

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

ARGUMENTATION IN BIOLOGY CLASSROOMS ABOUT THE SYNTHETIC THEORY OF EVOLUTION

Marina de Lima-Tavares¹
Eduardo Fleury Mortimer²
Charbel Niño El-Hani³

¹Universidade Federal de Minas Gerais/DMTE/FAE, e-mail: marina_tavares@hotmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais/DMTE/FAE, e-mail: mortimer@netuno.lcc.com.br

³Universidade Federal da Bahia/Instituto de biologia, e-mail: charbel.elhani@gmail.com

Resumo

Esse trabalho analisa a argumentação de alunos de duas turmas do terceiro ano do ensino médio durante a discussão de 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 geral se desdobra em outras: Que tipos de movimentos discursivos os alunos realizam na argumentação? Que conceitos evolutivos os alunos mobilizam em seus argumentos? Em que níveis epistêmicos de abstração os conceitos evolutivos são articulados nas justificações dos alunos? As discussões analisadas ocorreram após o ensino das unidades didáticas sobre evolução. Essas unidades didáticas também foram analisadas para verificarmos os contextos das salas de aula estudadas. Os resultados mostraram que os alunos da turma lecionada pela professora Sônia desenvolveram argumentos mais elaborados que os alunos da turma lecionada pela professora Camila. Eles são interpretados em termos de diferenças relevantes verificadas nos contextos dessas turmas.

Palavras-chave: argumentação, ensino e aprendizagem de evolução, discurso, sala de aula de biologia.

Abstract

This work analyzes the argumentation that students of two groups in high school grade 12 carried out when addressing aspects of the synthetic theory of evolution. The main research question was: How do the students develop arguments while discussing questions related to the synthetic theory of evolution? This general question can be divided into others: What kind of discursive movements do the students make evident in the discussion? What kind of evolutionary concepts do the students employ in their discussions? In what epistemic levels of abstraction do the students articulate the evolutionary concepts used in their justifications? The analyzed discussion took place after evolution teaching. We also analyzed the teaching sequences in order to verify the classroom contexts in which each group was located. Our investigation shows that students taught by the teacher Sônia have developed more elaborated arguments than those taught by the teacher Camila. This conclusion must be considered in relation to relevant differences found in the context of each class.

Keywords: argumentation, evolution teaching and learning, discourse, Biology classroom.

INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se uma grande quantidade de pesquisadores da área de ensino de ciências que dão destaque ao 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 idéia clara das práticas sociais da ciência, bem como desenvolver um conhecimento e compreensão dos critérios avaliativos usados para estabelecer as teorias no meio científico. Eles consideram que, se a educação tem como objetivo ajudar os estudantes 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 e Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008).

Com relação às ações esperadas dos estudantes em um processo de argumentação, Jiménez-Aleixandre (2008) destaca que ao argumentar os estudantes devem: 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.

Esse trabalho se insere na linha de investigação sobre argumentação em sala de aula de ciências. Ele analisa a argumentação de alunos de biologia do terceiro ano do ensino médio durante a discussão de questões sobre a 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?

Nós consideramos a argumentação como um processo social de justificação de alegações, tendo a avaliação do conhecimento em seu núcleo (Jiménez-Aleixandre, 2008) e 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).

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. Essa polêmica é evidenciada: no âmbito da produção do conhecimento científico, no âmbito da produção do conhecimento científico escolar e ainda, na multiplicidade de interpretações decorrentes de dificuldades dos alunos de compreender conceitos evolutivos.

No âmbito da produção do conhecimento científico, a polêmica do tema evolução é verificada nas várias críticas realizadas por biólogos evolutivos à teoria sintética da evolução. 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 ao estudar alunos americanos, considerou que parte das dificuldades de aprendizagem de evolução dos alunos estava relacionada a fatores como a sua religiosidade e as suas variadas epistemologias pessoais, ou as suas visões de mundo (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 verificaram que eles reagiam 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).

