). Pegue um pano soado/ espirre milho/ coloque embaixo de uma caixa fechada por sete dias.	Avaliação: criticando outras declarações	Geração espontânea	Extrapolação ((o professor estava discutindo sobre evolução x criacionismo))
(26) / 29:04 - 30:29	Helder	Helder: Tem a altura. P: Praticamente nada. Helder: Só que as pessoas eram bem mais baixas ((nos temos dos romanos)). não eram?	Avaliação: contrapondo idéias	Taxa de evolução ((na escala do tempo)) Idéia alternativa de progresso	Contestação ((O professor estava dizendo que a espécie humana não evoluiu praticamente nada desde os romanos))

		Biologicamente.			
(29) / 31:52 a 32:42	Douglas	Douglas: Eles não tentaram criar pessoas não? Douglas: Eles tentaram criar pessoas? Por/ por criação/ geração espontânea?	Produção: Problematizando	Geração espontânea	Continuidade ((o professor explicava a teoria da geração espontânea))
(38) / 42:51 a 44:40	Helder	Helder: Você acha que é possível fazer aquela clonagem de dinossauros igual aquela do filme?	Produção: Problematizando	Clonagem de espécies extintas	Extrapolação ((o professor falava sobre tipos de fósseis))
(41) / 46:36 to 47:49	Aluno não identificado (A)	Aluno: Falando da mamute existe a possibilidade de/ Aluno: É de, pra fecundar o óvulo é é ai. Por exemplo, a arara azul que foi extinta. Tem como se achar algum.	Produção: Problematizando	Clonagem de espécies extintas	Extrapolação ((o professor estava falando sobre dispersão dos seres vivos nos continentes))
(42) / 47:50 to 48:38	Douglas	Douglas: Mas eles não pensam que isso aí é pra, por exemplo, pra soltar na natureza de novo não é? Só pro pra a criação de	Comunicação: apresentando idéias próprias	Clonagem de espécies extintas. Ecologia. Manejo do meio ambiente	Extrapolação ((o professor estava discutindo sobre a possibilidade de se recriar espécies através clonagem))

		um zoológico. Porque é meio loucura você sair pegando as espécies que já são extintas.			
--	--	--	--	--	--

Aula 3 - Turma A (30/10/06) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(4) / 8:46 to 9:09	Douglas	Douglas: Quando você fala que são duas, quais são? (Existem duas ou três leis de Lamarck?)	Avaliação: avaliando a consistência dos dados	Leis de Lamarck	Continuidade ((o professor estava explicando as leis de Lamarck))
(6) / 10:45 to 12:27	Alice	Alice: Mas os seus filhos não vão nascer musculosos.	Avaliação: contrapondo idéias	Herança de caracteres adquiridos	Continuidade ((o professor discutia sobre caracteres adquiridos, citando os músculos adquiridos durante sessões de musculação))
(8) / 12:50 to 13:39	Daniel	Daniel: Tá, mas pera lá. Ele falou, ele ((Lamarck)) é fixista não é? Como é que ele aceita essa idéia de que a girafa vai crescendo o pescoço?	Avaliação: avaliando a consistência dos dados	Teorias da evolução	Extrapolação ((o professor discuta o atual descrédito e a pertinência da teoria de Lamarck em sua época))
(22) / 35:31 to 37:39	Helder	Helder: Mas esse ancestral não poderia ser algo	Produção: problematizando	Ancestrais dos humanos	Continuidade ((o professor discutia que Darwin não disse que o homem descendia

		próximo do macaco não?			do macaco e explicava a idéia de ancestrais comuns))
(32) / 49:53 to 51:07	Diego	Diego: Professor/ você falou que Darwin é/ ele tinha muito de lamarckista. Então quer dizer/ Diego: Então o que a gente olha/ assim novo no darwinismo/ a gente exclui essa parte ((inaudível)) e só pega a parte evolucionária.	Produção: checando o entendimento	Darwin como lamarckista	Extrapolação ((o professor tinha apresentado algumas questões polêmicas da teoria sintética da evolução e estava passando tarefas para a turma))

Aula 4- Turma A (06/11/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(5) 07:07-07:49	Hélio	Hélio: Professor. Isso que botaram aqui ó. ((mostra um livro)) Pseudogenes.	Produção: Problematizando	pseudogenes	Extrapolação ((o professor estava discutindo sobre clonagem))
(7) / 09:46 to 12:29	Daniel	Daniel: Mas você não pode/ por exemplo/ com um clone/ por exemplo/ com dois clones de/ é/ um macho e uma fêmea. Você não pode transmitir e ter essa variedade?	Avaliação: usando dados para avaliar teorias	Varição intraespecífica	Continuidade ((o professor discutia sobre clonagem e diminuição na variabilidade genética))

(15) / 22:49 to 23:39	Douglas	Douglas: É/ mas seleção natural de Darwin/ de Darwin mesmo/ ela ela diz que/ qual a diferença dela para a muta/ para a teoria da mutação?	Produção: problematizando	Teoria darwinista	Continuidade ((o professor discutia que mutacionismo é diferente de teoria sintética da evolução e explicava a última))
(20) / 25:34 to 27:20	Diego	Diego: Passou uma reportagem do daquele national geographics que era exatamente isso. Que a população humana tinha um monte de ((inaudível)) diferentes e que eram muito espaçados/ só que foi no gargalo que só ficou essa mitocôndria/ essa era mitocondrial foi um gargalo genético ((inaudível)).	Produção: considerando diferentes fontes de dados	DNA mitocondrial	Extrapolção ((o professor dizia que iria disponibilizaros slides da aula para os alunos))
(22) / 29:06 to 29:57	Daniel	Daniel: Um lobo e um cão podem se reproduzir/ mas não geram descendentes férteis?	Avaliação: usando dados para avaliar teorias	Isolamento reprodutivo	Continuidade ((o professor discutia a possibilidade de parentesco entre lobo, cão e raposa))
(24) / 30:11 to 30:40	Davi	Davi: Porque se você pensar nós temos por exemplo/ o chiuaua que é muito pequeno e se você for	Produção: elaborando hipóteses	Varição interespecífica	Extrapolção ((o professor discutia a programação da aula seguinte))

		olhar a semelhança dele com o lobo é uma uma um ((inaudível)) muito grande que tem. Então será que existia uma espécie de lobo que era pequena e ((inaudível)).			
(27) / 31:54 34:21	Daniel	Daniel: A microevolução a gente pode dizer então que os indivíduos se especializaram um pouco mais não acabaram com a antiga espécie. E a macroevolução é esse criar novas espécies.	Produção: checando o entendimento	Micro e macroevolução	Continuidade ((o professor explicava microevolução e macroevolução))
(28) / 34:22 35:59	Douglas	Douglas: Então quer dizer que depois da origem da/ das novas espécies ela está separada pela população.	Produção: checando o entendimento	Processo de especiação	Continuidade ((o professor discutia microevolução e macroevolução))
(31) / 43:26 43:33	Daniel	Daniel: Mas eu posso ter também X continuando a ser X e gerando também um Y.	Comunicação: usando linguagem representacional	Irradiação adaptativa	Continuidade ((o professor estava discutindo mecanismos de especiação))
(35) / 51:13 53:38	Helder	Helder: Professor e a diferenciação da espécie humana ((inaudível)) igual tem lá das das traíras?	Avaliação: usando dados para avaliar teorias	Isolamento reprodutivo	Extrapolação ((o professor estava discutindo evolução do homem))
(37) / 55:34 57:29	Diego	Diego: Como é que uma	Produção : problematiz	Isolamento reprodutivo	Continuidade ((o professor estava

		espécie pode criar três gerações e na terceira geração não reproduzir mais? Como é que limita esse/? Qual foi a ((inaudível)) que já ouviu falar aí? Que gera sete gerações e na oitava não nasce mais?	zando		discutindo sobre isolamento reprodutivo))
(48) / 01:07:31-01:08:44	Douglas	Douglas: Professor/ mas no caso das traíras ali é/ são potencialmente intercruzantes.	Avaliação: Usando dados para avaliar teorias	Isolamento reprodutivo	Continuidade ((o professor estava falando em espécies potencialmente intercruzantes))
(51) / 01:12:38-01:13:58	Douglas	Douglas: Isso aí significa é aquilo que os que os anfíbios estão mais perto evolutivamente dos mamíferos que os répteis?	Produção: checando o entendimento	Árvore filogenética	Continuidade ((professor mostrava árvore filogenética e discutia a evolução dos animais))

Apêndice 5 - Mapas de episódios das questões dos alunos da turma B nas aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Aula 2- Turma B (04/10/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(5) 07:12- 07:31	Ramon	Ramon: Eles não tem uma maneira de provar isso? Professora: Não Ramon: Hipóteses/ eles até tem hipóteses/ mas eles não tem como provar.	Avaliação: avaliando a consistência dos dados	Fixismo	Contestação ((a professora estava explicando o pensamento dos fixistas))
(6) 07:32- 09:23	Igor	Igor: Professora/ eu acho assim. Pelo que eles dizem ((inaudível)) até que não. Mas o que me deixa assim em dúvida/ se ele nasceu assim e nós somos assim até hoje/ eu acho que/ Professora: Ele nasceu assim? Quem? Igor: Assim não/ a mesma forma de vida que temos nós/ hoje. P: Como assim? Ramon: Adão e Eva. Igor: É/ Teve muitas mudanças climáticas/ Como é que foi	Comunicação: apresentando idéias próprias	Mudanças no ambiente ((Relação homem e mudanças climáticas))	Contestação ((a professora estava discutindo sobre como os fixistas provariam suas idéias))

		que sobreviveram a isso daí?			
(8) 11:45-12:26	Igor	Igor: Passou no jornal/ é/ no globo reporter/ que a cada 4 brasileiros/ 3 são descendentes de índios. Professora: O que? Igor: Que a cada 3 brasileiros/ 1 é descendente de índio. Um negócio assim.	Produção: Considerando diferentes fontes de dados	Proporção de índios entre brasileiros	Continuidade ((a professora estava falando sobre evolução e a idéia de parentesco entre as espécies))
(9) 12:27-14:46	Ramon	Ramon: É errado dizer que o homem veio do macaco, não é?	Avaliação: avaliando a consistência dos dados	Parentesco homem macaco	Extrapolação ((a professora estava falando de parentesco entre homem e cachorro))
(10) 14:47-15:44	Diva	Diva: Ô Professora/ mas para eles saberem/ eles fizeram uma pesquisa? Os fixistas?	Avaliação: avaliando a consistência dos dados	Fixismo	Contestação ((a professora estava explicando que os fixistas não vêm relação de parentesco entre as espécies))
(11) 15:45-16:34	Ramon	Ramon: Mas/ professora. Nenhuma pessoa que acredita na teoria da evolução não fala que o homem veio do macaco/porque não veio.	Comunicação: apresentando idéias próprias	Parentesco homem macaco	Contestação ((a professora estava falando que iria apresentar as teorias e evidências da evolução em suas aulas))
(13) 16:53-17:24	Ramon	Ramon: A senhora é/ defende qual teoria dessas? A: Senhora velho? Ramon: Você	Produção: problematizando	fixismo e evolução	Contestação ((professora dizia que iria apresentar as teorias e evidências da evolução em suas

		defende qual dessas teoria?			aulas))
(20) 42:11-43:15	Igor	<p>Igor: Igual aqui ((inaudível))</p> <p>Igor: Não/ o primeiro macaco?</p> <p>Professora: Como assim primeiro macaco?</p> <p>Igor: Bom/ é/ de uma dá origem a outra.</p> <p>Professora: É/ de uma que é um ancestral/ que já não existe mais/ que viveu há muito tempo/esse ancestral chegou num momento/ lá num determinado/ ele se divergiu.</p> <p>E aí, através dessa divergência aqui/ ele gerou essas espécies daqui.</p> <p>Igor: Igual aconteceu com o macaco? No caso? É/ foi evoluindo até até vir o ser humano.</p>	Avaliação: usando dados para avaliar teorias	Relação homem macaco	Contestação ((professora estava explicando e representando no quadro a idéia de ancestral comum de Darwin))
(23) 49:35-51:23	Márcio	Márcio: Que nem evoluir é mais assim/ vamos dizer/ melhor?	Produção: Checando o entendimento	Evolução como melhora	Extrapolação ((a professora estava discutindo a evolução dos homens e dos macacos))
(24) 51:24-51:52	Mirna	Mirna: Aqui/ e o macaco a evolução dele/	Avaliação: Criticando outras	Parentesco homem e macaco	Contestação ((a professora estava falando em

		<p>é/ do macaco ele veio a evolução do homem né? Tudo bem. E a mulher/ veio de onde?</p>	declarações.		seleção natural))
--	--	--	--------------	--	-------------------

Aula 3- Turma B (09/10/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(7) 13:14-14:07	Cláudia	Cláudia: É, aquele questionário que a gente respondeu tinha a questão da cobra né? Que tinha alguns ossos semelhantes a pernas que é/	Produção: consideran do diferentes fontes de dados	Órgãos vestigiais	Continuidade ((a professora tinha acabado de explicar órgãos vestigiais)).
(8) 14:08-15:57	Ramon	Ramon: Ô professora, os macacos, qualquer espécie de macaco/ eles tem esse apêndice ai?	Produção: problematizando	estruturas vestigiais	Extrapolação ((a professora estava explicando o exemplo das estruturas vestigiais das cobras))
(10) 16:37-19:01	Júlia	Júlia: A bíblia também da a entender que as cobras tiveram patas. ((passam vários turnos de fala)) A9: Mas se a gente for olhar é/ parecido né? É as/ teorias.	Avaliação: complementando idéias	Cobras com patas ((na bíblia e na ciência))	Contestação ((a professora estava explicando o exemplo das estruturas vestigiais de patas em cobras))
(11) 19:02-19:50	Igor	Igor: Professora, eu acho que cobras se assemelham muito ao ((inaudível)) do	Comunicação: apresentam do idéias próprias	Parentesco entre cobras e lagartos	Extrapolação ((a professora estava concluindo a discussão sobre órgãos vestigiais))

		lagarto.			
(13) 21:43-22:02	Ramon	Ramon: Eles acharam um ano passado. Professora: Eles acharam ano passado qual? Ramon: Ah/ tipo/ tipo um homem/ eu acho que foi ano passado/ eles acharam lá no/ ((inaudível)) P: Ah é? Eu não vi não. Ramon: Eles acharam/ estava congelado de cabeça pra baixo deitado na neve.	Produção: considerando diferentes fontes de dados	Fósseis	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre tipos de fósseis))
(14) 23:06-23:43	Ramon	Ramon: Aí são fósseis de mentira. Professora: Mas será que tem como lá um vestígio/ um osso. Ramon: Eles falam que foi ((inaudível)) Professora: O que? Ramon: Eles falam que foi uma argila, sei lá. Professora: Argila/ mas como assim? Ramon: Argila não pode dizer/ entendeu/ Alguma coisa assim/ eles disseram que	Avaliação: contrapõe o idéias	Fósseis ((Fixistas pensam que os fósseis são forjados))	Contestação ((professora explicava que os fósseis são evidências contrárias ao fixismo))

		aquilo ali não é de verdade, entendeu?			
(16) 23:44-25:48	Alan	Alan: Não, mas na/ google, lá na internet/ eles botaram tipo uma página/ que o ser humano no futuro é/ em 200 anos é/ ele vai ter uma cabeça maior e não vai/ não vai é/ na placa dentária/ não vai existir dentes é/ porque/ de tão evoluída que vai estar a espécie. A comida/ não vai precisar você mastigar. Vai te todo/ beber/ vai beber os os nutrientes é/ vitaminas/ sei lá/ aí.	Produção: considerando diferentes fontes de dados	Tendências evolutivas	Extrapolção ((aluno e professora discutiam sobre veracidade dos registros fósseis))

Aula 4 (16/10/06) Turma B – sem episódios de conteúdo iniciados por alunos (tempo total = 12 minutos e 33 segundos).

