

O valor heurístico e pedagógico da linguagem teleológica no ensino de evolução

The heuristic and pedagogical value of teleological language in evolution teaching

Claudia Sepulveda¹

Nei Nunes Neto²

Charbel Niño El-Hani³

¹Universidade Estadual de Feira de Santana/ Departamento de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS), causepulveda@ig.com.br

² Universidade Federal da Bahia/Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento (UFBA), nunesneto@gmail.com

³Universidade Federal da Bahia/Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento (UFBA), charbel@ufba.br, charbel.elhani@pesquisador.cnpq.br

Resumo

Na literatura em didática das ciências, há uma polêmica sobre a legitimidade do uso da linguagem teleológica na sala de aula de biologia. Neste artigo, propomos que o uso da linguagem teleológica em sala de aula apresenta um valor heurístico e pedagógico para a construção de significados sobre as explicações darwinistas para a origem das adaptações. Defendemos esta proposição a partir de: (1) uma análise de argumentos da filosofia da biologia de que a explicação darwinista da adaptação apresenta um caráter teleológico; (2) da apresentação de argumentos em favor da adoção de uma visão mais positiva em relação ao uso de formulações teleológicas e até mesmo antropomórficas em sala de aula, propostos por alguns estudos em ensino e aprendizagem de biologia; e (3) de uma análise de interações discursivas em uma sala de aula de biologia do ensino médio.

Palavras-chave linguagem teleológica, ensino de evolução, explicações darwinistas.

Abstract

In the science education literature, there is a polemic about the legitimacy of using teleological language in the biology classroom. In this paper, we propose that the use of teleological language in the classroom has a heuristic and pedagogical value in the meaning making about Darwinist explanations for the origins and diversification of organic form. We argue for this claim based on: (1) an analysis of arguments from the philosophy of biology to the effect that the Darwinist explanation of adaptation has a teleological character; (2) a presentation of arguments for the adoption of a more positive view about the use of teleological and even anthropomorphic formulations in the classroom, as proposed by some studies on biology teaching and learning; and (3) an analysis of discursive interactions in a high school biology classroom.

Keywords. Teleological language, evolution education, Darwinist explanations.

INTRODUÇÃO

Há na biologia um debate acerca da legitimidade ou não do uso de explicações teleológicas e de seu estatuto como modo de explicação nesta ciência (Mayr, 1988). Este debate tem alimentando outra polêmica, relativa à legitimidade das formulações teleológicas na sala de aula de biologia. Inicialmente, consideraremos o debate no campo da biologia e, em seguida, estenderemos nosso argumento para o ensino de biologia.

Segundo Mayr (1988, p. 41), a polêmica em torno da linguagem teleológica na biologia pode ser resumida do seguinte modo: De um lado, desde que o mecanicismo rejeitou o princípio finalístico¹ nas explicações de fenômenos naturais, um grande número de objeções tem sido dirigido às explicações teleológicas na biologia, sob o argumento de que as mesmas implicariam conflitos com a causalidade físico-química. De outro lado, vários biólogos insistem em afirmar que o uso da linguagem teleológica apresenta grande valor heurístico para suas investigações.²

As explicações teleológicas têm sido criticadas por supostamente implicarem o endosso de doutrinas metafísicas e teológicas que não são compatíveis com pressupostos metafísicos fundamentais no discurso científico contemporâneo. De fato, desde filósofos da Antigüidade até alguns filósofos contemporâneos vitalistas, como Bergson, processos fisiológicos, adaptações ao ambiente e comportamentos que, aparentemente, servem a um propósito, têm sido atribuídos à ação de forças vitais não-materiais. Entretanto, este tipo de teleologia foi veementemente rejeitado pela biologia do século XX e as proposições teleológicas da biologia moderna não mais implicam – nem **devem** implicar – a aceitação de forças sobrenaturais (Mayr, 1988, p.40).

Outra objeção feita ao emprego da linguagem teleológica consiste no risco de incorrer-se em antropomorfismos. O uso de expressões como ‘dirigido para um objetivo’, ‘com o propósito de’, ‘útil’ parece implicar a transferência de qualidades humanas, como intencionalidade, propósito, deliberação e planejamento, às estruturas orgânicas.