Uma segunda razão que nos levou a optar por trabalhar com o tema evolução foi a relevância dessa teoria, tanto no âmbito da ciência quanto nos parâmetros curriculares brasileiros. No âmbito da ciência, a evolução é considerada, por boa parte dos pesquisadores da biologia, o eixo central e unificador das ciências biológicas (Dobzhansky, 1973; Futuyma, 1993; Meyer & El-Hani, 2005). Já nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCN+), a evolução é apontada como um dos seis temas biológicos estruturadores do ensino médio (PCN+, 2002).

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 frequentemente são inconsistentes com os conhecimentos aceitos pela biologia evolutiva atual (Jiménez-Aleixandre 1996; Jensen & Finley, 1996; Shtulman, 2006; Kampourakis & Zogza, 2007). Eles têm discutido a aprendizagem de uma série de conceitos e teorias evolutivas importantes. 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. 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, pois essas abordagens aumentaram 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.

METODOLOGIA

Nesse trabalho, nós filmamos e fizemos anotações de campo das sequências de aulas de evolução de duas turmas do terceiro ano do ensino médio, lecionadas por distintas professoras (professora Camila¹ e professora Sônia). Essas sequências foram filmadas nos meses de Outubro a Dezembro de 2006 (turma da professora Camila) e de Setembro a Novembro de 2007 (turma da professora Sônia) e apresentaram duas fases: (1) as aulas desenvolvidas pelas professoras de 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.

Análise da argumentação

Para responder a nossas questões de pesquisa, foram desenvolvidas, aplicadas e discutidas, nas duas turmas do terceiro ano do ensino médio, atividades com questões que abordam aspectos da teoria sintética da evolução que foram ou ainda são alvo de discussão no meio científico. Cada questão consiste em uma situação-problema e apresenta duas possibilidades de resposta. Cada possibilidade de resposta foi considerada por nós como um argumento e solicitou-se que os alunos optassem por uma delas, por ambas, ou por nenhuma, e justificassem o seu posicionamento. Os alunos das duas turmas inicialmente foram orientados a discutir as questões em pequenos grupos e, posteriormente, a apresentar e discutir os argumentos defendidos por seus grupos com toda a turma. A discussão final, envolvendo toda a turma, foi analisada em termos da argumentação dos alunos. A questão discutida neste trabalho será apresentada nos resultados.

Em nossas análises, nós focamos em dois aspectos principais: os movimentos discursivos dos alunos na estrutura da argumentação e os modos pelos quais os conceitos evolutivos eram articulados em seus argumentos. Para isso nós buscamos identificar na discussão de cada questão: (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 e; (4) os níveis epistêmicos (ou níveis de abstração) em que esses conceitos eram articulados pelos alunos.

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.

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.

¹ Os nomes de professores e alunos que aparecem nesse trabalho são fictícios.

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 nos trabalhos de Kelly e Chen (1999) e Kelly e Takao (2002). Em um desses trabalhos, Kelly e Chen (1999), que usam uma série de níveis 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. Assim, para explorar os níveis epistêmicos de abstração dos conceitos evolutivos articulados nas justificações dos alunos nós elaboramos uma escala 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. As categorias que fazem parte dessa escala apresentam-se em um grau crescente de abstração: (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 e; (5) proposições teóricas gerais discutindo processos evolutivos não específicos à questão discutida. 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 (2002), nós consideramos que um bom argumento deve articular evidências em diferentes níveis epistêmicos.

Análise dos contextos das turmas

Nesse trabalho também analisamos as unidades didáticas desenvolvidas pelos professores para trabalhar o tema evolução nas duas turmas estudadas, 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 e de seus alunos; 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) e as formas como os alunos interferiam nas aulas, em termos da quantidade de episódios iniciados e conteúdos abordados nesses episódios.

Para isso, uma série de mapeamentos das unidades didáticas das duas turmas foi realizada: (1) mapeamento geral das aulas por temas abordados pelo(a) professor(a) em termos da dinâmica e duração de cada aula; (2) mapeamento das aulas por episódios e; (3) mapeamento dos episódios de conteúdo iniciados por questões e afirmações de alunos.