Aula 5- Turma B (18/10/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(5) 12:04-12:48	Júlia	Júlia: Esse é/uso e desuso de Lamarck/ tem um pouco a ver com aquele negócio do passarinho que/ tem lá no exercício que/ tem lá/ no	Produção: usando conceitos para interpretar dados	Relação lei do uso e desuso com tentilhões de Galápagos	Continuidade ((a professora estava corrigindo exercício sobre lei do uso e desuso))

		questionário que vocês nos deram?			
(7) 19:05-19:21	Júlia	Júlia: Uma colega da minha mãe ela tem. Deu câncer de pele ((inaudível)). Só que ela tem dois filhos que não tem nada neles, normal.	Produção: considerando diferentes fontes de dados	Mutação ((Câncer de pele))	Continuidade ((professora discutia sobre o efeito do ambiente nos seres vivos))
(11) 22:36-23:08	Cláudia	Cláudia: Professora. Professora: Vocês estavam falando sobre o conteúdo? Cláudia: É. Professora: Então vamos perguntar. Cláudia: Não é que você falou aí e eu comentei será que é só teria um ser e depois desse ser é que foi ((inaudível)).	Produção: checando o entendimento	Ancestralidade comum	Continuidade (professora falava em ancestralidade comum)
(18) 44:49-44:59	Ramon	Ramon: Talvez eles não precisassem de se esconder se esconder do predador. Talvez poderia ser o predador que poderia se ocultar para pegar a presa. P: Ah, também.	Produção: elaborando hipótese	Relação predador e presa	Continuidade ((a professora apresentava um exemplo fictício de seleção natural com uma população apresentando indivíduos de cores diferentes em um ambiente. Parte dos indivíduos eram da mesma cor do ambiente, se camuflando))
(20) 46:13-47:28	Cláudia	Cláudia: Chega a ((inaudível))	Produção: problematiz	Relação seleção natural	Extrapolção ((professora

		a extinção. Professora: Oi? Cláudia: Pode chegar a haver uma extinção? Professora: Mas aqui extinção.	zando	e extinção	discutia o exemplo de seleção natural em que os indivíduos que se camuflavam eram favorecidos com relação as que se destacavam no ambiente))
--	--	--	-------	------------	--

Aula 6- Turma B (23/10/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(5) 06:22-06:39	Júlia	Júlia: Aqui na dois é, eu coloquei. Aqui na dois eu tentei justificar mas é porque o cromossomo X apresenta só no homem.	Produção: checando o entendimento	Genética de abelhas.	Extrapolação ((a professora ia começar a discutir exercícios do livro e estava reclamando porque os alunos não levavam os livros para a classe))
(11) 22:51-27:30	Júlia	Júlia: Aqui, deixa eu te perguntar. Aí ((inaudível)) na questão ali é autossômico porque você consegue definir todo o genótipo?	Produção: checando o entendimento	Tipos de herança	Continuidade ((a professora tinha colocado a questão no quadro para discutir com os alunos))
(12) 27:31-28:31	Júlia	Júlia: Você está explicando o que? Sobre o daltonismo/ ligada ao sexo? Ou/	Produção: lidando com situação anômala ou problemática	Tipos de herança	Continuidade ((a professora estava discutindo exercício sobre o tipo de herança do daltonismo))

Aula 7- Turma B (30/10/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(3) 08:37-	Ivete	Ivete: Ô	Produção:	Cromossomos	Continuidade ((a

09:09		professora, mas mesmo sendo vamos supor, mesmo sendo uma mulher vai ter um um cromossomo sexual?((questiona sobre a quantidade de cromossomos sexuais no gameta feminino))	problematizando	sexuais em gametas	professora estava corrigindo uma questão da prova sobre este tema))
(7) 16:05-16:42	Igor	Igor: Ô professora, mas, por exemplo, se ela tem um X, ela não pode mandar o X pra cruzar o óvulo com o espermatozóide não?	Produção: problematizando	Síndrome de Turner	Continuidade ((a professora falando que uma mulher com síndrome de Turner é infértil))
(8) 16:43-17:25	Ivete	Ivete: Professora, ((inaudível)) mas até a voz dela não ((inaudível))	Produção: problematizando	Síndrome de turner	Continuidade ((a turma estava discutindo sobre características de uma mulher com síndrome de Turner))
(14) 26:11-26:26	Vander	Vander: Ô professora, pelos fósseis tem como ver como que ele se alimentava também.	Produção: problematizando	Fósseis	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre características que podem ser verificadas no estudo de fósseis))

Aula 8- Turma B (06/11/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(15) 31:44-32:46	Igor	Igor: Não /mas se faltar ((uma base nitrogenada))	Avaliação: contrapondo idéias	Mutação e variabilidade genética	Contestação ((a professora estava discutindo que a mutação aumenta

		também diminui ((o conjunto gênico da população)).			o conjunto gênico de uma população))
(17) 33:53-35:36	Cláudia	Cláudia: Mas ela ((mutação somática)) não/ Professora: Ha? Cláudia: Ela não ta no DNA/ digamos que ela não ta no DNA? É na base/ Aí ela não/ ela não vai ser passada?	Produção: checando o entendimento.	mutação	Continuidade ((a professora estava explicando o que são mutações somáticas))
(19) 36:22-37:32	Cláudia	Cláudia: Então é é/ por exemplo essas mutações acontecem/ tipo com um/ uma pessoa pode nascer como? Assim, diferente?	Produção/ problematizando	mutação	Extrapolação ((a professora estava falando que as mutações acontecem ao acaso))

Aula 9- Turma B (08/11/06) episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo	Ajuste requerido
(4) 07:42-08:24	Cláudia	Cláudia: Como é que eles olham assim/ teste de paternidade/ coisa assim. Eles fazem através do DNA não é?	Produção: Problematizando	Teste de paternidade	Extrapolação ((a professora estava falando em genes e proteínas))
(5) 08:25-08:56	Yuri	Yuri: No caso dos gêmeos é/o DNA dele ele é mais parecido?	Produção: problematizando	DNA de gêmeos	Extrapolação ((A professora estava explicando como se faz o teste de paternidade))
(6) 08:57-09:10	Igor	Igor: Os gêmeos que você fala/ não são idênticos/	Produção: checando o entendimento	Gêmeos idênticos	Continuidade ((professora estava explicando como se formam

		são dois óvulos?			gêmeos idênticos))
(11) 17:43-18:29	Ramon	<p>Ramon: Professora/ professora/ você falou entrada e saída/ mas saída não vai alterar os genes não.</p> <p>Professora: Não entendi.</p> <p>Ramon: A senhora falou a entrada e saída de integrantes/ mas se sair não vai alterar os genes não.</p> <p>Professora: Se sair?</p> <p>Ramon: Os integrantes daquela população. Não vai alterar os genes não. Os genes da população vão continuar os mesmos.</p>	Avaliação: contrapondo idéias	migração	Contestação ((a professora estava afirmando que a migração altera o conjunto gênico de uma população))
(16) 24:43-25:10	Igor	<p>Igor: Professora é/ a AIDS ela ela sofre mutação?</p> <p>Professora: A AIDS/</p> <p>Igor: Porque ela/ ela é muito incomum.</p> <p>Professora: O vírus.</p> <p>Igor: É o vírus da AIDS.</p>	Comunicação: apresentando idéias próprias	Mutações no vírus da AIDS.	Extrapolação ((a professora estava discutindo especiação))
(17) 25:11-25:29	Ramon	Ramon: Existe uma/ existem mulheres na África que não desenvolvem a/ o vírus da	Produção: considerando diferentes fontes de dados	Resistência ao vírus da AIDS	Extrapolação ((a professora estava explicando que a sequência de RNA do vírus da AIDS muda))

		AIDS.			
(18) 25:30-26:11	Cláudia	Cláudia: Eu vi uma reportagem de que tinham feito uma vacina contra a AIDS. Aí iria custar assim/ por enquanto muito caro/ setecentos e cinquenta reais, mil reais, por aí.	Comunicação: apresentação de idéias próprias	Vacina contra AIDS	Extrapolação ((a professora estava falando em estudos realizados com mulheres africanas residentes ao vírus da AIDS))
(19) 26:12-26:46	Igor	Igor: O vírus ta sempre mudando. E essas mulheres com o vírus?	Produção: problematizando	Resistência ao vírus da AIDS	Extrapolação ((Cláudia estava explicando sobre os estudos de vacinas para a AIDS))
(21) 29:33-30:23	Ramon	Ramon: Professora uma vez eu vi uma reportagem/ Eles colocaram um leão e um leopardo. Eles cruzaram e reproduziram filhotes. Mesmo sendo espécies diferentes dá?	Avaliação/ avaliando a consistência dos dados	especiação	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre mecanismos de especiação))

Apêndice 6 - Mapas de episódios das questões dos alunos da turma C nas aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

Aula 3- TurmaC (26/09/07) (Episódio) / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(6) 11:57- 12:44	Brita	Brita: Eu vi no jornal ((inaudível)) que a baleia ((inaudível)) do golfinho não é. Que a própria nadadeira parece assim uma mão. Aí ele falou que provavelmente vieram da da terra. A baleia. Ela não tem origem no mar.	Produção: Considerando diferentes fontes de dados	Ancestrais da baleia	Extrapolção ((a turma estava discutindo se anatomia comparada cai no vestibular))
(10) 21:45- 22:17	Keira	Keira: Não só na época. Eles é/ Não/ mudando um pouco de assunto/ não é/ seria aquela época em que eles achavam que é/ talvez há um ano/ dois anos/ que eles começaram a ver aquela teoria de/ eu acho que é design divino/ uma coisa assim. P: Design inteligente. Keira: Design inteligente. Isso.	Avaliação: Complementando idéias	Design inteligente	Continuidade ((a professora discutia sobre o desafio das estruturas vestigiais na época do predomínio do fixismo))
(13) 26:22- 27:42	Keira	Keira: Professora/ então a geração espontânea não/ não tem nada a ver com evolução. A geração espontânea seria o animal ou vegetal/ o ser vivo de qualquer tipo que seja/ nascer como ele é. É isso?	Produção/ Checando o entendimento.	Relação geração espontânea e evolução	Continuidade ((a professora discutia as teorias de Lamarck))
(17) 34:51-	Brita	Brita: Mas aí cai no/ naquele negócio de	Avaliação: contrapond	Preformismo	Extrapolção ((professora

35:15		o espermatozóide já ter um negócio formado.	o idéias		discutia teoria de Lamarck sobre a transmissão ao filhos de características comuns aos dois pais))
(18) 35:16-36:33	Keira	Keira: Ô Professora/ e o Lamarck ele fez experiências ou coisa assim ou ele/ como é que ele/ ele só observa?	Avaliação: Avaliando a consistência dos dados	Lamarck	Extrapolação ((professora discutia sobre teoria do preformismo))
(22) 37:59-40:31	Keira	Keira: Mas pera ai/ eu ouvi falar que parece que o Darwin era um pouco mais completo/ publicou um pouco antes.	Avaliação: contrapondo idéias	Darwin e Wallace	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre a publicação dos trabalhos de Darwin e Wallace))
(23) 40:32-41:17	Keira	Keira: Ô Professora/ o Darwin já tinha alguma formação quando ele fez essa viagem?	Produção: Problematizando	Darwin	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre Darwin))
(26) 53:56-55:24	Vanessa	Vanessa: Professora/ mas se essa característica for herdada/ a competição será maior, não será? Professora: Como assim? Vanessa: Porque o/ se a população tem uma característica e se houver uma introdução/ e se todos os indivíduos tiverem essa característica a competição vai ser maior entre eles.	Avaliação: Usando dados para avaliar teorias	Seleção natural	Extrapolação ((a professora estava explicando o mecanismo de seleção natural))
(28) 56:35-01:01:02	Fernando	Fernando: A evolução né/ do das espécies/ ela é uma coisa que está	Produção: Problematizando	Evolução	Extrapolação ((a professora estava sintetizando a

		sempre/ que sempre tende a acontecer ou por exemplo/ porque o meio mudou de milhões de anos para cá. Então você tem espécies ainda que tem características de milhões de anos atrás e não mudaram. Como no caso de uma aranha primitiva de milhões de anos atrás. Ai é que eu estava pensando/ não sei se/ tem sempre uma tendência de/ o meio mudou/ mudou as espécies.			teoria da seleção natural))
(30) 01:02:18- 01:17:20	Vanessa	Vanessa: É/ eu não sei como explicar na visão darwiniana a diferença dos peixes é cegos do fundo do oceano. Eu não consigo sabe? É muito complexo, você pode me ajudar?	Produção : Lidando com situação anômala ou problemática	Explicação darwinista para peixes cegos do fundo dos oceanos.	Extrapolção (a professora falava sobre a atual aceitação das idéias básicas de Darwin))

Aula 4.- Turma C (02/10/07): Sem iniciação de estudantes.

Aula 5- TurmaC (03/10/07) (Episódio) / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(6) 48:41- 49:17	Fernando	Fernando: É possível fazer uma/ é eu estava pensando em termos de raça humana. É/ na época do nazismo se	Produção: Problematizando	Formação de raças	Extrapolção ((a professora estava discutindo sobre variabilidade nos feijões))

		<p>tentava fazer a espécie pura. É, eu estava pensando/ se você cruzar gerações de pais e filhos/ e aí você vai cruzando é/ é lógico que as vezes tem uma doença genética/ mas se não tiver nada você consegue uma uma raça que todos seriam iguais?</p>			
(7) 49:18-51:31	Joana	<p>Joana: Não sei/ mas eu acho que. P: Oi? Joana: Eu acho que não é o caso aí. P: É a endogamia é esse casamento na família. Joana: Você tem uma vagem com três/ brancos e um vermelho. Não é separado não. P: E aí/ como foi? Como é que é? Joana: Eu acho/ não sei. Acontece que eu não sei não. Porque se pensar/ tem uma vagem. Ela da dez</p>	Avaliação : criticando outras declarações	Variabilidade de dos feijões	Contestação ((a professora estava retomando a discussão sobre variabilidade dos feijões))

		diferentes. Se uma der vermelha e nove derem brancas não tem que parar para juntar.			
(9) 52:54-53:14	Keira	Keira: Translocação e crossing over é a mesma coisa?	Produção: checando o entendimento	Translocação e crossing over	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre processos que aumentam a variabilidade genética))
(13) 01:06:11-01:08:43	Joana	Joana: Professora/ formação de raças é a mesma coisa de formação de espécies?	Produção: Problematizando	Formação de raças e espécies	Extrapolação ((a professora tinha acabado de fazer a chamada))
(14) 01:08:44-01:10:01	Joana	Joana: Ta/ mas se você pensar em o homem agindo também/ mas não o cachorro/ porque eles conseguem reproduzir/ mas tipo assim se ele/ se o cachorro não conseguir se reproduzir no final. Professora: Joana eu não entendi nada. Fala mais devagar Joana: Ta/ mas por exemplo o cachorro. Ele consegue/ ele consegue se	Produção: Problematizando	Formação de espécies pelo homem	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre especiação e formação de raças))

		reproduzir e gerar diferenças. Mas seria/ seria alguma coisa que o homem fez/ artificial/ só que ele não consegue reproduzir. No final ele pode falar que é uma espécie?			
(15) 01:10:02- 01:10:56	Fernando	Fernando: Então a a por exemplo/ a mu/ a mula/ né/ o cruzamento do cavalo com o burro/ ela é uma nova espécie.	Avaliação: usando dados para avaliar teorias.	Especiação	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre especiação))
(16) 01:10:57- 01:12:03	Fernando	Fernando: Eu tava vendo no/ uma espécie de uma pantera/ uma pantera negra africana que na verdade ela é. Na verdade ela é/ ela é uma variação do guepardo/ não é? Do guepardo preto. E só sobrevive numa região do Quênia que a cor não é tão importante para/ E aí se encontra muito. E se	Produção: considerando diferentes fontes de dados	Especiação por isolamento geográfico	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre especiação))

		ela se isolar e/ pode ser que dê uma nova espécie.			
(17) 01:12:04- 01:12:54	Fernando	Fernando: A quantidade de cromossomos também é muito importante não é?	Produção: checando o entendimento	cromosso mos	Continuidade ((a professora estava falando em isolamento reprodutivo))

Aula 6- TurmaC (09/10/07) (Episódio) / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmi ca	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(4) 10:22-11:34	Keira	Keira: Ô Professora/ o amadureciment o da semente tem alguma importância para o embrião ou não?	Produçã: Problema tizando	Fisiologia do milho	Continuidade ((a professora estava explicando o ciclo de vida do milho))
(6) 14:12-19:07	Keira	Keira: Ô Professora/ aquele milho que você falou que o/ cada sementinha é embrulhada. Cada sementinha tem uma florzinha própria ou/	Produção : problema tizando	Anatomia do milho	Continuidade ((professora estava discutindo sobre características do milho))
(7) 19:08-20:52	Roberto	Roberto: É que/ no milho qual a estrutura que produz o pólen?	Produção : problema tizando	Anatomia do milho	Continuidade ((professora estava discutindo sobre características do milho))

**Aula 7 (10/10/07) Turma C – Sem episódios de conteúdo iniciados por alunos.
(tempo total =1hora, 29 minutos e 20segundos).**

Aula 8- TurmaC (16/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(8) 21:24-22:00	Fernando	Fernando: O que é que é o PTC?	Produção : problematizando	Definição de PTC	Continuidade ((professora já tinha discutido a questão que tratava do PTC)).
(12) 39:16-39:44	Keira	Keira: Não existe nenhuma triploide não/ existe?	Produção : checando o entendimento	população triploide	Continuidade ((a professora tinha questionado sobre o caso de a população apresentada no exercício ser triploide))
(13) 39:45-41:45	Maria	Maria: Professora, to ((inaudível)) sobre uma coisa/ é que em cima/ aquele 1 sobre 100 é um a cada 100 pessoas.	Produção /checando o entendimento	Representação dos dados do exercício	Extrapolação ((alunos e professora estavam discutindo um exemplo de população triploide))
(14) 42:26-43:07	Pedro	Pedro: Professora. Então quer dizer que a “a” não está em equilíbrio.	Produção : checando o entendimento	Equilíbrio populacional	Continuidade ((a professora tinha acabado de corrigir uma questão sobre verificação de se uma população estava em equilíbrio))
(15) 43:08-43:27	Keira	Keira: Professora/ mas quando tipo/ se você não quiser saber qual que é a frequência gênica. Da para fazer só pela fórmula.	Produção : problematizando	Cálculo de frequência gênica	Continuidade ((professora estava discutindo frequências gênicas de populações))
(16) 43:28-44:44	Fernando	Fernando: Professora/ a	Produção : :	Equilíbrio populacional	Continuidade ((professora