Por fim, há também a objeção de que formulações teleológicas implicam a suposição de que eventos futuros podem causar ou de algum outro modo determinar eventos que os antecedem (Mayr 1988, p.40). Este pressuposto é conflitante, por sua vez, com a compreensão moderna da causalidade.

A despeito de tais objeções, muitos filósofos e biólogos (*e.g.*, Taylor 1964; Wright [1973]1994; Mayr, 1988) têm afirmado que a eliminação da linguagem teleológica das proposições acerca de um número significativo de processos biológicos levaria a uma grande perda no conteúdo de tais proposições e, conseqüentemente, na análise dos respectivos processos (Sepulveda, 2003, p. 139).

De acordo com Molina (2004), na didática das ciências prevaleceu a posição defendida por Hempel (1965), a saber, a de aceitar as explicações teleológicas apenas no contexto do comportamento consciente humano, considerando seu uso inadequado na biologia. As revisões feitas por Tamir, Zohar e Ginossar (Tamir; Zohar, 1991; Zohar; Ginossar, 1998) constataram o domínio na literatura de trabalhos com interesse em mostrar que as afirmações teleológicas têm um papel negativo na aprendizagem de biologia, em

¹ Trata-se do princípio de que o mundo se encontra organizado com vistas a fins, bem como que explicar todo e qualquer evento natural significa apontar a meta final para o qual o evento se dirige.

² Existem outras interpretações acerca das formulações teleológicas na biologia que possivelmente não são contempladas por esta caracterização do debate feita por Mayr, como aquela apresentada, por exemplo, por Ayala (1998) e Caponi (2002). Este não é o espaço, contudo, para nos estendermos nesse debate.

particular, na compreensão da teoria da evolução, de modo que elas devem ser combatidas com ferramentas didáticas poderosas.

Este posicionamento é questionado por Zohar e Ginossar (1998) com base no argumento de que, tanto para os estudantes como para os cientistas, a perspectiva teleológica tem sido uma ferramenta heurística significativa. Os autores sugerem que a discussão sobre o significado das afirmações teleológicas e antropomórficas ajuda a melhorar a compreensão dos estudantes, de modo que talvez fosse mesmo recomendável não tentar aboli-las. Com base em um estudo realizado com estudantes israelenses, Tamir e Zohar (1991) propõem que o uso de tais afirmações pelos alunos está relacionado ao seu interesse de comunicar-se melhor, de serem compreendidos pela audiência. Para Molina (2004), a proposta apresentada por estes autores nos adverte de que a decisão acerca do que se deve ou não ser ensinado precisa ter em vista não somente os argumentos epistemológicos, mas também argumentos psicológico-cognitivos e comunicativos.

Neste artigo pretendemos argumentar que o uso da linguagem teleológica apresenta um valor heurístico e pedagógico para a construção de significados sobre as explicações darwinistas para as adaptações. Pretendemos defender esta posição a partir de três estratégias: (1) discutindo argumentos da filosofia da biologia de que a linguagem teleológica permeia a biologia evolutiva, bem como de que há um modo de empregá-la que não só é apropriado, como cumpre um papel heurístico neste campo do conhecimento (Caponi, 2003); (2) discutindo argumentos da literatura em ensino e aprendizagem de ciências que defendem a adoção de uma visão mais positiva em relação ao uso de formulações teleológicas e antropomórficas na sala de aula de ciências (Molina, 2007; Zohar e Ginossar, 1998; Tamir e Zohar, 1991); (3) discutindo dados empíricos produzidos a partir da análise de interações discursivas em sala de aula de Biologia, mais especificamente, no contexto do ensino da teoria da evolução por seleção natural para uma turma do ensino médio.

Argumentos advindos da filosofia da biologia

A polêmica a respeito da legitimidade da linguagem teleológica na biologia apresenta uma versão específica no campo da biologia evolutiva, que tem particular interesse para o debate mais geral, na medida em que o darwinismo tem, decerto, papel central numa análise do estatuto da teleologia nesta ciência. Sintomaticamente, há autores que defendem que a grande contribuição do darwinismo foi prover a biologia de uma explicação não-teleológica da adaptação (Ghiselin, 1969; 1994). Outros argumentam, no entanto, que a própria explicação darwinista da adaptação apresenta um caráter teleológico (Lennox, 1993, 1994; Ayala, 1999; Brandon, 1990; Ruse, 2002; Caponi, 2003), o qual não implica a noção de ação deliberada de um artífice divino ou a idéia de uma meta transcendente que impulse a evolução (Caponi, 2003), nem tão pouco apela a causalidades retroativas (Brandon, 1990; Ruse, 2002). A natureza da explicação darwinista da adaptação a torna, entretanto, uma explicação fundamentalmente distinta das explicações mecanicistas da física (Caponi, 2003; Ruse, 2002).