O primeiro mapeamento (ver quadro 1) organizou as sequências de aulas lecionadas. Um dos objetivos desse mapeamento foi o de fornecer uma visão clara de como o tempo foi utilizado nas unidades didáticas das professoras para o desenvolvimento dos temas evolutivos, os temas desenvolvidos por cada uma delas e as dinâmicas² realizadas em suas aulas. Além disso, esse mapa explicitou o tempo utilizado para a aplicação e discussão das atividades com questões relacionadas à teoria sintética da evolução em cada turma.

Quadro 1: Mapa geral das aulas

Aula	Data	Tempo em hora aula	Assuntos Abordados	Dinâmica da aula
-------------	-------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------

Posteriormente, as duas turmas tiveram os vídeos de suas aulas assistidos e mapeados em mapas de episódios. A idéia 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. 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 2.

Quadro 2: Mapa de episódio

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

O terceiro mapeamento das aulas foi o mapeamento de episódios de discurso de conteúdo iniciados pelos alunos. Os tópicos do mapeamento dos episódios iniciados por alunos estão ilustrados no quadro 3.

Quadro 3: Mapa de episódios das questões de discurso de conteúdo dos alunos

Aula (Episódio/ tempo)	Ator	Transcrição	Conteúdo temático
-------------------------------	-------------	--------------------	--------------------------

Nesse mapeamento, apenas os episódios de discurso de conteúdo com questões e afirmações iniciadas por alunos foram selecionados. Posteriormente, eles foram transcritos, tiveram os seus protagonistas identificados e foram submetidos a uma análise em termos do conteúdo temático abordado pelos alunos.

² Consideramos que as dinâmicas das aulas são os tipos de aula desenvolvidos pelos professores em suas seqüências 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.

RESULTADOS

CONTEXTOS DAS TURMAS

(1) Turma lecionada pela professora Camila

Essa turma 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 da região metropolitana de Belo Horizonte. Ele não tem laboratórios e os seus professores, em geral, não atuam em atividades de pesquisa. A turma era mista e apresentava um total de 15 alunos, com a faixa etária de 17 a 20 anos. Os alunos dessa turma, em sua maioria, apresentavam um baixo nível sócio econômico e tentavam compatibilizar estudo e trabalho. As aulas ocorriam no turno da noite e boa parte dos alunos trabalhava durante o dia. A professora da turma é bióloga e, na época das filmagens, estava matriculada em um curso de pós-graduação *lato-sensu*. Ela tinha, aproximadamente, cinco anos de docência.

Nessa turma, foram acompanhadas 14 aulas. 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, das questões sobre aspectos da teoria sintética da evolução. As aulas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 corresponderam à unidade didática desenvolvida pela professora Camila para trabalhar com o tema evolução. Essa unidade didática teve a duração total de 7 horas e 20 minutos e apresentou aulas expositivas e aulas de correção de exercícios do livro didático, de trabalhos e de provas. Os temas de evolução abordados foram: relação entre fixismo e evolução; 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 nessas aulas, com a professora Camila discutindo sobre doenças genéticas e formas de herança de características genéticas.

Com relação à participação dos alunos, verificamos que eles iniciaram 41 episódios durante as aulas. Nesses episódios os alunos realizaram questionamentos e afirmações sobre os temas: genética, com a discussão de tópicos como a formação de gametas, a síndrome de Turner, mecanismos de herança e semelhanças entre irmãos gêmeos; fixismo e evolução; parentesco homem e macaco; AIDS; mutação; órgãos vestigiais; fósseis; mudanças no ambiente; tendências evolutivas; relação seleção natural e extinção; especiação e migração. Em vários episódios os alunos fizeram comparações entre os conhecimentos religiosos e científicos, questionamentos a aspectos considerados 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. Esses alunos também apresentaram dificuldades em acompanhar o desenvolvimento dos temas das aulas por não dominarem alguns conceitos, como, por exemplo, DNA e mutação. Ao longo das aulas, verificamos que a professora Camila explorou e discutiu boa parte das questões e comentários dos alunos, mesmo quando se tratavam de aspectos religiosos. Além disso, ela retomou e revisou temas de outras unidades, considerados necessários para o desenvolvimento dos conteúdos sobre evolução.