		1 está em equilíbrio?	checando o entendimento	nal	estava discutindo sobre o cálculo de frequências gênicas))
(17) 44:45-45:44	Pedro	Pedro: O que é estar em equilíbrio?	Produção : Problematizando	Equilíbrio populacional	Continuidade ((a professora estava discutindo frequências gênicas de populações))

Aula 9- TurmaC (17/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(7) 46:49-48:02	Lúcio	<p>Lúcio: Professora/ isso aqui eu não entendi. Professora: Oi.</p> <p>Lúcio: Fala que/ depois de falar do PTC na página 75.</p> <p>Professora: Setenta e cinco.</p> <p>Lúcio: Isso. ((lê o trecho)) “A mutação para essa insensibilidade e está inserida em um trecho excessivamente curto do DNA ancestral, de apenas 30 mil pares de bases em alguns portadores, o que revela que a mutação é muito antiga”. Por que? Qual a relação disso</p>	Produção: lidando com situação anômala ou problemáticas	mutação	Extrapolação ((a professora estava discutindo a ligação da genética com a antropologia))

		aí?			
(8) 47:35-48:02	Maria	<p>Maria: Professora/ do texto de lá/ eu quero saber como é que eles fazem para identificar no caso da ((inaudível)).</p> <p>P: Como é que o que?</p> <p>Maria: Fazem para identificar tipo ((inaudível)).</p> <p>Lúcio: É ((inaudível)).</p> <p>Pedro : Como é que é?</p> <p>Maria: Porque ele fala assim/ que as mutações fundadoras ajudam a descobrir a história da humanidade.</p>	Produção: Problematizando	Mutações fundadoras e história da humanidade	Extrapolação ((professora e alunos estavam discutindo sobre a verificação do tempo de existência de uma mutação))
(9) 48:03-48:54	Lúcio	<p>Lúcio: Só mais uma coisa aí.</p> <p>P: Ham.</p> <p>Lúcio: E aquela doença/ parecia que ela ela tem alguma coisa a ver com o ferro.</p> <p>Hematocromatose.</p>	Produção: Problematizando	Definição de hemocromatose	Extrapolação ((alunos discutiam sobre como as mutações fundadoras ajudam a descobrir a história da humanidade))
(10) 48:55-49:55	Maria	<p>Maria: Mas aqui eles estão falando de só pessoas que tem uma</p>	Avaliação: usando dados para avaliar teorias	Heterozigose para mutações fundadoras	Extrapolação ((professora e alunos estava definindo hematomacros

		cópia do gen. Professora: É/ isso. Maria: Vamos supor/ sempre que a pessoa/ vamos dizer/ a mutação fundadora em geral/ elas são recessivas. Essa pessoa tem só uma cópia daquele gene e isso pode ser uma vantagem evolutiva.			e))
(12) 50:33- 50:49	Pedro	Pedro: E normalmente as mutações são corrigidas não é?	Produção: checando o entendimen to	mutações	Continuidade ((a professora estava definido mutações fundadoras))
(14) 55:20- 57:02	Maria	Maria: Professora/ mas olha só. As mutações elas criam um gen novo ou aquele gen que é de um jeito muda para outro? Pois é porque/ por que é que existe um número de gens diferentes de outras espécies?	Produção: problematiz ando	mutações	Continuidade ((a professora estava relacionando mutação e variabilidade genética))

Aula 10- TurmaC (23/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(6) 11:01-14:15	Keira	Keira: O/ Professora.	Comunicaç ão:	Diversidad e de	Continuidade ((a professora

		<p>Professora: Só para vocês terem idéia de/ Pedro: Quantas mil espécies? P: 30.000 espécies. Keira: Eu já ouvi falar que a maior ((inaúdivel)) de diversidade de biodiversidad e não é? É a dos insetos. Setenta por cen/ eu ouvi assim/ 70% das espécies. Eu até achei um pouco estranho.</p>	apresentand o idéias próprias	insetos	discutia sobre a variedade de insetos existentes))
(9) 20:53-21:47	Pedro	<p>Pedro: P/ não sei se foi aquí na sala de aula ou no fantástico que eu ouvi que/ a possibilidade do homo sapiens ter vivido junto com o homo de neandherthal.</p>	Produção: consideran do diferentes fontes de dados.	Evolução humana	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre as espécies do gênero homo))
(10) 21:48-22:16	Thiago	<p>Thiago: Onde é que está a diferença/ tipo assim/ entre os dois/ psicológica?</p>	Produção: Problematisando	Evolução humana	Continuidade ((a professora discutia sobre a possibilidade de o homo sapiens e o homem de neandherthal terem convivido))
(12) 23:51-27:39	Pedro	<p>Pedro: Professora/</p>	Produção : checando o	mitocôndrias	Extrapolação ((a professora

		me diz uma coisa. Sobre as mitocôndrias. P: Ham. Pedro: A herança da mitocôndria é da mãe?	entendimento		estava discutindo sobre o tempo de surgimento da espécie humana))
(13) 27:40-28:45	Keira	Keira; Ô Professora! P: Oi? Keira: Num mesmo/ num mesmo individuo tipo/ todas as mitocôndrias são iguais no corpo inteiro ou tipo/ a do/ a que fica no cérebro é diferente?	Produção : Problematizando	mitocôndrias	Extrapolação ((a professora discutia sobre dados genéticos usados para ter informações sobre a origem humana))
(14) 28:46-29:12	Vanessa	Vanessa: Professora. P: Oi Vanessa: Se as mitocôndrias dos espermatozoides entrassem no óvulo aí/ P: Oi? Vanessa: Se as mitocôndrias dos espermatozoides entrassem no óvulo/ aí tipo seria meio a meio a quantidade de mitocôndrias no óvulo?	Produção: problematizando	mitocôndrias	Continuidade ((a professora explicava que as mitocôndrias são provenientes da mãe))
(16) 32:22-35:08	Keira	Keira: Ô Professora/ eu eu vou fazer	Produção : Articulando conhecimento	Interpretação de gráfico	Extrapolação ((a professora estava

		<p>outra questão. Tem um lugar que tem um pico ali de de é umas espécies né e tem outras que são menos tem menos que tipos de espécies. Isso tem a ver com a homogeneidade da Terra assim/ tipo,/ a Terra,/ sei lá quando tem muitas espécies a Terra sei lá/ tem lugares que é muito frio/ lugar que é muito quente/ lugar que é muito seco/ sei lá.</p>	<p>nto observacio nal e conceitual</p>		<p>discutindo sobre os processos de extinção e adaptação))</p>
(18) 35:49-38:45	Roberto	<p>Roberto: Ô Professora/ o oxigênio liberado pela fotossíntese não é compensado pela respiração dos seres vivos?</p>	<p>Produção : problematizando</p>	<p>Ciclo do oxigênio</p>	<p>Continuidade ((a professora estava discutindo o gráfico de variação na quantidade de oxigênio na Terra))</p>
(19) 38:46-39:30	Keira	<p>Keira: Professora/ esse gráfico é de que ano? Professora: Como assim? Keira: De que ano é esse gráfico? Professora: Ah, eu tirei do</p>	<p>Produção: Articulando conhecimento observacio nal e conceitual</p>	<p>Intepretação de gráfico</p>	<p>Continuidade ((a professora estava discutindo o gráfico de variação na quantidade de oxigênio na Terra))</p>

		<p>livro/ por que?</p> <p>Keira: Não/ por nada é porque é cem anos atrás aquela/ Professora: (volta a explicar a escala de tempo do gráfico)).</p> <p>Keira: Ah cem/ ah ta/ cem milhões.</p>			
(20) 39:31-39:42	Roberto	<p>Roberto: Professora/ aquilo ali está indicando por oxiredução das pedras?</p>	<p>Produção: Articulando conhecimento observacional e conceitual</p>	<p>interpretação de gráfico</p>	<p>Continuidade ((a professora estava discutindo o gráfico de variação na quantidade de oxigênio na Terra))</p>
(21) 39:43-40:18	Pedro	<p>Pedro: Então professora/ ali ó/ antes dos primeiros bactérias fotossintéticas</p> <p>Professora: aqui?</p> <p>Pedro: É. Antes disso já tem uma ascendência ali do oxigênio não é?</p>	<p>Produção: checando o entendimento</p>	<p>Interpretação de gráfico</p>	<p>Continuidade ((a professora estava discutindo o gráfico de variação na quantidade de oxigênio na Terra))</p>

Aula 11- Turma C (24/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(5) 17:55-19:03	Vanessa	<p>Vanessa: Mas a gente pode relacionar assim igual/ os grupos que ficaram</p>	<p>Produção: Problematizando</p>	<p>Relação dos seres vivos por nível de complexidade</p>	<p>Extrapolação ((a professora discutia sobre</p>

		hoje/ através da complexidade dos seres? Porque tipo/ na última ((inaudível)) de lá os seres são mais complexos que os/		ade	ornitorrinco e equidna))
(6) 19:04-21:58	Keira	Keira: Professora/ tem alguma escala de complexidade alguma coisa assim/ ou não? Professora: Como assim? Keira: Não sei/ se você pegar/ porque aqui a gente está falando/ tal e tal é mais complexo que o outro. Tem como ordenar os animais por/ esse é mais complexo que esse.	Produção: Problematizando	Escala de complexidade dos seres vivos	Continuidade ((a professora tinha acabado de discutir uma questão sobre complexidade e dos seres vivos))
(9) 25:14-27:45	Keira	Keira: Professora/ a preguiça é um bicho bravo ou não? Ou ela é mansa?	Produção: problematizando	preguiça	Continuidade ((a professora tinha citado a preguiça ao falar em mamíferos e em extinção de mamíferos))
(13) 38:48-39:28	Joana	Joana: Professora/ é porque sempre que há o isolamento reprodutivo forma uma nova espécie? Mas por exemplo se ficou é/ vamos dizer o isolamento	Produção: utilizando conceitos para interpretar dados	Especiação por isolamento reprodutivo	Continuidade ((a professora estava discutindo o conceito de espécie))

		geográfico/ aí chegou só que aí começaram a ter isolamento reprodutivo só que depois é ao tentar cruzar a primeira geração é dá origem a uma nova geração/ mas ela é ela não é fértil. A gente pode falar que teve isolamento reprodutivo ou não?			
(14) 39:28-42:17	Keira	Keira: Ô Professora/ mas uma descendência são quantas gerações?	Produção : problematizando	Isolamento reprodutivo	Continuidade ((a professora estava explicando que quando há o cruzamento, mas a prole é infértil pode estar ocorrendo isolamento reprodutivo))
(16) 43:36-45:49	Roberto	Roberto: Então as mutações tem que ocorrer nas células sexuais.	Avaliação: complementando idéias	mutações	Continuidade ((professora discutia sobre fatores que interferem na variabilidade genética das populações))
(17) 45:50-47:25	Roberto	Roberto: Professora/ pode ocorrer mutação no desenvolvimento do zigoto?	Produção : problematizando	mutações	Continuidade (a professora discutia sobre mutações em células somáticas e germinativas).
(18) 51:44-	Brita	Brita: Mutação/	Comunicação	mutação	Continuidade

52:10		<p>eu li uma vez num jornal/ um cara nasceu com todos os órgãos invertidos. É o coração é no lado direito/ porque tem era de conhecimento de ter algum órgão invertido/ mas todos ainda não. Então tem um nome/eu não lembro.</p> <p>Professora: Agora não deve ser mutação isso. Deve ser alguma coisa durante o desenvolvimento .Brita: Não/ mas eu acho que é/ um negócio diferente.</p>	<p>ão: apresentan do idéias próprias</p>		<p>((a professora estava discutindo mutações que podem causar problemas))</p>
(20) 54:23-01:00:47	Joana	<p>Joana: Professora/ é que eu não lembro muito bem/ mas que em planta/ não tem uma um negócio que acontece que se a célula reprodutiva tiver $3n$ aí a $2n$ não consegue mais fecundar?</p> <p>P: Ha? Ha ta./ Como é que é? Fala de novo.</p> <p>Joana: É que eu não lembro muito bem. É que na célula/ vai vai reproduzir a planta aí tem uma célula que tem $3n$, aí a $2n$</p>	Produção : problemati zando	Isolament o reprodutiv o	Extrapolação ((a professora estava discutindo isolamento geográfico))

		de outra/ que é da mesma espécie dela/ não consegue mais fecundar. Como é que acontece mesmo?			
(25) 01:07:38-01:08:07	Keira	Keira: Ô Professora/ esse isolamento eles só se aplicam a organismos que tenham reprodução sexuada não é?	Produção: checando o entendimento	Isolamento pré e pós zigóticos e reprodução sexuada	Continuidade (a professora estava explicando os isolamentos reprodutivos pré e pós zigóticos).
(27) 01:10:10-01:10:48	Joana	Joana: Professora/ só a título de curiosidade. Como é que você contava elas? Você matava e pesava?	Produção: elaborando hipótese	Experimentos com drosófilas	Continuidade ((a professora estava falando suas observações em estudos com drosófilas))

Aula 12- TurmaC (30/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(2) 05:40-06:12	Keira	Keira: Ô Professora/ o que é que é irradiação adaptativa?	Produção: lidando com situação anômala ou problemática	Irradiação adaptativa	Continuidade ((a professora tinha passado um exercício com esse tema))
(5) 28:40-29:35	Maria	Maria: A conchinha também veio da do lugar que esses grupos existiam? Professora: Oi? Maria: A conchinha. Professora: A	Produção : Checando o entendimento	Conchas e calcário	Continuidade ((professora e alunos discutiam sobre formação de grutas calcárias))

		conchinha. Maria: Veio? Professora: O que é que tem? Maria: Veio dos organismos que produzem fósseis?			
(6) 29:36-30:05	Keira	Keira: O calcário só pode ter origem animal ou tem algum outro jeito de ter calcário?	Produção : problematizando	Origem do calcário	Continuidade ((professora discutia o papel das conchas na formação do calcário))

Aula 13- TurmaC (31/10/07) Episódio / tempo	Ator	Transcrição	Prática epistêmica	Conteúdo temático	Ajuste requerido
(4) 09:11-11:53	Keira	Keira: Até o Aristóteles tinha uma classificação.	Avaliação : Complementando idéias	Sistema de classificação de Aristóteles	Continuidade ((a professora estava discutindo sistemas de classificação))
(8) 21:04-22:48	Joana	Joana: Professora/ sabe quando vai dividindo assim,/ vai representando filo/ classe/ ordem?	Produção: articulando conhecimento observacional e conceitual	Interpretação de gráfico	Continuidade ((a professora estava discutindo uma árvore evolutiva))
(9) 22:49-23:09	Pedro	Pedro: Professora. Professora: Oi. Pedro: A gente pode falar que isso aí é a irradiação adaptativa?	Produção: checando o entendimento	Irradiação adaptativa	Continuidade ((a professora estava discutindo sobre a evolução do homem))
(10) 23:10-	Keira	Keira: Ô	Produção :	Evolução	Continuidade

28:21		Professora/ existe alguma outra espécie/ algum outro gênero/ que só tem uma espécie?	problematiz ando	humana	((a professora estava discutindo sobre a evolução do homem))
(12) 30:29- 31:20	Keira	Keira: O que é que é mono/ P: Então/ quem são os monotrematas	Produção: lidando com situação anômala ou problemática	monotrem atas	Continuidade ((a professora estava mostrando as diferenças dos grupos dos monotrematas e marsupiais))
(15) 34:09- 35:08	Keira	Keira: Ô Professora/ só mais uma coisa em relação à baleia e a vaca. Professora: Te surpreendeu/ não é? Keira: É/ mas agora é questão do do esquema mesmo. Professora: Ham. Keira: Por que é que a vaca está na direita e a baleia está na esquerda? Tem alguma relação? Está dando alguma informação?	Produção : Problematiz ando	Interpretaç ão de gráfico	Extrapolação ((a professora estava discutindo árvore filogenética com base em diferença nas informações genéticas ds primatas))
(16) 35:09- 36:33	Vanessa	Vanessa: Professora/ é o seguinte você volta/ P: A última aquí? Vanessa: Ai Professora/é ((inaudível))	Comunicaç ão: apresentand o idéias próprias	Divisão dos primatas	Continuidade ((a professora estava discutindo a representação do gráfico))

		<p>que os de ordem antropoidea. P: De ordem/ Vanessa: Ah/ a os que estão lá em cima. P: Ai. Vanessa: Sim Professora/ a ntropoídea. Ela é representada pelos primatas que não tem rabo. Só que para mim começaria no no/</p>			
(16) 36:34-39:01	Pedro	<p>P: Bom/ Pedro: Professora/ qual que é a utilidade de um rabo?</p>	<p>Produção: problematizando</p>	<p>Função do rabo</p>	<p>Continuidade ((professora e alunos discutiam a divisão dos primatas com rabo e sem rabo))</p>
(19) 41:47-46:37	Keira	<p>Keira: Ô Professora/ afinal de contas/ fungo é unicelular ou pluricelular?</p>	<p>Produção: problematizando</p>	<p>fungos</p>	<p>Continuidade ((professora explicava que os ancestrais dos fungos, bactérias e plantas eram unicelulares))</p>

Apêndice 7: Transcrições da questão 1 nas turmas A, B e C

Discussão da questão 1: turma A. Data: 16/11/06.