Certamente, esta é uma descrição muito rasa deste debate, o qual mereceria uma análise mais aprofundada, entre outros aspectos, sobre o significado que estes autores atribuem à teleologia em seus argumentos. No entanto, este não é o foco de nosso trabalho. Para efeito do argumento que queremos desenvolver a respeito do valor heurístico do uso da linguagem teleológica no ensino de evolução, exploraremos aqui a análise de Caponi (2002; 2003) acerca da estrutura da explicação seletional, com base na qual ele argumenta que a explicação darwinista da adaptação tem caráter teleológico.

Analisando o objetivo explanatório das explicações darwinistas, Caponi (2003) propõe que é possível encontrar um isomorfismo significativo entre a explicação seletional e as

explicações intencionais, tais como àquelas empregadas pelas ciências humanas que apelam ao modelo da opção racional para explicar o comportamento humano. Caponi (2003, p. 1007) apresenta o seguinte modelo da explicação intencional:

Explanans:

- *Um agente P procura alcançar a meta S.*
- *Conforme os critérios e informações que guiam a ação de P, existem dois modelos alternativos (X e Y) de alcançar S; e também segundo estes critérios e informações, X constitui o melhor entre eles.*

Explanandum:

- *P opta por X.*

Este modelo contempla a noção de que a explicação intencional deve ser entendida mais como uma explicação de uma opção do que como uma explicação de uma ação. Deste modo, põe-se em evidência o fato de que a explicação intencional, assim como a explicação seletional, explica a retenção ou preferência de uma alternativa, a qual, entre outras possíveis, se apresenta em um contexto dado como a solução mais satisfatória para um determinado problema.

O modelo geral da explicação seletional proposto por Caponi (2002, p. 77; 2003, p. 1007) deixa claro que a explicação darwinista é uma explicação da diferença de frequência entre duas alternativas – ou mais especificamente, da maior incidência de uma variável fenotípica em relação a outra em uma população³ – que, à semelhança da explicação intencional modelada acima, nos diz por que algo pode ser melhor do que outra coisa em um determinado contexto, ao nos indicar uma opção ou uma preferência.⁴

Explanans:

- *Uma população P está submetida a uma pressão seletiva S.*
- *A estrutura X (presente em P) constitui uma melhor resposta a S que a alternativa Y (também disponível em P).*

Explanandum:

- *A incidência de X em P é maior que a de Y.*

Ao descrever este modelo, Caponi (2003, p. 1008) argumenta que os fatos descritos no *explanans* não se apresentam como uma *causa humeana* do fato descrito no *explanandum*: não há entre eles uma relação do tipo causa e efeito, mediada por leis físicas. A descrição das pressões seletivas a que estão submetidas às populações explica a retenção de uma estrutura mais adequada a estas condições, que pode tornar-se uma adaptação, não pelo fato de descrever as causas eficientes que produzem a estrutura, mas por mostrar as razões de sua retenção. Ou seja, por mostrar as razões ecológicas que explicam por que um organismo se mostra mais adequado do que outro em um determinado regime seletivo. A partir deste argumento, Caponi (2003, p. 1008) propõe que é neste sentido que se pode dizer que a explicação seletional, à semelhança da explicação intencional, exibe um nexos teleológico, e não uma conexão causal de caráter mecânico.

³ Note-se que este é um modelo que dá conta apenas do que acontece na anagênese, ou seja, na mudança da frequência de características numa linhagem, ao longo de várias gerações de uma população, que pode resultar em adaptações. Este modelo não pode ser dirigido ao problema da origem da diversidade orgânica: neste caso, uma explicação teleológica não se mostra mais adequada, na medida em que a história evolutiva é aberta e contingente, de acordo com o entendimento darwinista, não apresentando metas que possam permitir uma explicação teleológica dos processos de origem da diversidade. É fundamental, então, entender a que domínio se aplica um tratamento teleológico na explicação evolutiva: este domínio se limita à origem da adequação adaptativa, no qual a pertinência de um tratamento teleológico das explicações se deixa perceber pelo uso do conceito de função associado ao de adaptação, que é um aspecto característico das explicações darwinistas.