(2) Turma lecionada pela professora Sônia

Essa turma estudava em colégio público federal de ensino técnico, localizado na

cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Esse colégio oferece ensino profissional concomitante ao ensino médio aos alunos que ingressam por concurso público e apresenta professores com formação de mestrado e doutorado, além de uma boa estrutura de laboratórios e de salas de aulas. Sua equipe adota a postura de incentivar a autonomia dos alunos em seu processo de aprendizagem. A turma era mista e apresentava um total de 20 alunos, na faixa etária de 17-18 anos, que tinham aulas tanto pelas manhãs (aulas do ensino médio) quanto durante as tardes (curso técnico de patologia clínica). A professora de biologia da turma é uma bióloga com doutorado em educação e, além de exercer a atividade de ensino há mais de 15 anos, ela desenvolve pesquisas na área de ensino e aprendizagem de biologia.

Foram acompanhadas 16 aulas nessa turma. As aulas 14, 15 e 16 foram utilizadas para a realização e discussão das atividades com os alunos. Já as aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 foram aquelas em que a professora desenvolveu sua unidade didática e trabalhou com o tema evolução. Essa unidade didática teve a duração de 14 horas e 10 minutos e em sua condução, a professora Sônia realizou uma série de dinâmicas que requeriam uma maior participação dos estudantes, além de aulas expositivas, 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. Os temas evolutivos abordados foram os mesmos abordados pela professora Camila em sua turma. Com relação à genética, a professora Sônia trabalhou com o equilíbrio de Hardy-Weinberg e discutiu sobre aspectos da genética de populações.

Com relação à participação dos alunos durante as aulas da professora Sônia, verificamos que os alunos iniciaram um total de 68 episódios. Nesses episódios, os alunos realizaram questionamentos e afirmações sobre os temas: mutações; formação de raças e mecanismos de especiação; representação de exercícios e interpretação de gráficos e ilustrações sobre evolução; teorias de Darwin; anatomia e fisiologia da planta do milho; características e formação do calcário; mitocôndrias; equilíbrio populacional; evolução humana; irradiação adaptativa e níveis de complexidade dos seres vivos. A participação dos alunos, nessa 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. Nesses episódios, os alunos não apenas respondiam a questões da professora, mas também desenvolviam junto com ela as idéias em discussão. Consideramos que esses alunos demonstraram acompanhar os temas desenvolvidos na unidade didática da professora Sônia, visto que apresentaram idéias próprias, realizaram questionamentos e auxiliaram no desenvolvimento de conceitos evolutivos em vários momentos das aulas dessa unidade didática. Ao longo das aulas, verificamos que a professora Sônia manteve uma postura de estimular a participação dos alunos no desenvolvimento dos temas discutidos e a desenvolver melhor suas idéias. É importante destacar, no entanto, que ela focou a discussão dos conteúdos no âmbito dos conhecimentos da ciência.

ARGUMENTAÇÃO

Os resultados da argumentação da questão que discute o processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva nas turmas da professora Camila e Sônia são apresentados, respectivamente, nos quadros 4 e 5 abaixo e discutidos em seguida.

Quadro 4: Movimentos discursivos na argumentação – turma da professora Camila

Aluno / Grupo	Turno de fala	Movimento discursivo na argumentação
Cláudia / 1	50	Apresentou justificção em defesa do argumento “b”

Igor / 1	53	Co-construção de justificação em defesa do argumento “b”
Marcio / 2	64	Apresentou justificação em defesa do argumento “b”
Ramon / 2	73	Co-construção de justificação para refutar o argumento “a”
Igor / 1	91,93, 95,97	Apresentou justificação em defesa do argumento “b”

Quadro 5: Movimentos discursivos na argumentação – turma da professora Sônia

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”

A questão analisada neste trabalho discute 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. A análise das discussões dessa questão nas turmas da professora Camila e Sônia nos possibilitou verificar algumas semelhanças e diferenças entre a argumentação ocorrida nessas turmas.