Turno de fala	Transcrição
1	Pesquisadora: Vocês escolheram qual na seis?
2	Beatriz: Apesar de ter sido meio difícil a gente acabou escolhendo a “b” porque a gente viu ((inaudível)) gente falando assim ah / a gente não pode saber da possibilidade ou impossibilidade. Mas nesse caso assim / é uma estrutura mais bem formada / não é uma coisa qualquer como / por exemplo / um pêlo / coisa assim não é? Não tem uma função tão tão desenvolvida. Uma cabeça de cavalo com um corpo de zebra / são duas coisas independentes / que já fazem parte de um outro sistema. Pra nascerem sem uma lógica assim genética teria que ser muito raro mesmo. Acontece por exemplo / ((inaudível)) um nasce com mais uma perna ou um bichinho lá com uma orelha a mais ou coisa assim / tudo bem.
3	Aluno: ((inaudível))
4	Beatriz: Com mais uma. Com uma perna. ((ri junto com a turma))
5	Aluno: ((inaudível))
6	Beatriz: Ta / todo mundo entendeu vai.
7	Pesquisadora: Gente / então você coloca assim / no caso da questão cinco / na questão das penas então vocês colocaram que teria surgido de qualquer jeito / é isso?
8	Beatriz: Não. Na cinco a gente marcou a “a”. A capacidade de vôo seria imprevisível / logo poderia acontecer como qualquer outro. Mas no caso da seis / o aparecimento de uma coisa assim / independente como a cabeça de um cavalo e o corpo de uma zebra ou um exemplo mais bizarro / cabeça de porco com corpo nosso nosso corpo inteiro / são coisas diferentes.
9	Aluno: Mas aí você está relacionando com o ((inaudível)).
10	Beatriz: Mas o problema é que é que nós vemos fora da ((inaudível)) de que a cabeça da zebra e o corpo do cavalo são estruturalmente semelhantes / mas o próprio texto diz que são duas coisas diferentes. São duas espécies diferentes / não é?
11	Pesquisadora: Ta / então olha só / você coloca assim / seria uma coisa meio impossível

	devido a / por ser uma coisa mais complexa.
12	Beatriz: É a gente ficou com /
13	Pesquisadora: Oi.
14	Salomão: É por ser uma coisa ampla assim ((inaudível)) porque eu entendi que a origem das espécies foi um fato aleatório / uma deriva natural / não é / pensando nas espécies de zebra como cavalo. Por esse fato eu acho que a “b” não esteja certa. Eu não acho que a “b” esteja certa porque ela fala desse modo que há um impedimento para a possibilidade do surgimento dessas estruturas.
15	Beatriz: É / seria limitado.
16	Salomão: Por que há uma impossibilidade do surgimento dessa estrutura?
17	Aluno: De qual estrutura?
18	Salomão: É / aqui fala que ela está relacionada a evolução de uma forma estrutural primária / de uma espécie ou de outra. Claro é que vai ser muito mais fácil a vida ser uma vida lá que ocorreram processos de mutações e que ela foi vai acabar sendo o que ela é hoje em dia. É / mas não há um impedimento que não / pois a qualquer momento ela pode mesmo esse exemplo improvável / é mudar sua forma e pode se ter corpo de zebra e cabeça de cavalo. É uma coisa que é poderia ter sido algo improvável / mas não é impossível.
19	Pesquisadora: Não impossível.
20	Salomão: É. Não há impedimento.
21	Douglas: Eu também acho isso. O seguinte / apesar de ter dado o exemplo da zebra / a pergunta mesmo fala sobre toda e qualquer espécie que não exista. A gente não pode afirmar / então eu / eu meu entendimento foi esse. A letra “a” falava que ou uma espécie / uma espécie não existe hoje / ela não / não existe porque ou ela surgiu em uma certa época e não se adaptou ou porque por acaso não ocorreram combinações plausíveis lá para que aquela espécie existir. Enquanto a “b” fala assim / fala que uma espécie não existe hoje / não existe por alguma coisa / algum impedimento maior assim que não / não tem explicação assim.
22	Pesquisadora: Algum impedimento ((inaudível))
23	Douglas: Por isso eu acho que a resposta é A. ((vários alunos falam ao mesmo tempo))

24	Pesquisadora: E vocês gente? E os outros grupos / o que é que vocês acharam? Só pra a gente fechar aqui. Que é que vocês acharam então que foi a “a” ou a “b” a sexta questão?
25	Aluno: A gente marcou a letra “a”.
26	Pesquisadora: A letra “a”. Vocês também. E vocês?
27	Beatriz: Marcamos “b”. É / mas é igual ela falou / a gente não concorda com isso não / mas é/
28	Pesquisadora: E vocês?
29	Eva: A gente marcou a “a”, mas aceitando mais a “b”. Mas a gente coloca que “a” esteja certa.
30	Daniel: Tem um ainda.
31	Pesquisadora: Uai / mas porque vocês marcaram a “a” sem achar que a “a” estava certa?
32	Eva: Não / a gente falou que / eu / o / o / não concorda completamente com nenhuma das duas. A gente acha que a “b” está errada / entendeu?
33	Douglas: Mas porque vocês acharam que está errada? Porque vocês acham que está errada?
34	Eva: Ó uma das coisas que ele falou lá ela não apareceu ainda. Eu acho assim / que é como se fosse aparecer. A / ah vai que um dia aparece? Mas a gente não acha que do nada / se lá sai ta um ancestral comum / aí vira zebra / aí vira cavalo aí do nada uma zebra com ((inaudível)) / vira sei lá.
35	Aluno: Cabeça de zebra com corpo de cavalo.
36	Eva: Aí não aparece. ((inaudível)). A gente acha que a “b” está muito mais plausível do que a “a”.
37	Pesquisadora: E a “b” vocês também não concordaram muito por quê?
38	Eva: Porque justamente por causa disso que a gente falou. Não tem esse impedimento já pré-programado entendeu? Porque provavelmente todos os seres que a gente pensa hoje se originaram de um mesmo ancestral. Foi evoluindo e foi mudando / mudando / mudando até chegar ao que é hoje. Não teve impedimento de acontecer alguma coisa.

39	Pesquisadora: E vocês gente? o que colocaram? Lá no cantinho.
40	Aluno: A "a". A gente colocou a letra A.
41	Pesquisadora: A "A"? E vocês?
42	Aluno: A "a".
43	Pesquisadora: A "a" também.

Discussão da questão 1: turma B. Data: 29/11/06.

Turno de fala	Transcrição
1	Pesquisadora: Ô pessoal / vamos para outra / vamos para outra. Cláudia lê para a gente aí. Bora Cláudia / lê para a gente!
2	Cláudia: ((lê a questão)) É fato que temos uma diversidade muito grande de seres vivos em nosso planeta. Podemos encontrar desde seres vivos muito simples como as bactérias / até seres vivos bem mais complexos como os animais vertebrados. No entanto / vocês já imaginaram a possibilidade da existência de seres vivos bem diferentes dos que conhecemos? Por exemplo / um animal com o corpo semelhante ao de uma zebra e a cabeça semelhante à de um cavalo. Por que se / é por que / apesar de toda a diversidade de seres no planeta / nós não encontramos determinados tipos de seres vivos? A gente marcou "b".
3	Pesquisadora: Letra "b".
4	Alan: Posso falar as alternativas professora/ para ver qual é a "a". Alternativa "a" ((lê a alternativa)). Porque ao longo do processo evolutivo tais tipos de seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo surgiram / mas não se adaptaram ao ambiente. Essa aí é ((inaudível))
5	Pesquisadora: Você colocou essa?
6	Alan: Pera ai / ó / fala assim / no processo evolutivo / os seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo não surgiram. Os seres vivos podem ser considerados / uma bactéria pode ser considerada um ser vivo?
7	Pesquisadora: Como assim?
8	Alan: Ser vivo. Uma bactéria pode ser considerada um ser vivo?
9	Pesquisadora: É. É um ser vivo.
10	Alan: Então a doença é um ser vivo.
11	Pesquisadora: Não / a doença não é um ser vivo. Tem bactérias que podem causar doenças.
12	Alan: Não porque se / vamos supor/
13	Pesquisadora: A doença não é um ser vivo.
14	Alan: Não /ué / o vírus não é uma doença/ não é um ser vivo.
15	Ramon: O vírus não.

16	Pesquisadora: O vírus / você tem é / tem algumas características de ser vivo e outras não. É um/ é um
17	Aluno: Parasita.
18	Pesquisadora: Organismo digamos assim / organismo não / uma uma
19	Ramon: É classificado como não ser vivo.
20	Pesquisadora: Oi?((vários alunos falam ao mesmo tempo))
21	Ramon: Ele é classificado como não ser vivo.
22	Alan: Então o que é que é que não é considerado um ser vivo então?
23	Pesquisadora: O que é que não é considerado o que?
24	Alan: Um ser vivo.
25	Pesquisadora: A matéria não orgânica.
26	Ramon: Qualquer coisa que menos o vírus.
27	Pesquisadora: É / por exemplo / o que é que não é vivo? O que não é vivo / matéria inanimada / é / os gases atmosféricos / os solos.
28	Alan: Professora / professora / ele consegue matar uma pessoa professora / os vírus / ha ((inaudível))
29	Pesquisadora: Ta / mas assim / vamos voltar / vamos voltar /então eu queria que vocês me dissessem que/ vocês responderam a letra”a” ou a letra “b”? A letra “a” vai falar que / ao longo do processo evolutivo / esses tipos de seres vivos que a gente não conhece / que a gente nunca viu/ por exemplo / sei lá / qualquer /
30	Alan:(inaudível))
31	Pesquisadora: Oi?
32	Alan: Lobisomen / é/
33	Ramon: Mula sem cabeça/ saci pererê. ((vários alunos conversam ao mesmo tempo))
34	Pesquisadora: Enfim / ô gente / diversidade que a gente não conhece / seres vivos / seres vivos que a gente nunca viu / poderiam já ter surgido e serem extintos ou quem sabe um dia / aparecer por aí. Essa é uma das opções.
35	Alan: Ah professora / se quando a gente fala que é um mutante / um negócio anormal / não é considerado um animal de ((inaudível))
36	Professora: Ta / mas se / e a outra assim / porque os seres vivos atuais foram originados a partir de seres vivos ancestrais.
37	Alan: Ta / professora / e um animal com três cabeças/
38	Pesquisadora: Ham.
39	Alan: É o que? Pode ser um ser vivo / mas ele tem três cabeças.
40	Pesquisadora: Podem acontecer mutações que geralmente / muitas vezes / o ser vivo não sobrevive. O animal / por exemplo / ((vários alunos conversam)) Ô gente / eu não estou conseguindo. Ó / vamos discutir juntos / vamos discutir juntos porque se não eu não consigo ouvir o que vocês estão falando.
41	Ramon: Vamos discutir / ô meu Deus / na hora que eu falo demais reclama / na hora que

	eu falo de menos reclama.
42	Pesquisadora: Pera aí / ó / fale demais/ mas fale com a gente ué. Não fala sozinho aí com o colega do lado.
43	Ramon: To perturbado.
44	Alan: Professora.
45	Pesquisadora: Ham.
46	Alan: Fala a resposta que a gente escreve rapidão uai.
47	Pesquisadora: Não ó / o que eu quero saber é o seguinte / Cláudia / o que é que você colocou?
48	Cláudia: A gente colocou a letra “b”.
49	Pesquisadora: Por que?
50	Cláudia: Porque os seres vivos é / assim / a gente colocou aqui porque todos vi / todos vieram de um ancestral comum. Então / a gente possui as mesmas características / mas com genéticas bem diferentes.
51	Pesquisadora: O que seria isso? Explica um pouquinho assim / com as suas palavras/ o que é que você/
52	Alan: O ancestral comun lá dos macacos/
53	Igor: Todas as estruturas físicas serem parecidas / mas as genéticas serem bem diferentes.
54	Pesquisadora: É/ mas se a gente for ver/ a maioria dos seres vivos são formados por/ por DNA/ não é? E o DNA geralmente/ no no geral o que/ é aquela estrutura em dupla hélice/ é aquela estrutura que a professora Sônia explicou para vocês/ os nucleotídios/ lembram disso? Lembram gente?
55	Yuri: Lembro professora.
56	Ramon: Aí professora/
57	Professora: Então.
58	Alan: O professora/ me explica essa história / quem nasceu primeiro a galinha ou o ovo?
59	Pesquisadora: É isso / por que é que você pergunta? Não / eu quero saber daqui/ isso tem a ver com a questão? Eu quero saber se você/ porque se sair viajando demais não vai responder.
60	Alan: É / mas /
61	Aluno: É o processo evolutivo uai.
62	Alan: A galinha nasceu/
63	Pesquisadora: Gente / então ó / deixa o Márcio falar. Ô pessoal/ vamos voltar à questão/ depois a gente discute essas coisas / Vamos lá!
64	Márcio: É a “b”. ((lê a resposta do grupo)) Pois espécies não surgem do acaso. Elas surgem do seu ancestral. A qual sofrem alterações sem perder sua linha. Por exemplo/ num grupo de leões existe o cruzamento entre uma leoa e um leopardo. Nasce um filhote com juba e pintas. ((aluno e turma riem)) Que é isso velho?

65	Pesquisadora: Ta bom / então ó / ((alunos riem)) Vamos lá pessoal / Então olha só / Posso continuar/ Hoje vocês estão/ Gente olha só/ Os dois grupos aqui do lado / colocaram / a letra “b” / certo? E vocês / colocaram que letra?
66	Alan: “b”.
67	Pesquisadora: “b” também. Certo.
68	Alan: Eu coloquei também uma resposta parecida com a/ com a de Márcio.
69	Márcio: Ele colocou a mesma resposta que eu professora.
70	Pesquisadora: Ta / mas enfim / sem / brincadeiras à parte / vamos voltar / vamos voltar para a discussão! Então olha só / eu queria saber o seguinte / então vocês colocaram aí a “b” por que? Porque vocês acham que existe tipo/ pelo que eu entendi dessas duas/ desses dois grupos / alguma estrutura básica que /
71	Ramon: Não pode variar. Porque no caso / não pode igual que ((risos de alunos))
72	Pesquisadora: Ô gente / deixa o colega/
73	Ramon: Mas não pode do cruzamento do leão com o leopardo dar / nascer um bicho de juba e cheio de pintas não é? Aí o que é que acontece / da leoa com o leopardo / aí não pode acontecer isso. A “a” ta falando que pode. Que pode / ou já aconteceu isso. E isso / que essa questão falou é impossível. Porque eles teriam genética totalmente diferente.
74	Pesquisadora: Ta.
75	Ramon: A “a” ta falando que pode.
76	Pesquisadora: Ta. Você está falando de cruzamento não é? E o grupo da Cláudia falou ((inaudível)) comum. Ou seja / tem um ancestral comum / mas o que é que o ancestral comum/((Alan levanta a mão)) Oi!
77	Alan: Na / época da criação da Terra ((vários alunos conversam))
78	Pesquisadora: Ô pessoal / pera aí / deixa eu ouvir um de cada vez.
79	Alan: Na época da formação da Terra tinham / aquelas/ aquelas transformações extremamente / ((alunos fazem brincadeira com Alan))
80	Pesquisadora: Ham.
81	Alan: Olha para lá / a professora ta lá ó.
82	Pesquisadora: Ô gente / deixa / deixa o colega explicar o que ele acha. Vá / na época da formação/
83	Alan: Aí teve é / aquelas coisas de raios / é / dos gases da Terra/ aí o mar se transformou em uma grande sopa de vitaminas / de / não vitaminas / de / de / carboidrato e tal. Então é / o primeiro ser nasceu foi na água. Aí da água ele veio para a terra. Isso ta certo / certo?
84	Pesquisadora: Certo.
85	Alan: Aí eu não sei mais ((inaudível)).
86	Pesquisadora: Ta / então / mais aí eu quero então / que a Cláudia / o grupo da Cláudia fale porque então que / ((a professora entra na sala e fala com a pesquisadora)) Gente então olha só / é / o que é que vocês acharam? Com relação ao ancestral comum.
87	Igor: Ancestral comum?