Feita esta argumentação, Caponi (2003, p. 1008) faz a ressalva de que, ao propor que a explicação darwinista da adaptação tem um caráter teleológico, e não causal/mecânico, ele não está se referindo à vinculação entre variações e pressões seletivas. Fazê-lo significaria romper com o darwinismo, ao propor algum tipo de intencionalidade que guiaria a disponibilidade de variações, o que é certamente incompatível com idéia central do darwinismo, o caráter cego ou não-dirigido da variação, em relação às necessidades colocadas para os organismos num dado regime seletivo. Tampouco se trata de propor tratamento teleológico da evolução em sentido mais lato, como se a história da vida fosse dirigida a algum fim ou a alguma meta. É preciso deixar claro, assim, que em sua proposta a referência a um nexos teleológico alude apenas à relação, estabelecida na explicação seletional, entre pressões seletivas e o aumento de frequência de uma determinada característica em uma população.

Portanto, a análise de Caponi não implica a idéia de que o caráter teleológico da explicação darwinista da adaptação está relacionado compromissos ontológicos acerca dos fenômenos biológicos, mas sim a uma dimensão epistemológica daqueles, relativa à natureza das perguntas que a biologia evolutiva se propõe a responder quando considera as estruturas orgânicas em termos adaptativos, bem como ao modo como estrutura suas respostas.

Segundo a análise da estrutura da explicação seletional feita por Caponi, o objetivo da explicação darwinista é responder “Por que a variante fenotípica *P* resultou ser mais vantajosa do que a variante fenotípica alternativa *R* no contexto *T*?” Esta pergunta não pode ser traduzida em termos físico-químicos e tampouco podem existir respostas físico-químicas para a mesma, na medida em que explicações desta natureza não são capazes de dizer sob que condições uma estrutura pode ter sido mais vantajosa do que outra. Caponi (2003) propõe que esta impossibilidade de tradução obedece ao fato de que os conceitos chave da teoria darwinista, como os de pressão seletiva e adaptação, são tributários de um par categorial para o qual não é possível se encontrar um correspondente físico, a saber, as noções de problema e solução. Quando enunciamos que uma estrutura biológica apresenta alguma vantagem em relação a outra ou responde a uma pressão seletiva melhor do que outra, estamos, ao menos tacitamente, dizendo que essa estrutura é mais adequada do que outra para a solução de um problema. Introduzimos, assim, uma perspectiva de análise que excede àquelas da física e da química. É evidente que tais argumentos têm implicações importantes para a autonomia da biologia (com relevância para seu ensino), mas este não é o espaço para estendermos a discussão a este respeito.

Para nossos propósitos nesse artigo, a conclusão mais importante à qual podemos chegar a partir destes argumentos é a de que certos tipos de formulações teleológicas podem ser considerados apropriados, ou mesmo inerentes à forma darwinista de investigar a estrutura orgânica a partir do conceito de adaptação. Por sua vez, outros tipos de formulações teleológicas são inaceitáveis por contrariar pressupostos centrais da perspectiva darwinista de explicação deste fenômeno.

As primeiras dizem respeito a formulações teleológicas relativas à noção de solução de problemas. Estamos nos referindo a enunciados em que o tema consiste em designar uma estrutura orgânica, um padrão de comportamento ou um processo fisiológico como sendo o meio ou o mecanismo para realização de uma determinada função ou propósito. Podemos citar os seguintes exemplos de formulações feitas por duas professoras de biologia, extraídas de análises de interações discursivas em salas de aula de ensino médio: “*O pica-pau tem de se apoiar na madeira, no caso o movimento que ele tem de fazer e como ele tem de ficar na vertical. Para isso, nós temos músculos mais resistentes. Devem ser para o sustento deste corpo do pica-pau*”; “*O bico forte da espécie de tentilhão de bico grande **G. magnirostris** foi moldado para quebrar transversalmente os frutos duros e assim comer todas as sementes do fruto*”.