Em termos de posicionamento dos pequenos grupos em suas atividades escritas com relação aos argumentos da questão, verificamos que, na turma lecionada pela professora Camila, os três pequenos grupos posicionaram-se a favor do argumento “b”, que traz a idéia de restrições históricas à evolução. Na turma lecionada pela professora Sônia, verificamos a ocorrência de distintos posicionamentos. Dos quatro pequenos grupos formados, os grupos 1, 3 e 4 posicionaram-se a favor do argumento “a”, que considera que não há restrição para o surgimento de novas variações ao longo do processo evolutivo, e o grupo 2 posicionou-se a favor do argumento “b”.

Em termos da participação dos pequenos grupos na discussão geral da questão, verificamos que, na turma lecionada pela professora Camila, 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 lecionada pela professora Sônia, representantes de todos os quatro pequenos grupos apresentaram justificações para os seus posicionamentos durante a discussão geral da questão. Um aspecto interessante a ser destacado é que apenas na turma lecionada pela professora Sônia a discussão da questão teve a participação da professora.

Em termos de conceitos articulados verificamos que, na turma lecionada pela professora Camila, alguns alunos 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 dos alunos dessa turma foi relacionada a temas paralelos, desvinculados da questão, com muitos desses temas refletindo uma falta de domínio de alunos sobre conceitos de outras unidades didáticas e mesmo de outros anos letivos. Além disso, em alguns turnos de fala explicitados por alunos dessa turma, conceitos evolutivos eram articulados de forma pouco clara, seja com relação ao significado dado pelo aluno aos conceitos, seja com relação ao seu papel na justificação do aluno ao argumento defendido ou refutado. Na turma lecionada pela professora Sônia, a discussão manteve o foco no tema da questão, com os alunos discutindo aspectos 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.

Em termos de movimentos no discurso argumentativo e de articulação de conceitos a diferentes níveis epistêmicos, verificamos que, na turma lecionada pela professora Camila, 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, em que alunos de um mesmo grupo desenvolviam argumentos em conjunto. Os conceitos articulados nas justificações dos alunos dessa turma foram classificados nos níveis epistêmicos 2, 3 e 4, o que mostra que o grupo transitou entre a apresentação de dados e de teorias evolutivas. Ainda em termos de articulação de conceitos, verificamos os alunos Marcio e Ramon apresentaram o posicionamento de seu grupo de forma clara, articulando bem os conceitos evolutivos com um exemplo desenvolvido pelo grupo sobre a impossibilidade do cruzamento entre uma leoa e um leopardo. Verificamos também que os alunos Cláudia e Igor (turnos de fala 50 e 53) articularam os conceitos evolutivos de forma pouco clara, sendo difícil compreender o que eles se referiam ao apresentarem idéias como: “a gente possui as mesmas características, mas com genéticas bem diferentes” ou “todos possuem estruturas físicas parecidas, mas com genéticas bem diferentes”. Já em sua fala, o aluno Igor articulou os conceitos de ancestral comum e a idéia de intensidade na ocorrência de variações em sua justificação em defesa do argumento “b”.

Na turma lecionada pela professora Sônia, 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 “b”. Dentre os movimentos realizados, as alunas Lola e Keira apresentaram posicionamentos distintos aos de seus grupos e os justificaram. Nesse momento, Keira acrescentou um novo dado à discussão - o exemplo das nadadeiras dos peixes e dos golfinhos. Já Lola apresentou e discutiu o exemplo da impossibilidade de cruzamento entre elefante e girafa. Verificamos ainda, que Lola fez