88	Pesquisadora: Que o que?
89	Igor: Eu não entendi / eu não entendi a sua pergunta.
90	Pesquisadora: Não / você falou assim / tem um ancestral comum e por isso não poderia surgir essas coisas. Como assim essas / essas / esses seres diferentes?
91	Igor: É porque se tem / ancestral comum tem características ((inaudível))
92	Pesquisadora: Tem características o que?
93	Igor: Semelhantes.
94	Pesquisadora: Semelhantes.
95	Igor: Por ter ancestral comum.
96	Pesquisadora: E aí o que? Não poderia ter uma variação /
97	Igor: É / primeiro estruturas / seria é / com variações / e não ham / com variações muito intensas.
98	Pesquisadora: Gente olha só / é / vamos então fechar essa questão. Alguém quer falar mais alguma coisa sobre ella / assim / o que é que achou /
99	Aluna : Não.
100	Pesquisadora: ((apresenta as duas opções de resposta e explica a questão))

Discussão da questão 1: turma C. Data: 14/11/07

Turno de fala	Transcrição
1	Professora: Ô gente. Hoje a pesquisadora termina a coleta de dados dela e é a última aula que ela vai filmar e ela quer então fazer algumas orientações sobre essa última etapa não é / da coleta de dados e então ela vai orientar como vocês vão fazer essa atividade que está programada para hoje / ok?
2	Pesquisadora: Gente então / hoje a gente vai terminar de coletar / quer dizer / a gente vai terminar de fazer aquele questionário que nós começamos na aula passada. Então. Eu distribuí para vocês / ta? Vocês podem olhar as respostas que colocaram / lembrar / ta. E aí a gente vai discutir essa questão e depois que a gente fechar a atividade aí eu vou passar para vocês um pós-teste que é aquele teste que vocês responderam lá no início da unidade de novo. Então aí vocês respondem ele e a gente termina essa parte de / não é / coleta de dados com a turma. Então ó / essa terceira questão aqui é sobre / bom / ela fala o seguinte: ((lê a questão)). É fato que temos uma diversidade muito grande de seres vivos em nosso planeta. Podemos encontrar desde seres vivos unicelulares / como bactérias / até seres vivos pluricelulares / como os animais vertebrados. No entanto / vocês já imaginara a possibilidade da existência de seres vivos bem diferentes do que conhecemos? É / por exemplo / um animal com o corpo semelhante ao de uma zebra e a cabeça semelhante à de um cavalo. Por que será que / apesar de toda a diversidade de seres no planeta / nós não encontramos determinados tipos de seres vivos? Então eu queria saber assim / o que é que vocês colocaram. Que nem a gente fez na aula passada. Como que. Quem começa?
3	Miguel: A gente colocou a “a”. ((lê a questão)) Porque ao longo processo evolutivo tais tipos de seres vivos não apareceram ainda ou até mesmo surgiram em algum momento

	do passado / mas não se adaptaram ao ambiente / não sendo mais encontrados atualmente. A gente justificou que: ((lê a resposta do grupo)) a ausência de algumas espécies é prova que as mesmas nunca chegaram a existir ou não se adaptaram ao ambiente ainda. E a justificativa da “b” a gente falou que: ((lê a alternativa “b”)) podem existir mudanças no organismo dos indivíduos que os tornam diferentes de seus ancestrais. Que a “b” falou que não pode acontecer isso.
4	Pesquisadora: Ta / então vocês acham que existe a possibilidade de surgir espécies como essas / ou mas assim. Então vocês acham que não tem nenhum tipo de restrição / nenhum tipo de limite à / à variabilidade possível de seres vivos. Ah / qualquer tipo de ser vivo poderia aparecer. Seria isso?
5	Miguel: Teria aparecido / mas não poderia se adaptar.
6	Pesquisadora: Ah / ta. Eles poderiam não se adaptar.
7	Miguel: É.
8	Pesquisadora: Mas a possibilidade de surgir é / é existiria.
9	Miguel: Hum hum.
10	Pesquisadora: Ta / e vocês gente? ((pergunta ao grupo 4)). Vocês concordam?
11	Roberto: ((lê a resposta do grupo)) Concordamos que a idéia apresentada. Concordamos com a idéia apresentada uma vez que várias espécies novas podem ter surgido durante o processo evolutivo / espécies essas de formas inimagináveis e que não se adaptaram ao ambiente e foram extintas.
12	Pesquisadora: Vocês também concordaram com a letra “a”.
13	Brita: Sim.
14	Roberto: Porque a gente pensou que o processo evolutivo. O processo evolutivo não é uma coisa linear. Por exemplo / quando acontece indivíduos perfeitos. Podem surgir vários indivíduos totalmente estranhos que simplesmente não se adaptaram.
15	Pesquisadora: Então vocês acham que não / não a / não existe assim essa coisa de surgiu um tipo específico de organismo. Pode surgir /
16	Roberto: Não é. Pode surgir organismos que surgem e se adaptam / sabe / mas também surgem vários que não se adaptam. Uns se adaptam outros não.
17	Pesquisadora: Então vocês acham que o mecanismo assim / evolutivo seria mais a adaptação. Se adaptou ou não é o que importa. E a variabilidade dos seres que podem aparecer / não tem / é / é ilimitada. É isso?
18	Lola: Não / porque igual o exemplo ((inaudível)) da zebra e do cavalo. Porque a gente acha que a cabeça do cavalo é muito parecida com a da zebra. Ninguém conseguiu achar muita diferença. Então a gente ficou pensando / quando a questão fala da zebra e do cavalo / está falando das espécies muito diferentes que podem formar um indivíduo / seja uma girafa e um elefante / ou alguma coisa desse tipo / que é algo que é algo ((inaudível)). Porque a gente ficou confuso com isso.
19	Brita: É eu também pensei nisso aí.
20	Lola: Porque assim / tem coisas que não tem como.
21	Brita: O sentido disso é ser uma aberração? Para a gente hoje o que seria uma aberração.
22	Professora: Não / eu acho que é / a pergunta é uma zebra com a cabeça sem ser listrada. Não é isso Pesquisadora?
23	Pesquisadora: É.
24	Professora: A cabeça do cavalo significa na / a cabeça não ser listrada. Porque a zebra é toda listrada.
25	Pesquisadora: É.
26	Professora: Não é? Então eu entendo essa questão como quando você fala a zebra com

	cabeça de cavalo é um pouco zebra e cabeça de cavalo é /
27	Pesquisadora: Semelhante a.
28	Professora: Semelhante a do cavalo / não é? Eu concordo com você que determinadas/
29	Lola: É que a gente ((inaudível)) que a do cavalo.
30	Professora: E isso significaria o que em termos evolutivos? Você falou de elefantes e de girafas / zebra e cavalo. Tem umas diferenças bem grandes aí. Por quê?
31	Lola: Tem.
32	P: Por quê?
33	Lola: Porque o cavalo e a zebra são mais parecidos.
34	P: Isso.
35	Lola: Agora o elefante e a girafa é muito diferente. Então nunca ia ter um cruzamento entre essas duas espécies. Eu acho que é seria impossível.
36	Brita: Aí seria uma limitação que você está falando / de uma limitação. Aí seria uma limitação.
37	Pesquisadora: Então / então vocês pensam tipo assim. Tudo bem / esse exemplo do exercício seria uma coisa talvez possível.
38	Lola: É.
39	Brita: É.
40	Pesquisadora: Mas outros exemplos como você colocou não.
41	Lola: Não.
42	Brita: Não.
43	Pesquisadora: Então existe a / a existiria um limite na possibilidade de surgimento de seres / variações de seres? Vocês estão falando que existiria ou não existiria? Vocês falaram que não existiria / não é? Na letra a ela / ela/
44	Lola: A gente colocou a letra "a". Mas / eu acho que / eu acho que existe um limite porque nem tudo pode sair cruzando. Não pode ter cruzamento entre qualquer espécie.
45	Professora: Não pensa em cruzamento só. Pensa eu outros processos também.
46	Pesquisadora: Que levava.
47	Professora: Será que é o cruzamento que produzia isso / não é? Como será que uma zebra vira/ Como é que um embrião vira uma zebra? Como é que um embrião vira um cavalo? Como é que um embrião vira um elefante ou vira uma girafa / não é? Pegando o exemplo de vocês. Existem semelhanças e diferenças no desenvolvimento embrionário dos animais? O que é que vocês acham?
48	Brita: Exite.
49	P: Existe. Algumas características diferentes também. Existem semelhanças e existem diferenças. E aí? Se a gente agora usar essa / não é / esse tipo de raciocínio, vamos repensar a questão. Se você pensar / ao invés de você pensar em listas e não listas. Se a gente pensar em quatro pernas e duas pernas. Ou se a gente pensar em quatro pernas ao invés de seis / ou ao invés de oito. Por que é que a gente não encontra um mamífero com oito pernas? Ou por que é que a gente não encontra um mamífero com asas? ((inaudível)) tem asas. Ou / por que é que a gente não encontra um mamífero com penas? Será que seria possível isso acontecer? Então a gente não pode pensar só em cruzamentos / vamos pensar também em outros processos que poderiam estar interferindo na forma final da estrutura do embrião de um organismo qualquer.
50	Pesquisadora: Vocês gente, o que vocês acham? (aponta para o grupo 3)
51	Vanessa: A gente colocou uma resposta semelhante a do grupo do ((inaudível)). Que quanto a zebra quanto o cavalo é / tiveram um ancestral comum. Só que ham organismos que tem parte do corpo de um / parte do outro / puderam / podem ter existido / mas não se adaptaram. Ou então não / podem / podem não ter existido.

52	Pesquisadora: Mas poderiam ter surgido.
53	Vanessa: Isso.
54	Pesquisadora: Assim, não existia uma impossibilidade de acontecer de surgir esse tipo de organismo.
55	Pedro: É.
56	Pesquisadora: E com relação ao que a professora falou. Da possibilidade / de outras possibilidades aí / não é? O que é que vocês acham? É possível também ou / ou isso se aplica mais ao exemplo que a gente coloca na questão?
57	Vanessa: O exemplo que a Lola mostrou para a gente?
58	Pesquisadora: Não / o que a professora falou.
59	Pedro: Não. Oito pernas.
60	Professora: Não. Foi por que é que a gente não tem um mamífero de oito pernas?
61	Maria: Não sei.
62	Professora: Ha? A gente só consegue pensar em certas coisas se a gente pensar em como que o embrião desenvolve e nos genes que estão envolvidos no desenvolvimento do embrião. Será que todos atuam ao mesmo tempo? Todos os gens atuam ao mesmo tempo? Ham? Não. Não atuam ao mesmo tempo / não é? É / é assim / é meio lógico pensar / conforme o embrião vai desenvolvendo alguns genes são ativados / outros são desativados / não é? Quando chega o em o / o nosso corpo completo a gente tem / por exemplo / os gens que produzem as ((inaudível)) são ativados nas nossas células da pele. Agora apliquem esse essa idéia de desenvolvimento embrionário / ativação e desativação de genes / com o exemplo / com os exemplos que a gente destacou aqui. Ok? Vamos pensar num gen que esteja relacionado à pigmentação / à distribuição de pigmentação na zebra / ta? E aí? Será que é possível a gente pensar em algo que aconteça numa determinada fase do desenvolvimento que seria quase que impossível você tem uma zebra com cabeça de cavalo? Porque padrão para mancha do corpo em bicho já está determinado. Tão entendendo o que eu to falando?
63	Pedro: Seria como se o cavalo tivesse esse gene / mas não / não ((inaudível)) / não consegue /
64	Professora: Ou ou ou / nem tenha. Ou nem tenha. Ou ele esteja desativado. Eu vou trazer para vocês um texto para discutir um pouco essa idéia / não é? De ativação e desativação dos genes e como isso interfere na forma final do corpo. A mesma coisa você pensar. Por que é que não tem oito pernas? E tem quatro? Não é? Embora outro dia tenha nascido lá na Índia uma criança que tinha oito não é / oito membros. Ela foi operada / ela teve uma má formação embrionária e ela tinha quatro braços e quatro pernas. Estranho. Ela foi operada. Ela tinha um problema na coluna / na coluna cervical e alguma coisa aconteceu durante o desenvolvimento embrionário que ela ficou desse jeito. Aí teve / a cirurgia dela durou dois dias. Vocês não viram na internet não?
65	Alunos: Não.
66	Professora: Ela tinha, ela tinha dois anos. Disse que a cirurgia de risco foi um sucesso / não é?
67	Keira: E ela conseguia mover depois?
68	Professora: Conseguiu resolver o quadro / não é?
69	Keira: Não. Voltou a mover.
70	Brita: Mover.
71	Professora: Ah?
72	Lola: Mover.
73	Professora: Ah / mover não sei. Ela praticamente a / a fotografia que tinha era a fotografia dela no colo da mãe / não é / dois membros de cada. Dois braços mais os

	outros dois. Mas devia ser meio complicado. Inclusive para ela se manter em pé. Não é? Pensa / imagina. A estrutura do corpo da gente não é assim à toa.
74	Maria: Ah / mas ia ser mais fácil ela tem mais apoio.
75	Professora: Oi? Mais apoio é? ((vários alunos riem e falam ao mesmo tempo)) Exatamente não é? ((inaudível)) Imaginem o indi / um ser com oito pernas manter a postura ereta normal? Onde ficaria a a as outras / não é? Para frente / para trás / para a gente fazer um monte de coisas ao mesmo tempo / não é? Então é / determinados padrões / determinados padrões da estrutura do corpo eles são / eles aparecem mesmo no desenvolvimento embrionário e eles acabam limitando certos tipos de formas futuras / vamos dizer assim. Agora se alguns desses genes não forem ativados ou não forem desativados na hora certa / a gente pode ter sim algumas coisas como essas. Mas é / mas é difícil. Por isso que a gente não pode pensar só as formas apareceram e não conseguiram se adaptar. A gente tem que pensar em outras possibilidades / não é? E hoje a genética molecular ela fornece muitas dicas para que a gente possa estar pensando em outras possibilidades. E nesse caso a questão da ativação gênica ao longo do desenvolvimento embrionário seria fundamental para a gente entender um pouco isso. Vocês perceberam o que eu quis falar?
76	Pesquisadora: Então gente? Mas alguma coisa que vocês queriam colocar? Tipo / depois dessa explicação da professora / vocês acham que que /
77	Professora: Agora vamos reler a duas não é? As duas / a “a” e a “b”. Então todos concordaram com a letra “a”. Vamos ver a “b”. ((lê o item b)) Porque os seres atuais foram originados a partir de seres vivos ancestrais e suas estruturas corporais estão relacionadas às de seus ancestrais. De modo que o surgimento de certas estruturas novas pode ser impedido pelas estruturas corporais ancestrais ou pelo modo como o desenvolvimento embrionário / também herdado dos ancestrais / ocorre. E aí / essa fica possível / dentro dessa nova / dessas informações que eu passei para vocês?
78	Roberto: Então isso queria dizer mais ou menos que as espécies / ocorrem pequenas variações ao longo do tempo. Não poderia ser bruscas.
79	Professora: Não, não é isso que quer dizer não. Vamos tentar interpretar essa letra “b”.
80	Roberto: Porque da a entender porque se não tivesse /
81	P: Vamos / vamos tentar interpretar essa letra “b”. O que vocês entenderam na letra “b”? Ó / porque os seres vivos atuais foram originados através dos seres vivos ancestrais. Até aí tudo bem não é?
82	Alunos: Hum hum.
83	Professora: Ta.
84	Keira: Eu entendi essa questão / eu até discordei do grupo no dia porque eles acham uma coisa e eu acho outra / porque o seguinte. Eu concordo com a / com o que está colocado aqui / desde que / por exemplo / pensando naquele exemplo de peixes que tem nadadeiras e golfinhos que tem menos adapta. Como é que diz é / menos adaptado?
85	Professora: Sim.
86	Keira: Ta. É / a função é mais ou menos a mesma / forma é mais ou menos a mesma / e tal / mas não é a mesma estrutura. Ou seja, um mamífero / um golfinho não poderia criar uma nadadeira do nada. O / as estruturas que ele possui derivam de alguma estrutura que o ancestral já tinha / entendeu? Por mais que ela esteja adaptada ao meio / daí ele pareça uma nadadeira de peixe / ele não pode ter uma nadadeira de peixe. Esse é um membro de mamífero. Não é? Eu não sei se eu interpretei direito.
87	P: É isso mesmo. Que a gente está discutindo aqui. Quer dizer / durante desenvolvimento embrionário / você tem determinadas estruturas que vão / não é / vão dar origem aos membros. Então antes de ser membro tinha lá algum / algum conjunto de informações que resultaram na formação de membro / que é um membro como o

	nosso ou que é um membro como uma nadadeira de golfinho. Ou que é uma estrutura como a nadadeira de um tubarão. Ok? Porque é que a nadadeira de um tubarão não é a nadadeira de um golfinho? As estruturas são diferentes / vocês lembram? Se há diferentes estruturas o desenvolvimento embrionário seria diferente também? O tipo de de de / órgão / estrutura óssea que formou não foi diferente? Isso depende do que? Sendo diferentes significa o que? Se é diferente é diferente por quê? Por que é que a nadadeira do golfinho não é como a de tubarão? Por que é que ela é diferente? E como que ela ficou diferente?
88	Roberto: Isso que você estava falando que /
89	Professora: Ahm.
90	Roberto: Não iria surgir / igual ao que você falou ((aponta para Keira)) / não iria surgir uma coisa totalmente estranha. ((inaudível)) simplesmente transformar aquilo que já existia. Mais ou menos isso.
91	Professora: É / mas é por aí. Quer dizer já tinha um volume de coisas. É por aí.
92	Pesquisadora: A idéia é essa.
93	Professora: Não é / é essa a idéia é essa.
94	Pesquisadora: É como se essa restrição que eles colocam na questão / é como se existisse é / é uma certa / um certo limite na variabilidade possível com base nos ancestrais desses seres. Então assim / é por exemplo / nós somos formados / nosso material genético é DNA. Será que muda totalmente esse material ao longo do processo evolutivo ou as coisas vão acontecendo /
95	Professora: ((inaudível) não é?
96	Pesquisadora: É / dentro dessa
97	Professora: Isso.
98	Pesquisadora: desses tipos de estruturas genéticas as variações podem ocorrer. É um pouco isso. E claro que assim / você pode pensar de outro modo. Podem surgir diferenças que rompam esses padrões.
99	Professora: É a / a analogia não é muito boa / mas acho que ela ajuda. É como se você tivesse uma fôrma de gelo para fazer gelo quadrado e quisesse fazer naquela forma gelo redondo. É claro que o desenvolvimento embrionário não é fôrma / mas é a idéia de que existe algo que é pré-determinado. O pré-determinado seria o jeito.
100	Keira: É você tem que amassar muito essa forma para ser redonda.
101	Professora: Você teria que amassar muito essa forma para transforma-la em redonda. Não é? Então você não pode a partir de algo que está já relativamente pré-determinado mudar. Você pode ter pequenas variações. Por exemplo / o braço e uma nadadeira de golfinho. Isso é uma pequena variação. Mas a nadadeira de golfinho e a nadadeira de tubarão são coisas muito diferentes. Por quê? Porque toda a estrutura interna é diferente. Entenderam?
102	Pesquisadora: Alguém mais quer falar alguma coisa? Defender a outra idéia / não é? Porque todo mundo tinha colocado o outro. De repente a gente começa a trazer / fazer como o advogado do diabo / não / mas tem essa aqui / e isso aqui e tal. Mas alguém continua achando que não / que tem / tem alguma coisa alguma coisa para defender aí / da outra possibilidade. O que é que vocês pensam?
103	Professora: Ou seja / será que a “b” é possível / embora vocês não tenham concordado com ela?
104	Pesquisadora: Ou / ou /
105	Professora: Alias isso aqui é seu ó ((entrega o trabalho para Lúcio)). Ele concordou com a “b” ó.
106	Pesquisadora: Ah. É vocês não falaram / não é?