O segundo tipo de formulações teleológicas inclui enunciados em que se atribui intencionalidade e progressão em direção a uma meta como fatores que guiam o processo evolutivo, ou enunciados em que se propõe alguma vinculação teleológica entre origem da variação e necessidades colocadas por pressões seletivas. Podemos citar dois exemplos de enunciados em que a linguagem teleológica é usada deste modo, o primeiro produzido por um estudante do ensino médio em interação discursiva em sala de aula, e o segundo por estudante do ensino superior em resposta a questionário, ambos coletados por nós em uma investigação a este respeito (Sepulveda, 2010): “*Chegando às ilhas, a espécie ancestral foi modificando o tamanho do bico para se adaptar ao tipo de alimento que lá havia*”; “*A espécie de orquídea sofreu uma mutação para atrair a vespa que a poliniza e conseguir se reproduzir*”.

Das perspectivas da epistemologia e do darwinismo, como perspectiva aceita na comunidade científica para a explicação do processo evolutivo, este segundo tipo de formulação teleológica é inaceitável e, mais do que isso, deve ser combatido para que a perspectiva darwinista possa ser desenvolvida. Contudo, como argumentaremos na próxima seção, da perspectiva da educação científica, pode ser defensável que mesmo este segundo modo de usar a linguagem teleológica apresenta um potencial valor heurístico no processo de significação das explicações evolutivas da ciência escolar pelos estudantes.

Explicações teleológicas e a evolução como parte do conhecimento escolar de biologia

Se tivermos em vista que a produção do conhecimento escolar tem sua epistemologia própria, diferente da esfera de produção do conhecimento científico, como advogam diferentes autores que se dedicam ao problema da transposição ou recontextualização didática, a exemplo de Astolfi e Develay (1991), Forquin (1993) e Lopes (1997), formulações teleológicas do segundo tipo discutido acima, que apresentem eficácia pedagógica, podem vir a se tornar aceitáveis no ambiente escolar, desde que professores e estudantes tenham consciência de que, ao usá-las, estão violando as “normas estilísticas” da linguagem da ciência (Lemke, 1990, p. 131), como estratégia para humanizá-la e melhor se comunicar.

Em consonância com este argumento, alguns autores têm proposto que seja assumida uma visão mais positiva em relação ao uso de formulações teleológicas e até mesmo antropomórficas no ensino de ciências, tendo em vista o valor pedagógico que elas podem assumir em sala de aula (Zohar; Ginossar, 1998; Molina, 2007). Podem ser apontadas as seguintes vantagens pedagógicas do uso de formulações teleológicas em aulas de ciências (Zohar; Ginossar, 1998): (1) elas proporcionam um aumento da empatia dos estudantes em relação aos conteúdos científicos e (2) os auxiliam na organização destes conteúdos dentro de perspectivas que lhes são familiares, além de (3) permitir discussões sobre o significado de tais afirmações, exatamente por seu caráter teleológico, distinguindo-as de explicações de outra natureza, o que pode ajudar, por sua vez, a melhorar a compreensão do pensamento científico.

Pode-se argumentar, ainda, que o uso da linguagem teleológica pelos estudantes cumpre um papel heurístico no processo de negociação de significados em direção à compreensão e apropriação da perspectiva da ciência escolar. Molina (2007), em um estudo acerca do uso de analogias e narrativas por crianças de 8 a 13 anos de idade para explicar a atribuição de função ao espinho de cactos, propõe que o uso do pensamento narrativo e por analogias, assim como da linguagem teleológica e de antropomorfismos, constituem caminhos que as crianças encontram para se aproximar do pensamento científico, a partir da recuperação de sua experiência cotidiana, que poderá ser organizada e transformada no processo de aprendizagem de ciências.