um questionamento ao significado do exemplo da questão e apresentou duas possibilidades de interpretação para ele. Verificamos ainda que a aluna Vanessa articulou conceitos que não foram muito além do que estava dito na questão e que o aluno Lúcio, em sua justificção, apresentou um novo exemplo (aves que caçam no mar e pegam peixes) e explicitou uma idéia lamarckista, ao falar na possibilidade dessas aves mudarem suas estruturas corporais devido à necessidade. Nas justificções 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 dados, seja o próprio exemplo do exercício, seja acrescentando novos exemplos à discussão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa análise, verificamos que argumentação da questão sobre o processo responsável pelos padrões de mudança evolutiva foi mais desenvolvida na turma lecionada pela professora Sônia do que na turma lecionada pela professora Camila. Isso foi verificado tanto em termos da quantidade e variedade de movimentos relevantes apresentados pelos alunos na argumentação, quanto em termos de domínio e clareza na articulação de conceitos articulados por eles. Com relação aos níveis epistêmicos articulados nas duas turmas não verificamos diferenças relevantes, visto que ambas as turmas articularam os conceitos aos níveis 2, 3 e 4, discutindo a questão, tanto ao nível dos dados - com a apresentação e discussão de exemplos, seja do exercício, sejam novos - quanto ao nível mais teórico.

Interpretando esses resultados, tendo como pano de fundo os contextos característicos de cada turma, podemos considerar que algumas diferenças foram relevantes para os resultados encontrados na argumentação dos alunos das duas turmas. Uma diferença verificada está nos colégios em que cada turma foi lecionada. Esses colégios apresentavam distintos critérios de seleção de alunos, além de distintos objetivos em sua formação. Outra diferença é relativa ao domínio de conceitos biológicos necessários para as discussões sobre evolução. Na turma lecionada pela professora Sônia os alunos apresentavam um maior domínio desses conceitos básicos. Uma terceira diferença é relativa à possibilidade de os alunos explicitarem crenças religiosas em sala de aula e também à necessidade dos alunos de cada turma de fazê-lo. Nesse caso, na turma lecionada pela professora Camila, os alunos tanto tiveram uma maior necessidade em explicitar suas crenças religiosas, quanto foram mais autorizados pela professora a fazê-lo. Um quarto aspecto a ressaltar é o fato de os alunos da turma lecionada pela professora Sônia terem mais costume em participar de discussões em sala de aula e em expressar os seus posicionamentos relativos a diferentes temas biológicos.

Concluimos assim, que o conteúdo discutido em sala de aula não foi, por si só, o fator determinante das argumentações verificadas. Consideramos, ainda, que uma compreensão dos ambientes de aprendizagem em discussões sobre argumentação em sala de aula de ciências é essencial tanto para a interpretação adequada dos resultados da argumentação ocorrida nesse espaço social, 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.

REFERÊNCIAS

Anderson, R. D. Teaching the theory of evolution in social, intellectual and pedagogical context. *Science Education*, 91, 664-677. 2007

Dobzhansky, Th. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**. March, p. 125-129. 1973.

Driver, R; Newton, P.; Osborne, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **John Wiley & Sons, Inc**. 2000.

Futuyma, D. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: SBG/CNPq. 1993.631p.

Gould, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge-MA: Harvard University Press. 2002.

Jensen, M. S.; Finley, F. N.; Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. **J Res Sci Teach**. 33(8): 879 – 900. 1996.

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.; Rodrigues, A. B.; Duschl, R. A. “Doing the lesson” or “doing science”: argument in high school genetics. **John Wiley & Sons, Inc**. 2000.

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.

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. **J Res Sci Teach**. 36, 883–915. 1999.

Kelly, G. J.; Takao, A. Epistemic Levels in Argument: An Analysis of University Oceanography Students’ Use of Evidence in Writing. **Sci Educ**. 86, 314–342. 2002.

Kuhn, D. **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press. 1991.

Lima-Tavares, M. **Uma Análise Lakatosiana da Teoria Gaia**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências. 2002.

Meyer, D; El-Hani, C. N. **Evolução o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP. 2005.

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.

Passmore, C; Stewart, J. A modelling approach to teaching evolutionary biology in High Schools. **J Res Sci Teach**. 39 (3): 185 – 204. 2002.

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**. Vol9, n. 2, Agosto de 2004.

Shtulman, A. Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution, **Cognitive psychology**, 52: 170–194. 2006.

Toulmin, S. E. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 2006.

Wilson, Evolution for Everyone: How to increase acceptance of, interest in, and knowledge about evolution. **Plos Biology**. v.3, 12, e364. 2005.