107	Professora: Eles não falaram.
108	Lúcio: A gente chegou agora.
109	Pesquisadora: O que é que vocês acham?
110	Lúcio: Qual é que é a questão? A três?
111	Professora: Três,.
112	Keira: A “a” é meio uma coisa muito matemática assim. Tem todas as possibilidades.
113	Professora: É.
114	Keira: Uma coisa assim/ é / é / eu acho que é forçar muito a barra.
115	Professora: Mas não tem / será que não é possível também. ((alunos riem))
116	Keira: É.
117	Pesquisadora: Porque tem gente que pode dizer que a “a” dá mais liberdade / deixa o processo evolutivo mais /
118	Keira: Ham ham
119	Roberto: O exemplo citado poderia.
120	Pesquisadora: amplo e a “b” impede. E aí?
121	Roberto: O exemplo citado poderia porque a gente viu igual falou da zebra e do cavalo.
122	Keira: É. Não. Poder pode / mas sei lá / eu acho que de uma vez assim / sabe / aparecer uma coisa / eu acho tão. Eu acho forçar a barra demais. Eu acho que as coisas elas acontecem / por mais que / aquele exemplo que a gente tinha dado das larvas que vão para uma ilha e não sei o que. Eu acho que vai acelerar um pouco / mas mesmo assim / não vai ser uma coisa rápida. Não ao ((inaudível)). É difícil.
123	Professora: Agora se a gente pensa nessa / nessa idéia de que se você tem / não é / determinados é / determinadas informações genéticas que são expressas durante um determinado momento do desenvolvimento embrionário e se algo acontece no ambiente que não deixa aquele aquela informação se expressar / o que é que pode acontecer? Imagine que algo aconteceu que o gene fique inibido. O gen que vai / por exemplo / determinar o padrão de listras nas zebras. E algo acontece / por algum motivo ambiental ou / ou não / até o ambiente interno / uma / uma substância química que foi lançada no mar / uma coisa assim. E que vai agir naqueles genes lá. Naquele conjunto de genes que estão relacionados com a distribuição da pigmentação da zebra. Se eles forem impedidos /
124	Keira: Ô professora.
125	Professora: de se expressar ou se eles forem impedidos de inibir o resto / será que aí a gente tem uma evolução um pouco mais rápida?
126	Keira: Mas Professroa / a mutação é ou não é aleatória?
127	Professora: A mutação é aleatória. Eu to falando coisa que já existe. Gens que já existem. Mas algo do ambiente inibe a um determinado efeito de um gene. Inibe a ação de um gene.
128	Keira: Ô P /
129	Professora: agindo diretamente no material genético não mudando o gene. Inibindo ele. Ta? E aí a par / ele / ele não se expressa porque ele se expressaria durante uma determinada fase do desenvolvimento embrionário. Algo não acontece. Vamos pensar ó / a talidomida. A talidomida o que é que ela / o que é que ela resultou quando ela era usada pelas mulheres no início da gravidez?
130	Alunos: Mal formação
131	Professora: Mal formação. Essa mal formação embrionária ((inaudível)) mal formação dos membros / o que vocês acham que / o que deve ter acontecido? Por que é que a criança / não é / a mãe que tomou a talidomida é a / a os filhos. Há uma grande quantidade de crianças / não são todas / uma grande quantidade de crianças que com os

	membros pequenininhos aqui / curtinhos. Muitos não têm essa parte aqui ó / outros tem só um toquinho aqui / outros tem aqui / mas tem uma mãozinha aqui. Tem uma / uma expressão bem / diferenciada. Alguns não tem nem mãos nem pés / outros tem as mão pequenas / mas tem as pernas desenvolvidas. Como será que a talidomida agiu no desenvolvimento embrionário dessas crianças? Porque foi no desenvolvimento embrionário ou não foi?
132	Vanessa: Foi.
133	Professora: Quais evidências que a gente tem disso aí? De que tenha sido no desenvolvimento embrionário.
134	Keira: Porque se tivesse sido depois do desenvolvimento embrionário / sei lá / ia ter que estar tirando alguma coisa que já existia.
135	Professora: É difícil não é? Então algo aconteceu durante o desenvolvimento do que?
136	Keira: Do / do indivíduo.
137	Professora: Mas em que parte do indivíduo?
138	Brita: Nos membros.
139	Keira: Nos membros.
140	Professora: Como é que será que a talidomida pode ter agido? Nem que se for assim. Como é que a gente pode sugerir que tenha sido?
141	Brita: Diretamente nos que expressam.
142	Professora: Ela pode ter atuado sobre a expressão do gene que atua no desenvolvimento dos membros ou ela inibiu algum produto desses genes. Alguma coisa dessa natureza. Ta? Agora pensa nisso acontecendo em ((inaudível)) de anos. Será que coisas do ambiente não podem ter agido dessa forma? E se foi dessa forma / uma grande alteração / ela pode ocorrer rapidamente?
143	Keira: Pode. Mas professora /
144	Professora: Mas se essa alteração / só terminando. Se essa alteração fosse uma alteração genética e não ((inaudível)). Aí que vem talvez a sua dúvida. Se isso fosse uma alteração que interferiu tanto no material genético que a partir daí aquelas pessoas que tinham aquela alteração ou aqueles indivíduos que tinham aquela alteração passassem a transmitir para os seus descendentes aquela alteração e se isso fosse uma vantagem evolutiva / isso não poderia mudar o ritmo da evolução?
145	Keira: Sim.
146	Professora: Ta? Agora o rápido / vocês falaram muito bem na semana passada. O que é que é rápido? O que que é o tempo evolutivo? Ele pode ser rápido se a gente considerar o que? Para nós o que é rápido? O que é que é rápido para a gente? Para nós o que é rápido é o que cabe dentro da nossa do nosso tempo de vida. Não é? Mas o que é que é rápido em termos evolutivos? Então aí depende do que? De uma coisa que a Lola na aula passada falou muito bem / não é? Depende do que?
147	Roberto: Gerações.
148	Professora: Do número de gerações envolvidas. Se for uma bactéria o rápido pode ser um ano / mas esse rápido em um ano quantas gerações de bactérias aconteceram? No / no entanto / na espécie humana em um ano nenhuma geração. Ta? Então são coisas que a gente não pode perder de vista toda vez que a gente discute qualquer coisa relacionada ao processo evolutivo. Ta? Então algumas palavras são palavras perigosas. Então toda vez que falar rápido / demorado / aos saltos / não sei o que e pararam / pensar / bom no que é que nós estamos falando? Que tempo é esse que a gente está falando ok?
149	Keira: Professora / tem alguma medida tipo / tantas gerações é rápido / tantas gerações é demorado ou depende /

150	Professora: Eu nunca vi ninguém falando sobre isso. Você já viu pesquisadora?
151	Pesquisadora: Não. Eu acho que é mais fácil você também pensar naquele exemplo que a gente colocou na aula passada, não é? Um uma população como que ela / o que é que é mudar rapidamente para uma população? Quando você a gente falou aquele isolamento lá geográfico não é? Você põe uma população / uma parte pequena dela num ambiente e isolada da outra maior. O que é que a gente viu? Que tem uma tendência dessa menor / de mudar mais rapidamente por causa da variabilidade genética ali que fica mais restrita / não é? Então você comparando a situação você pode ver que para aquela população não é / o que seria rápido e o que seria mais lento. Mas assim / não da para / é difícil a gente dizer assim / quantas gerações.
152	Keira: Ham ham.
153	Pesquisadora: Seriam não é? Rápido.
154	Keira: A gente está falando de gerações.
155	Lola: Eu sei. Mas aquilo que a gente fala ((inaudível)) geração. Para um ((inaudível)) pode ser rápido agora para outro não.
156	Keira: Não / mas a gente está fala do tempo / da escala por gerações. Não o tempo de cada geração sabe?
157	Lola: Sei.
158	Keira: Entendeu?
159	Pesquisadora: Gente / então ó / faltou só esse grupo aqui dizer o que é que vocês colocaram aí ((fala com o grupo 2)).
160	Lúcio: Então a gente também acha que a “b” era certa. Eu acho que assim tipo / o que a “b” está dizendo é tipo isso que você falou. Quando tem ((inaudível)) entre esses animais / acho que é híbridos / não é / que pode se dizer / quando eles estão misturados? Não é isso? É híbridos que se chama?
161	Professora: Ó / o ser híbrido ele tem dois significados normalmente / não é? A gente chama de híbrido o heterozigoto / ok? O heterozigoto / ou seja / o indivíduo que tem os seus lotes gênicos em heterozigose.((inaudível)) / não é? Muitos heterozigotos. Então quando você fala assim / por exemplo. E aí eu vou usar sempre o exemplo que eu gosto / que é de milho. Todo mundo já deve ter ouvido falar em milho híbrido / que ele é mais forte / não sei o que. Milho híbrido é um híbrido de variedade diferente / mas da mesma espécie. Agora se tem um híbrido que é o híbrido de duas espécies diferentes. Então vocês vão ver que a hora em que aparece o termo híbrido vocês vão ter que ver ((inaudível)) se se trata de um indivíduo altamente heterozigoto ou de uma população altamente heterozigota ou de indivíduos que foram gerados a partir de cruzamentos entre espécies diferentes.
162	Lúcio: Porque a gente pensou assim ((inaudível)). Essa questão é bem parecida com o que a Keira falou mesmo tem lá o golfinho e o que é que você tinha falado?
163	Keira: O peixe.
164	Lúcio: O peixe. Eu acho que o que está dizendo aqui é bem parecido mesmo com o exemplo da Keira porque os animais guardam tipo / lembranças morfológicas do animal ancestral, digamos assim. Então o que é que acontece / ele tinha / igual ao que ((inaudível)) falou / ele tinha lá um membro que com tempo foi adaptando e formando um tipo de nadadeira / igual a do peixe. Do peixe e do e do da baleia ou sei lá / do golfinho / são diferentes. Porque um tanto é que um é mamífero e outro é peixe. Mas digamos que eles têm a mesma / a mesma função. Digamos assim. Mas tipo / não são a mesma estrutura. E essas estruturas não podem aparecer / por exemplo / ((inaudível)) igual eu estava pensando aqui / por exemplo / aqueles peixes que / não é / eles caçam no mar / não os peixes não / as aves que caçam no mar e pegam os peixes. Que se pudesse aparecer assim essas estruturas / ele teria nadadeiras também / porque no caso

	/ seria muito mais fácil para eles / eles poderem entrar dentro da água e nadar / comer os peixes que eles quisessem e depois ir embora. Mas não é compatível com a estrutura dele. Então ele não pode criar estruturas. Ele só pode adaptar as que ele já tem.
165	Pesquisadora: Ta. Gente e mais alguém queria colocar mais alguma coisa sobre essa questão? Mais algum exemplo ou mais é alguma coisa defendendo alguma das duas alternativas / ou .. Não? Então ta bom gente. Então vamos terminar nossa discussão. Eu queria agradecer a vocês por participarem do trabalho / por participarem da discussão / colocarem as opiniões de vocês / ta? E agora eu vou passar para vocês o pós-teste. Aí a gente termina essa parte de coleta de dados. Ta bom? Então jóia.

Apêndice 8: Transcrições da questão 2 nas turmas A e B

Discussão da questão 2: turma A. Data: 13/11/06

Turno de fala	Transcrição
1	Pesquisadora: Bom / e aí da pra a gente pegar mais uma? Outra?
2	Daniel: Acaba meio dia.
3	Pesquisadora: Então / então vamos lá! ((lê a questão)) É isso que o texto está falando. E aí / o que vocês responderam?
4	Daniel: Não que o/ o fato de você não encontrar fósseis intermediários / só pelo fato de você não ter encontrado eles / você não pode afirmar que eles surgiram com aquela / com aquele nível de complexidade. Pode ter acontecido é /
5	Davi: Pode ter degradado e virado combustível / por exemplo / alguma coisa assim.
6	Daniel: Ou o ambiente não ter é /
7	Davi: Favorecido a...
8	Douglas: Formação de determinados fósseis.
9	Daniel: Ou até mesmo você pode ter que durante o processo evolutivo em que as espécies ((inaudível)) migram / não estavam ali mais / e depois por algum outro motivo voltou entendeu? Então você não tem um intermédio delas.
10	Pesquisadora: Ta. Então vocês acham que seria então /
11	Alunos: Letra A.
12	Pesquisadora: A letra “a”. A evolução acontece de forma gradual / mas a gente não encontra por alguns motivos como não são preservados fósseis / migraram e voltaram já mais complexos / não é?
13	Douglas: Preservar uma coisa por milhares e milhões de anos é é uma coisa meio que que coisa meio difícil. Não é sempre que acontecem condições para preservar fósseis / ou informações / desde daquela época. E a gente acha que a evolução ocorre de forma gradual
14	Pesquisadora: Alguém colocou diferente / algum outro grupo? Existe algum outro grupo que acha que na evolução possa não ter mesmo existido os fósseis intermediários? Hum? Quer falar? Não vai falar não?
15	Alice: Eu?
16	Pesquisadora: É. (todos riem) Eu vi ela abrindo o papel e falei pronto / vai responder agora. O que vocês colocaram / vai? Diga agora. Já que fez a cara de que ia responder.
17	Alice: Na três?
18	Pesquisadora: Isso.
19	Alice: A letra “a” também.
20	Pesquisadora: Vocês também acham que a evolução é gradual e que esses fósseis / o que? O que vocês responderam?
21	Alice: É / a ausência de fósseis não é que a evolução ocorreu / porque tipo/ isso pode ter a ver também com a / o tipo de solo que existia na época / não permitiu o armazenamento dos fósseis / não teve condições de / outros seres vivos / antes dos ((inaudível))
22	Pesquisadora: Ah. E ninguém colocou gente que seria /
23	Alice: É um vestígio / mas não é uma prova também.
24	Pesquisadora: Alguém colocou que poderia ser mecanismos não graduais? Vocês? Gradual também?
25	Aluno: Gradual

26	Pesquisadora: Quem mais / vocês gente.
27	Eva: gradual também.
28	Pesquisadora: gradual também? Vocês.
29	Aluno: Gradual
30	Pesquisadora: Gradual? Então a turma toda coloca a evolução como sendo um processo gradual que eles podem ter sido degradados por algum motivo / seria isso?
31	Beatriz: É. A única coisa que a gente colocou que seria que poderia ser abrupta / seria uma mutação / porque aí seria uma modificação genética instantânea e ((inaudível)). Mas pra ser evolução / teria que formar uma nova espécie / etc.
32	Daniel: Ou não.
33	Beatriz: não vai formar uma espécie nova porque tem que ter uma mudança mais é / demorada/ etc. E a mutação é abrupta.
34	Daniel: Nem mesmo a mutação é tão abrupta assim.
35	Beatriz: Pode ser abrupta. Como a gente não sabe qual que é. Há uma mutação determinada na genética. Não precisa ser mutação gigantesca para ser mutação. Só uma mudança genética causada por agentes mutagênicos.
36	Daniel: Eu acho que pelo fato de ser mu essas mutações você / não ser tão abruptas não / já ta numa escala de /gradual.
37	Pesquisadora: Então gente ó / é a gente vai ter uma teoria/ tem aquelas três teorias. ((Pesquisadora explica as opções de argumento da questão)).