Recorrendo aos resultados de estudos empíricos com estudantes que cursam séries equivalentes àquelas do ensino médio no sistema escolar brasileiro, Zohar e Ginossar (1998) argumentam que os estudantes, ao usarem uma linguagem teleológica, estão se mostrando interessados em se comunicar melhor e se fazer entender, bem como que muitos dos estudantes que usam e aceitam como válidas formulações teleológicas não pensam, necessariamente, os fenômenos biológicos de modo teleológico, ou pelo menos, quando o fazem, o fazem de modo integrado a outras formas de explicá-los, mais próximos de explicações causais mecanicistas. Apoiando-se em Piaget (1973), Zohar e Ginossar (1998, p. 694) argumentam que o pensamento teleológico pode ser considerado uma estrutura geral do pensamento infantil, um esquema a partir do qual as crianças explicam múltiplos fenômenos biológicos. Para os autores, os achados da literatura sobre concepções alternativas a respeito de idéias da biologia evolutiva mostram que a idéia de “necessidade” exerce este papel na aprendizagem da evolução mesmo entre estudantes com faixa etária maior. Com base neste argumento, eles defendem que não só é impossível, como indesejável, evitar-se o uso de formulações teleológicas no ensino de ciências. Antes, é fundamental que auxiliemos os estudantes a aproveitarem o valor heurístico das formulações antropomórficas e teleológicas, sem que, para tanto, sacrifiquem o entendimento do pensamento científico. Para tanto, sugerem que os estudantes sejam engajados em discussões explícitas a respeito do significado destas formulações. Nestas discussões explícitas no âmbito do ensino de evolução, é fundamental distinguir entre formulações teleológicas válidas e inválidas quando se trata da biologia evolutiva, tal como discutido na seção anterior.

A teleologia em sala de aula: uma análise de interações discursivas no ensino de evolução

Nesta seção, apresentamos uma análise de interações discursivas produzidas ao longo de uma seqüência didática para o ensino da teoria de evolução por seleção natural aplicada a uma turma do terceiro ano do ensino médio. A seqüência didática foi estruturada em quatro momentos: (1) introdução ao pensamento evolutivo, suas implicações para o pensamento ocidental e aplicações sociais; (2) construção do problema da diversificação da forma orgânica e introdução dos princípios que estruturam a seleção natural; (3) apresentação formal da teoria darwinista da evolução: descendência comum, seleção natural e especiação; (4) aplicação da teoria da seleção natural na interpretação de problemas sócio-científicos. Para fins da compreensão da análise que apresentaremos a seguir, descreveremos apenas as atividades desenvolvidas no segundo momento.⁵

Foram criados dois cenários que permitissem explorar os modelos explicativos dos estudantes para a diversificação da forma orgânica, ao tempo em que a “estória científica” (Mortimer; Scott, 2003) era introduzida. O primeiro deles diz respeito à diversificação dos tentilhões das Galápagos. Foram fornecidos dados sobre a distribuição geográfica das espécies de tentilhões no arquipélago, bem como dados sobre a relação entre o tamanho dos bicos desses pássaros, o tipo de recurso alimentar explorado pelos mesmos e as estratégias usadas para sua exploração, com base nas investigações de Grant e Grant (1995). À medida que os dados eram analisados na turma, a professora solicitava aos estudantes que formulassem explicações para a diversidade morfológica dos bicos e para a origem das espécies de tentilhões das ilhas Galápagos.

Inicialmente, os estudantes procuraram interpretar a origem da diversidade dos bicos das espécies de tentilhões das Galápagos à luz do princípio da economia natural, ou evocando a agência de alguma força ou processo que manteria os organismos ajustados harmonicamente

⁵ Para uma descrição mais detalhada desta seqüência didática, ver Reis, Sepulveda e El-Hani (2010).

às condições ambientais. A construção de narrativas, em que pássaros de uma população ancestral de tentilhões que habitava o continente sul-americano migraram para as Ilhas Galápagos e lá se adaptaram, constituiu o primeiro passo para que os fenômenos em questão fossem explicados pelos estudantes de uma perspectiva evolutiva.

A primeira narrativa foi construída por meio de uma interação entre dois estudantes e a professora, durante a segunda aula da seqüência didática. Em sua construção, estes estudantes empregam formulações teleológicas, nas quais era atribuída intencionalidade às ações dos pássaros de aprender e se adaptar para alcançar a meta de sobreviver. Neste momento, a professora não avaliou negativamente este uso da linguagem teleológica. Como podemos ver na transcrição de um episódio de ensino em que esta interação teve lugar, no turno de fala 34 a professora se preocupa em avaliar apenas a proposição do estudante de que o agente da narrativa seria um organismo, e não uma população ou membros de uma população, ao propor que em lugar do verbo “ter” ser usado na terceira pessoa do singular, deveria ser usado na terceira pessoa do plural. No entanto, a professora repete a formulação teleológica usada pelo estudante 2:

1. Estudante 1: Então/ é que ele mudou do continente/ ele teve que aprender/

2. Professora: Ele saiu do continente para a ilha/ a população foi para lá. Chegando lá/ ele encontrou?

3. Estudante 2: Os alimentos/

4. Professora: Alimentos diferentes. Está mostrando aí/ que nas ilhas a gente encontrava aí uma diversidade grande de alimentos e de ambiente/ né? E aí?