Discussão da questão 2: turma B. Data: 27/11/06

Turno de fala	Transcrição
1	Pesquisadora: Então olha só. A gente parou na discussão da questão três não foi. Terminamos a dois e paramos na três que é sobre os estratos de rochas do Cambriano. Essa questão fala o seguinte ((lê parte da questão))
2	Diva: ((diz que está sem o trabalho))
3	Professora: Você pode /
4	Pesquisadora: É gente / vamos fazer assim ó / quem está com sem o trabalho tenta lembrar o que respondeu e aí a gente discute / ta? Então é a questão vai falar ((lê a questão))
5	Professora: Ficou com vocês o trabalho?
6	Diva: Não/ porque eles não vieram na aula passada.
7	Professora: Eles não vieram na discussão não foi?
8	A: Não não vieram. Só tava eu e ((inaudível)).
9	Professora: Fiquem próximos para acompanhar a apresentação. A discussão é do trabalho que vocês fizeram. Mesmo que vocês não tenham a discussão aí / tentem lembrar o que vocês pensaram e coloquem a opinião de vocês na discussão que a pesquisadora vai fazer / ta?
10	Pesquisadora: Então ta. ((explica a questão)). Aí qual seria a explicação pra isso? Não é? A questão é essa. Então o que vocês colocaram? Você entenderem?
11	Cláudia: Eu coloquei a letra “a”.
12	A: Eu também coloquei letra “a”.
13	Yuri: Letra ´a`.
14	Professora: Letra ´a`? Então ((lê a alternativa “a”)). Por que vocês escolheram isso gente?
15	Yuri: Assim / igual / eu coloquei assim porque o surgimento das espécies tem que

	acontecer devagar. Não pode acontecer assim / igual / vamos supor / nasce uma espécie nasce uma espécie vamos supor assim / mega evoluída / vamos supor. No caso da cobra. Vamos supor a cobra ter um ((inaudível)). Não tem uma capacidade de uma cobra surgir desse jeito / evoluir desse modo.
16	Pesquisadora: Ta bom / você acha /
17	Cláudia: A gente colocou mais assim na forma gradual mesmo. Tem que ter um determinado tempo de um/ um espaço para você perceber a evolução acontecendo.
18	Pesquisadora: Então vocês acham que existiram esses fósseis de alguma forma. É eles existiram/ mas / não foram preservados ou é / Mas no caso / assim teriam existido seres intermediários entre os primeiros invertebrados/ não é? ((inaudível)) E vocês / estão conseguindo entender a discussão? O que é que vocês acham? Vocês têm de repente / vocês têm digamos / células simples ali e de repente aparece um monte de invertebrado / nos é registros fósseis / vocês lembram lá os registros fósseis que a professora explicou para vocês o que seriam fósseis/ mas então/ de repente assim/ surge de uma numa complexidade muito grande. E será que existiriam seres mais simples? Antes disso? E não teriam sido preservados ou eles não teriam existido mesmo?
19	Diva: Eu acho que eles não foram preservados ((inaudível))
20	Vander: Eles não foram preservados porque milhões anos se passaram e esses registros fósseis vão acab se acabando aos poucos.
21	Pesquisadora: Eles não foram preservados então. E vocês / acham isso também?
22	A: Hum hum.
23	Pesquisadora: É?
24	A: Tinham fósseis.
25	Diva: Tinham fósseis/ mas eles não foram preservados.
26	Pesquisadora: Então todo mundo colocaria a letra “a”.
27	Cláudia: Eu também coloquei a letra “a”.
28	Pesquisadora: Ta / e a letra “b”. Vamos dar uma olhadinha nela. Por que é que vocês não responderiam a letra “b”? (lê alternativa “b” e explica). Como seria esse tipo de evolução / vocês imaginam? Não?
29	Yuri: Seria no caso o surgimento de uma nova espécie. ((inaudível)) e surge uma espécie nova.
30	Cláudia: Pode ser assim/ às vezes é tipo de algum meio / alguma coisa possa surgir um ser diferente/ não sei.
31	Pesquisadora: Então e vocês / acham assim que a evolução poderia acontecer de uma forma mais abrupta?
32	Alunos: não.
33	Jonas: Eu acho que não / porque tipo tipo a gente fala assim do caso do macaco. Esse negócio do macaco que nascerá o homem. Vai acontecendo aos poucos não é? Eu acho que não da pra ser assim de uma hora pra outra.
34	Pesquisadora: Ta. Quer falar alguma coisa? Então / então ta. Essa segunda questão aqui de novo foi uma / A gente de novo vê uma questão assim que dependendo quem é do teórico lá não é / evolutivo / que esteja falando / depende da teoria que você segue você pode escolher uma opção ou outra. Se a gente for seguir a teoria sintética da evolução / se a gente for seguir a idéia de Darwin também. Porque Darwin que começa com essa idéia de evolução gradual. Ele vai é / vocês responderiam realmente escolheriam a letra ‘A` não é? A evolução acontece gradualmente só que existem grandes lacunas nos registros fósseis e por isso até agora a gente não encontrou ainda os registros fósseis desses é desses passos aí.
35	Cláudia: A evolução vai acontecer rapidamente?

36	Pesquisadora: Então. Vão existir outros pesquisadores / outros teóricos que vão dizer que sim. ((explica e dá um exemplo de evolução aos saltos))
37	Professora: É igual ao que que tinha
38	Pesquisadora: Igual ao que tinha na população maior e isso pode levar a formação de novas espécies porque você vai ter um cruzamento ali entre aqueles indivíduos que vão ter uma variabilidade genética menor não é e isso de repente pode ser um mecanismo pra a gente pensar assim / de uma evolução rápida. O que é que vocês acham? Deu pra acompanhar gente / estão entendendo isso? Estão lembrando da aula?
39	Alunos: sim.
40	Vander: Professora eu estou viajando nessa aula já.
41	Professora: Ô gente/ presta atenção / vai ser importante se vocês participarem / se vocês colocarem as questões de vocês / não é Pesquisadora?
42	Pesquisadora: É / tipo assim / o que é que vocês acham/ entendeu.
43	Professora: Quem não está lembrando fala ó eu não to lembrando/ eu não to entendendo. Que aí a gente.
44	A: Eu não to lembrando / não to entendendo o que você está falando.
45	Pesquisadora: Tipo assim.
46	Professora: Recapitula aí pesquisadora.
47	Pesquisadora: A questão é. ((explica a questão e pergunta a opinião dos alunos)).
48	Yuri: Bom olha só / se for por Darwin é mais difícil achar/ por Darwin é como como você falou aí é tipo gradual / devagar. Só que agora você ta falando que tem como ter / vamos supor / uma espécie mais simples / pular para uma espécie evoluída / no meio vai ficar tipo um vácuo/ não vai ter como / assim / não vai ter alguma ligação entre um indivíduo/ no caso que não. No meio vai ficar /
49	Pesquisadora: você acha complicado essa idéia de de de
50	Yuri: Sim / eu acho complicado.
51	Pesquisadora: Saltos evolutivos. Vocês também acham?
52	Cláudia: É igual assim / a gente pensa até o alguém que prove o contrário porque tem esse povo doido aí que descobre cada coisa / não é. Hoje a gente está acostumado a saber assim que não surge / não tem toda hora falando que surge não é uma coisa totalmente diferente. Então a gente acredita que não possa assim/ mas vamos viver pra ver como daqui a alguns anos descubra ou tenha alguma coisa. Agora / no momento / é muito difícil a gente saber.
53	Diva: Mas eu acho que tem uma espécie que pode gerar outra não é? Pode ser outra ((inaudível)) / diferente da outra/ não é?
54	Pesquisadora: Você acha que seria possível assim / existir uma / uma espécie de salto de você não ter assim uma coisa / pequenas mudanças e de repente uma nova espécie.
55	Diva: Não / não é um salto. Uma espécie simples pode renascer como uma outra diferente e continuar.
56	Professora: Você não está entendendo. A questão que a Pesquisadora está colocando é a questão do tempo ((explica a questão utilizando o quadro de giz)). Deu pra entender?
57	Pesquisadora: Então são duas possibilidades / não é? ((explica a questão))
58	Professora: A idéia que vocês defenderam não é?
59	Pesquisadora: ((explica a questão))
60	Professora: Entenderam?
61	Diva: Entendemos.
62	Pesquisadora: Deu pra entender agora gente? Então jóia.

Apêndice 9: Transcrição da questão 3 na turma C. Data: 07/11/2007**Discussão da questão 3 na turma C. Data: 07/11/2007**

Turno de fala	Transcrição
1	Pesquisadora: Então uma segunda questão. Essa questão aí sobre a Terra. Quem gostaria de começar a trazer ((inaudível))? Vamos para um outro grupo / vocês (aponta para o grupo 3)/ vamos lá!
2	Vanessa: A gente também/ respondeu a “a” só que tirando algumas coisas da “b”/ assim. A gente concordou com a primeira afirmativa porque como os seres ((inaudível)) não tem nem como / vamos supor / passar do ((inaudível)). Não teria como seres unicelulares evoluírem diretamente para os seres complexos pluricelulares. Teria que tem como uma espécie nesse / nesse meio aí. Só que a gente colocou foi que as condições climáticas/ as rochas sedimentares não possibilitaram a formação dos fósseis/ no caso/ dos seres intermediários. Então seria a “a” e um pouquinho da “b” também. A gente concordou com a “a”.
3	Pesquisadora: Hum hum. Ta. E vocês gente ((aponta para o grupo 4))?
4	Lola: Nós também concordamos com a “a” falando da / da / da questão é porque pode ter sido a não formação de fósseis ou a conservação desses animais. Ou então porque eles podem não ter sido encontrados não é? Porque é difícil também ((inaudível))? A gente concordou com a “a” também. E na “b” a gente não concordou porque fala que essa mudança é abrupta e a gente sabe que não / não tem como ter essas mudanças de uma hora para outra e ((inaudível)).
5	Roberto: Porque a evolução é gradual.
6	Pesquisadora: E vocês gente ((aponta para o grupo 1)).
7	Miguel: A gente concordou com a “a” porque a gente falou que a evolução é realmente um processo lento e que ela passa por vários estágios e não acontece repentinamente.
8	Pesquisadora: E vocês ((aponta para o grupo 2))?
9	Lúcio: Eu concordo com os dois quando falam que a “a” é verdadeira. A gente disse que a mesma coisa mais ou menos que eles que quanto à origem dos fósseis pode ser também que eles não tenham encontrado. Não necessariamente não teve / mas que por acaso não encontraram. Ele também vai falar o que ele falou que é um processo mais lento / que acontece gradativamente / não é abruptamente / como fala aqui na “b”. A gente não concordou com a “b”.
10	Pesquisadora: Então vocês não conseguem imaginar uma evolução / um processo evolutivo / a formação de uma nova espécie acontecendo assim de uma forma mais rápida.
11	Lúcio: Não.
12	Keira: Não. Eu acho que talvez / um indivíduo ele pode até ter uma mutação / mas agora passar isso pro / pro / vamos dizer assim uma nova espécie sabe / uma população inteira. Eu acho que tem que ser muita coincidência sabe? Formar uma nova espécie assim sabe / em uma geração.
13	Pesquisadora: Ta / então formar uma nova espécie em uma geração seria impossível.
14	Keira: Eu / eu acho.
15	Pesquisadora: Mas assim/ o que mais? O que é que vocês diriam? Por que é que não pode acontecer evolução de uma forma mais rápida? A formação de uma nova espécie que não seja assim daquela forma gradual / não é / pequenas variações ao longo de um longo período.

16	Roberto: Não. Eu acho que não. Porque se a gente tiver uma característica lá. Aí vamos dizer / uma espécie / uma população / aí vai / os indivíduos tem características. Aí ocorre uma mudança abrupta no meio. Aí todo mundo morre e aqueles que tem continuam. Eu acho / aqueles continuam sendo daquela espécie só que para formar uma nova espécie teria mudado as características que ele tem. Não sei explicar / essas coisas ((inaudível)) como você explica / direito?
17	Lola: Eu acho que passar de /
18	Pesquisadora: Mesmo isso aí não teria como formar uma nova espécie para você também.
19	Roberto: Eu acho que esses indivíduos continuam sendo da mesma espécie só que eles têm outras características. Só que para formar uma nova espécie teria que / eu acho /
20	Lola: Eu acho que igual está dizendo aqui / passar de unicelulares para pluricelulares assim de uma hora para outra. Igual fala aqui / que já encontram fósseis só que numa forma mais evoluída. Não tem como você passar de unicelulares para pluricelulares de uma hora para outra. Isso não significa que porque não achou fósseis / eles não existiram.
21	Pesquisadora: E como é que vocês vêm a evolução gradual / como é se que forma uma espécie nova de forma gradual? Alguém pode explicar?
22	Keira: Hum eu não sei se é como / como vocês estão ((inaudível)) é para mim / Eu acho que a formação de uma nova espécie vai envolver a seleção de características exclusivas daquele / daquela daqueles indivíduos de uma nova espécie. E / sei lá. Eu não sei se tem que ser a / a soma de é / assim vamos dizer é / ter mais características. Eu acho que não é assim / uma característica que muda é uma nova espécie. Se não ele ia ser uma espécie e eu seria outra / sabe.
23	Pesquisadora: Então o que é que faz que / que uma nova espécie / que característica teria ela para dizer que é que a gente tem uma espécie aqui e outra espécie aqui?
24	Roberto: Ah/ eu acho que /
25	Joana: ((inaudível) isolamento reprodutivo porque depois que / depois que forma uma nova espécie tem adaptação / não é?
26	Keira: Olha / eu acho que essa mudança tem que ter características fisiológicas e morfológicas semelhantes sabe? E também tem que ter / essa história da reprodução também sabe / que/ Eu acho que é isso.
27	Pesquisadora: Bora gente / e vocês? O que é que vocês acham? Ta / todo mundo botou / só esse grupo tem / está sabendo / Vamos vocês ((aponta para o grupo 3)). O que é que vocês pensam? Como é que formaria uma nova espécie gradualmente?
28	Maria: Mutação / mutação / mutação / mutação / mutação.
29	Pesquisadora: Mutação? Mas como seria? Como se formaria uma espécie nova assim por mutação?
30	Maria: Vamos dizer / tem um /Aí tem mutações que ocorrem. Aí uma daquelas mutações não vai para frente / porque não se adaptou. Aí até que ocorreram várias mutações aí surgiu uma / uma outra um outro indivíduo / um ser vivo / que se adaptava / é isso. Aí ocorreram várias mutações que /
31	Professora: Então a formação de novas espécies dependeria do indivíduo? Seria centrada no indivíduo?
32	Pesquisadora: Bom / esse indivíduo sofreu uma mutação e aí? O que vai influenciar com as novas espécies? Na formação de uma nova espécie?
33	Pedro: Não / na população.
34	Maria: Bom / aí se essa mutação conseguir se adaptar ao ambiente ela vai ficar / vai perdurar. Se não / aí / vamos dizer que ocorra uma mutação ou então algo assim.
35	Pesquisadora: E como é que essa mutação fica no meio? Ah.
36	Lúcio: Bom eu acho se for mutação eu acho que não / não seja talvez suficiente para criar

	novas espécies. Então / por exemplo / a gente estava discutindo um dia desses na aula a hemoglobina S. Você tinha lá um indivíduo / eu não lembro / como que fala que o indivíduo é o / o criador assim da mutação?
37	Professora: Fundador.
38	Lúcio: Isso fundador. Ele é fundador e então assim / ele passa a característica para várias pessoas da hemoglobina S. Nem por isso as pessoas que tem hemoglobina S / vamos dizer / SS vão ser uma nova espécie. E isso se formou por meio de uma mutação. Então você / uma muta / mutação eu acho não chega a ser suficiente para formar uma nova espécie. Eu acho que as novas espécies foram criadas / dentro de / aquela coisa que a professora falou / uma característica diverge é / divergente. Ou seja / você tem um ancestral comum e ele vai explorando diferentes habitats / diferentes nichos e ele vai ficando com o passar do tempo. Eu não sei bem como ocorre.
39	Keira: Você acha que é irradiação ou divergência?
40	Lúcio: Divergencia.
41	Roberto: Eu acho que tem um ancestral comum que passa característica. E na hora que ele vai /
42	Keira: Irradiação / ((faz um gesto representando a irradiação))
43	Joana: Irradiação / convergência ((faz gestos representando a irradiação e a convergência))
44	Maria: Aqui / mas como vai acontecer isso sem mutação? Como é que ele vai /vai ter irradiação adaptativa sem mutação?
45	Joana: O gente / mas tem que pensar aí / isso que vocês estão falando / tem que pensar na mutação do do / como é que fala / é de órgãos reprodutivos. Não. Pensar no caso igual do /
46	Keira: Férteis.
47	Joana: Não é / igual ao que você falou. O negócio da hemoglobina S.
48	Lúcio: Hemoglobina S.
49	Keira: É só que ele não / o indivíduo que produz hemoglobina S / produz hemoglobina S desde sempre / ou seja / desde que nasceu. Então quer dizer que aquele zigoto dele tinha já o gene da hemoglobina S. O zigoto tinha as células sexuais ((inaudível))
50	Brita: Eu acho que ((inaudível)). Tem a ver com o meio também ((inaudível)).
51	Pesquisadora: Pera aí gente / ó / vamos lá /deixa deixa a colega falar. Você acha que é o que? Mutação?
52	Brita: Não é só a mutação / não é? Tem o meio agindo na formação de espécies. Então vai ter a formação de novas espécies junto com a mudança do meio.
53	Pesquisadora: Ta / então é uma relação mutações e mudanças do meio. Quem quer /quem explicaria isso aí?
54	Roberto: Eu acho que nem precisa de ter uma mudança do meio. Pode ter um ancestral comum que ele tem / que ele passa a ter características. Aí digamos que tem um ancestral comum com características A e B. Eles vivem no mesmo ambiente. Aí ele come... Aí eles / eles começam a explorar mais o ambiente. Aí cada cada um vai para um habitat / do mesmo grupo. Aí para um lugar a característica A é mais favorável. Então aquele grupo vai ser selecionado. E pro outro ambiente / tipo B / seria mais favorável. Então aqui vai ter uma predominância maior de indivíduos que tem A e lá o B. E a partir daí vão ocorrendo mutações que que vão mudando/ que vão divergindo o grupo.
55	Professora: Mas quando é que você vai considerar que o grupo A e o grupo B são duas espécies diferentes?
56	Maria: Aí eu acho que tem mutação.
57	Roberto: Não / aí tem mutação / claro

58	Professora: Sim / ele falou da mutação / tudo bem. Mas quando é... ele falou uma coisa importante aqui. Não é uma mutação que vai fazer com que dois indivíduos sejam de espécies diferentes. Veja bem / você tem a/ ele deu o exemplo da anemia. Mas se a gente pensar bem / toda a variabilidade genética / o fato de você ter a cor do olho de um jeito ou de outro / a cor da pele de um jeito ou de outro / o tipo sanguíneo de um tipo ou de outro. To toda essa variabilidade genética sendo de produção de novos genes / ela surgiu por mutação. E nós aqui somos todos diferentes. Não é verdade? Tanto que é possível a gente reconhecer / se a gente fizesse um exame de DNA aqui. Se tivesse um assassino nessa sala. Se tivesse deixado vestígios de sangue ou de qualquer outra coisa seria possível identificar já a partir do seu DNA. Então nosso DNA embora ele seja muito semelhante / ele tem muitas diferenças também. E essas diferenças não são diferenças que falam: isso aqui é uma espécie e isso é outra. Não. Somos todos da mesma espécie. Quando é que a gente considera que dois grupos são de espécies diferentes?
59	Pedro: Quando um tem rabo e o outro não.
60	Professora: Ha? O que? Como é que é? O que é que ele falou?
61	Pedro: Quando um tem rabo e o outro não.
62	Professora: Quando tem rabo e o outro não? (burburinho) Vocês já sabem algumas dicas aí na sala de vocês.
63	Maria: Tudo isso. Existem características interagem... eu não sei qual é o nível das características que / não é igual ao sangue ser A / AB ou O ele ser da mesma espécie. É um nível de características diferente. Um nível não é/ diferente. Mas é em algum nível de caracteris... é de características que eles sejam diferentes. Então se aquela ali é de uma espécie ou de outra/ eu não sei qual é o nível.
64	Professora: E aí quando é que a gente sabe que eles são duas espécies diferentes?
65	Keira: Profesora / eu acho que deve ser aquela definição que você deu para a gente P. Numa / algumas aulas atrás. Que falava de ...é falava de nesses termos/ falava de muitas coisas. Mas o que eu lembro melhor é que falava que a população tinha que ter a capacidade de reproduzir. Não era um indivíduo que tinha que ter essa capacidade porque igual a gente discutiu no dia que a gente viu sobre espécie e tal. Mas e a população tem capacidade de se cruzar e produzir descendentes férteis aquilo é uma espécie.
66	Professora: Então quando é que deixa de ser mesmo da mesma espécie?
67	Keira: Quando não pode cruzar.
68	Professora: Esses grupos / quando é que esse grupo aí do Pedro. Esses dois grupos aí que ele falou. Eles deixam de ser da mesma espécie quando?
69	Maria: São incapazes de deixar descendentes férteis.
70	Professora: Então / o que a gente fala/ isolamento reprodutivo. O isolamento reprodutivo / não mais as espécies poderem trocar os gens / não é? O fluxo gênico entre esses dois grupos ele não existe mais. Então essa é uma das definições aceitas hoje considerando dois grupos ((inaudível)).
71	Pesquisadora: Ta. E esse processo aí gente / acontece gradualmente ou acontece / pode acontecer de uma forma mais abrupta / mais rápida?
72	Pedro: Gradualmente.
73	Keira: Gradualmente.
74	Pesquisadora: Gradualmente/ então como seria gradualmente de novo? Vocês / algumas pessoas já falaram.
75	Keira: Ah / não.
76	Pesquisadora: Como / como se formam novas espécies gradualmente? É isso o que eu quero que vocês me digam.
77	Joana: Ô professora / posso perguntar? Naquele caso que da poliploidia que você falou

	das plantas / ai no caso acontece mais rápido / não é?
78	Keira: Por que?
79	P: É. Por que?
80	Joana: Ah porque acho que demora menos tempo para poder ter é ((inaudível)) a na planta.
81	Lola: Não eu acho que gradualmente é algo ((inaudível)) a geração porque o ciclo de vida de uma planta pode ser muito mais mais é menor do que o nosso. Se a gente ficar pensando ((burburinho)) o nosso tempo de vida / em muitos anos / eu acho que é errado... sabe / eu acho que você tem é que pensar nas gerações. Então o número de gerações que vai o que vai poder ir passando essas características para formar a espécie. E não é / não porque a gente pensa muito no nosso tempo de vida. Eu acho que tem que olhar o número de gerações.
82	Keira: É o seguinte / eu acho que gradualmente a gente pensa no seguinte sentido. Vamos supor / um indivíduo ele tem uma característica que propicia sobrevivência dele / Então ele vai ele vai é/ vamos por lá / vamos pegar esse exemplo dos pássaros lá da é da ilha / meu Deus /
83	Professora: Galápagos
84	Keira: Galápagos é. Um tem um bico de um jeito ou outro tem um bico de outro / Aí um pássaro tem um bico um pouco mais afinado / afilado. É melhor não sei. Qual que. / eu não sei.
85	Professora: Mais estreito.
86	Keira: Mais estreito. Ta bom. Aí ele ta / consegue se alimentar melhor e tal / ele consegue se reproduzir mais. Aí essa característica vai passa para muitos descendentes / alguns desses descendentes tem essa mesma característica e vão se reproduzindo / tudo num processo lento sabe? Com o tempo muitos pássaros da ilha vão ter aquela característica porque aquela característica que fez com eles sobrevivessem melhor do que os que não tinham/ não tinham essa característica. E aí por causa disso essa essa esse ramo dessa dessa espécie vai se se adaptar àquele lugar e / aí que é o ponto. Eu não sei quando é que eles vão parar de reproduzir com os que não tinham bico suficientemente apto. Por que? Quando ele / eu não sei o que ele dizia / porque ele / Se tem umas características assim super contrastante as vezes e os indivíduos conseguem cruzar entre si e as vezes tem umas características bobas sabe / tipo /
87	Professora: Mas será que foi a característica bico que fez com que ele /
88	Keira: Não. Definitivamente.
89	Professora: Junto com a característica bico pode ter ter selecionado outra? Pensa nos cromossomos nesse caso? Pensa nos gens para a forma dos bicos. Será que eles estão sozinhos?
90	Keira: Não estão não é?
91	Professora: Não estão. Tem outros gens juntos ta? E na hora que seleciona genes assim / não está selecionando outros também?
92	Keira: Ta. Só que o os nos primeiros / na primeira geração / por exemplo / eles eram capazes de cruzar.
93	Professora: Então / o que é que / o que é que / qual o processo importante que para que haja um isolamento reprodutivo? Só ser diferentes?
94	Keira: Isolamento geográfico?
95	Professora: Uma coisa é essa / não é? Eles tem que ficar ou de algum modo separados. Um dos processos é o isolamento geográfico. É um deles. Aí os outros é aquilo que a gente já discutiu nas aulas / não é. Aqueles mecanismos pré-zigóticos / pós-zigóticos. As vezes é uma uma estrutura reprodutora que não encaixa uma na outra assim. As vezes é um comportamento. Um um bicho é diurno o outro é noturno. Mas de alguma forma o

	isolamento reprodutivo ele não é decorrente só / não é / ele não é / na verdade ele é o resultado de uma série de coisas que aconteceram ao longo do processo. Tanto mudanças estruturais e tal quanto também mudanças comportamentais / isolamento geográfico / várias coisas acontecendo ao mesmo tempo. Uma coisa só não porque se uma população toda vai mudando / vai mudando gens. Se o fluxo gênico continua porque que você vai ter duas espécies dentro de uma população com a mesma variabilidade genética / não é? Todo mundo cruza com todo mundo / você tem um fluxo gênico / como o fluxo gênico sendo mantido dentro da população não tem isolamento reprodutivo.
96	Keira: E eu acho muito interessante tipo / os humanos. Tem humano de tudo quanto é jeito sabe? Até vamos supor / mil anos atrás eu acho que era mais separado assim. E mesmo / é / mesmo com esse isolamento geográfico um um alguém lá da África do Sul consegue cruzar com alguém da Finlândia sabe? Não sei.
97	P: Aí é questão do gosto/ não é?
98	Keira: É.
99	Professora: Aí é ((inaudível))
100	Keira: É / sabe / não foi suficiente.
101	Professora: É.
102	Roberto: Você acha ((inaudível))
103	Keira: Não / eu estou falando assim. Eles / até os últimos mil anos eram mais separados. Não tinha muitos meios de comunicação / pessoas voando / sabe?
104	Brita: Avião.
105	Keira: É ((risos)). Bom agora não. Agora é tudo misturado não é? ((inaudível))
106	Lola: É.
107	Pesquisadora: Gente ó / então olha só. Ta bom / vocês estão falando / Keira deu um exemplo de evolução que seria um exemplo de evolução gradual ta? Ninguém teria uma forma de pensar a evolução aos saltos? Uma um uma evolução de uma espécie / mudança de uma espécie para outra / de uma forma mais rápida. Vocês falaram do tempo de cada um também não é / que é uma coisa interessante. Cada é / por exemplo / tipo um organismo que vai reproduzir mais rápido / talvez a mudança também seja mais rápida das espécies / da população.
108	Keira: Sabe o que eu acho mais difícil disso da / da dessa mutação abrupta assim é porque se ele explicasse assim envolve / envolve mutação. E mutação é aleatória. Se uma / uma grande população se alterar todo mundo / alterar os genes de todo mundo aleatoriamente de modo a formar uma única espécie / eu acho uma coisa tão tão difícil.
109	Roberto: Pode falar de bactérias. As bactérias / se ela a reprodução dela é rápida e elas tem um grande /
110	Keira: Mas aí / ó. Eu acho / eu to pensando um pouco diferente. Eu to mudando a escala sabe? Tipo bactérias tem a reprodução de um jeito. Humano demora mais / sabe? Eu to levando o ((inaudível)) de genes na escala da bactéria e na escala para humano sabe?
111	Pesquisadora: Então / mas se a gente pensar / ta / eu estou falando em mutação / e surgimento de variabilidade na população. E a gente não pode pensar em processos que diminuiriam essa variabilidade? Como que a gente?
112	Keira: Processo que diminuem a variabilidade?
113	Professora: Será que seria possível / por exemplo / não é / alguns exemplos naturais / não é / tipo terremoto / maremoto ou outra coisa qualquer/ por acaso / não é / é preservar alguns indivíduos que tenham certas características que não obrigatoriamente sejam as mais adaptativas a um determinado local. Mas simplesmente por acaso / Imaginem um tronco que tenha caído durante um terremoto / que tenha caído no mar e que tenha sido levado para um outro lugar e esse tronco ele traria larvas de um certo inseto e e por mero acaso essas larvas teriam pouquíssima variabilidade genética. E esse tronco chega numa

	ilha inabitada por aquele por aquele animal. O que é que poderia acontecer nesse caso? Será que nesse caso a especiação seria um processo tão lento quanto esse processo que vocês colocaram para a gente ou poderia acontecer de uma forma mais rápida? Entenderam o exemplo?
114	Keira: Sim.
115	Lúcio: Eu acho que poderia ser de uma forma mais rápida.
116	Professora: Por que?
117	Lúcio: Porque tipo no primeiro caso digamos que / para ter essa mudança / digamos a criação de novas espécies num determinado meio / o meio sendo igual para todos os indivíduos / mas seria mais difícil / seria muito mais demorado para que o ambiente ((inaudível)). Então pode ser que o meio exercesse certa influência sobre os indivíduos e esse novo meio fosse uma nova um novo uma nova pressão / digamos assim. Isso pode ter sido tipo / modificado.
118	Pesquisadora: Quem mais explicaria esse exemplo aí da P? O que é que vocês acham? Dá para fazer uma especiação mais rápida numa situação dessas?
119	Professora: Pensando no grande tempo que tem de vida na Terra. Será que já pode ter acontecido isso algumas vezes?
120	Keira: Sim. É uma possibilidade.
121	Professora: Ham / Por exemplo / tem uma enchente enorme que chegou no topo das árvores. No topo das árvores você tinha algumas aves nidificando lá. Algumas aves / não é / algumas / alguns poucos é indivíduos que que ficam lá. Aí acabou a enchente e então sobram o que? A variabilidade genética foi modificada? Você pode ter especiação? Imagina um ambiente em que / Vocês viram que o nível do mar subiu e desceu. Será que seria possível isso acontecer? Você é / você preservar alguns indivíduos independente do seu do seu genótipo? Independente de suas características. Simplesmente por acaso? Porque sobreviveram a uma catástrofe ou porque eles é / boiaram na água / ou porque eles foram levados pelo vento / qualquer coisa assim.
122	Keira: É possível. Porque igual. Sabe o que para mim eu acho complicado? É a formação de uma nova espécie por causa disso sabe. Continua a mesma espécie. Pelo menos aquela geração continua. Como é que / eu não sei se eu estou entendendo do jeito que vocês gostariam que eu tivesse entendido / mas eu não consigo ver a uma uma nova espécie de uma geração para a outra.
123	Pesquisadora: Mas pensa em / não de uma geração para outra. A gente está pensando /
124	Professora: O que é / o que é que está acontecendo não é?
125	Pesquisadora: É.
126	Professora: Eu acho que a idéia da Lola é ótima! O pouco tempo não significa o pouco tempo nosso/ não é? A partir de poucos poucas gerações e nunca poucas gerações são duas/ três/ não é?
127	Roberto: Ô professora / é no caso a criação de novas espécies teria precisado haver mutações ((inaudível)) naquele ambiente ((inaudível)) para depois porque assim um é esse/
128	P: Sim/ mas veja bem/ esse processo que é é. Esse processo que ocorreu dessa forma que eu expliquei. Será mais rápido ou mais lento do que o outro?
129	Keira: Mais rápido.
130	Professora: É / é.
131	Pesquisadora: Digamos que essas mesmas esses indivíduos estão lá no meio antigo em que não aconteceu nada ou então aconteceu isso. Será que é mais fácil formar uma nova espécie nova naquele ambiente que estava do jeito que ele estava ou naqueles que sofreram esse processo / que foram isolados em uma ilha?

132	Keira: Se eles foram isolados e a variabilidade é pequena. Uma pequena diferença de um indivíduo / de uma populaçãozinha para outra pode ter uma uma nova espécie. Porque eles são quase todos iguais. Aí um tem chifre e outro não tem / sabe / apesar de que chifre é uma coisa não é / assim tão tão complexa difícil de dizer. Mas / ta / vai ver o que tem chifre se defende melhor de algum bicho e tal / é uma aquela característica é uma característica extremamente importante porque eles são quase todos iguais e tal e
133	Roberto: É/ mas isso pode ser que forme uma nova espécie/ não é ((inaudível))?
134	Professora: Pode ser que não. Claro que não. Mas pode ser que sim? O abrupto aí gente/ não é de uma hora para outra/ não é Pesquisadora?
135	Pesquisadora: Não é em uma geração.
136	Professora: Não é em uma geração. É / mas é em um menor / vamos pensar assim / em um menor período de tempo do que se isso fosse acontecer ((inaudível)) / ta? Existe outros exemplos também. Eu acho que seria o caso da gente de fato trazer uns exemplos para que a gente pudesse discutir sobre eles. Não é? É possível / se isso acontecer / a gente ter é um tipo de especiação que não é tão lentamente como no caso que a gente viu na aula / ok?
137	Pesquisadora: Então gente ó / só para / a gente não vai conseguir discutir a terceira questão hoje/ mas aí na próxima aula no comecinho / a professora
138	Professora: Não na próxima. Na próxima é prova não é?
139	Pesquisadora: Na outra quarta feira. Aí a gente discute a três ta / e fecha. Então só para fechar / o seguinte / quanto às duas respostas aqui / uma resposta que vocês deram é uma resposta está dentro da teoria sintética da evolução / a gente / e desde Darwin não é? A evolução acontece gradualmente a partir de/ vocês explicaram aqui. E a segunda é é uma propôs é é uma nova crítica à teoria sintética que é/ será que essa evolução se dá sempre de forma gradual ou a gente tem momentos em que essas essas mudanças são graduais / mas em determinados momentos isso acontece de uma forma mais rápida / mais abrupta. Ou seja / esse exemplo de você ter uma população grande que sofre / passa por um processo de um é uma catástrofe ambiental / ou acontece uma enchente / alguma coisa. Aí ela perde muito dessa variabilidade genética que ela tinha como população / não é? E e aí diminui muito/ não é é sua variabilidade / vão ter menos / provavelmente vão ter menos indivíduos e esses indivíduos não vão ter aquela variabilidade de genes que tinha a população anterior. Será que essa pequena população agora ela pode se tornar uma nova espécie de uma forma mais rápida do que antes / quando ela tinha uma variabilidade muito maior? Segundo esses autores / não é / um deles é o Stephen Jay Gould / pode e é assim que acontece. E aí a gente tem uma polêmica. Uma questão em discussão / será que pode acontecer? Será que acontece assim ou não? Será que é gradual / ou será que geralmente é gradual / mas em alguns momentos isso pode acontecer? A gente não vai dar uma resposta final para vocês não. É uma discussão na biologia.
140	Professora: Que ainda está /
141	Pesquisadora: Então gente / vocês me devolvem a atividade e na próxima aula a gente discute.