5. Estudante 2: E aí teve que se adaptar para sobreviver.

6. Professora: Tiveram que se adaptar para sobreviver.

7. Estudante 2: E isso teve a mudança dos bicos.

8. Professora: Certo.

Na aula seguinte, foi utilizado o jogo “Clipsitacídeos”⁶, que simula um processo de mudança populacional decorrente de alterações no regime seletivo, mais especificamente, na oferta de alimento, num contexto de separação geográfica e isolamento reprodutivo de uma população inicial de pássaros com variação fenotípica em relação ao tamanho dos bicos. Os estudantes protagonizam as duas populações de pássaros isoladas, tentando, em um curto período de tempo, comer uma quantidade de sementes suficientes para obter calorias para sobreviver e reproduzir-se. Os grupos são compostos inicialmente por um número equivalente de alunos com clips pequenos, médios e grandes, simulando tamanhos diferentes de bicos. O jogo possibilita trabalhar a noção de variação intra-populacional, demonstrar os processos de competição, sobrevivência e reprodução diferencial, assim como a mudança na freqüência de distribuição de uma característica numa população em um contexto ecológico específico.

Nesta aula, ocorreu um dos momentos em que o uso da linguagem teleológica se fez mais notável, quando os estudantes interpretaram os resultados obtidos durante o jogo. No episódio transcrito abaixo, a estudante 16 propôs explicações para mudanças adaptativas nas populações de clipsitacídeos a partir de uma linguagem teleológica e antropomórfica. Este fato pode ser interpretado, por um lado, como um indício de que, possivelmente, de modo diferente de seus colegas, a estudante não conseguiu se deslocar da situação lúdica e competitiva do jogo, protagonizada por eles mesmos, para a situação de populações naturais de pássaros vivendo em contextos ecológicos específicos, tal como o jogo pretendia simular.

⁶ O nome original do jogo é Clipbirds. Uma descrição detalhada dos procedimentos e materiais empregados em sua realização é disponibilizada no site *Understanding evolution* (www.ucmp.berkeley.edu/education/lessons/clipbirds). Nós empregamos uma adaptação do jogo desenvolvida e testada por Ana Maria Rocha de Almeida e Martha Vargens (Vargens & El-Hani, no prelo), pesquisadoras do Laboratório de Ensino, História e Filosofia da Biologia (LEHFBio, IB-UFBA).

Mas, por outro lado, levando em conta as discussões acima sobre o papel do pensamento teleológico na aproximação dos estudantes aos fenômenos descritos pela ciência e à linguagem social da ciência escolar, é possível que esta tenha sido uma estratégia que a estudante 16 usou para se comunicar e, a partir daí, atribuir significado ao discurso da ciência escolar que estava sendo introduzido pela professora. Um dado notável que fortalece esta interpretação é o fato de este ter sido o momento, durante toda a sequência didática, em que a estudante 16 mais interagiu e, principalmente, de um modo dialógico com o discurso da ciência escolar introduzido pela professora. Em outros momentos – bastante raros – em que esta estudante se dispôs a interagir, ela frequentemente o fez de modo a demarcar a sua oposição à perspectiva da ciência escolar, a exemplo de seu questionamento acerca da idade da Terra de acordo com a ciência. Reproduzimos, em seguida, o trecho do episódio de ensino em que a estudante 16 participa da discussão acerca do ocorrido no jogo dos clipsitacídeos:

1. **Professora:** Sim. O que tinha de diferente nos dois grupos/ que justifica esta diferença na mudança de composição que a gente está vendo aqui. Que a gente está vendo aqui que mudou/ certo? Então/ no final da temporada/ no norte por exemplo/ a gente pôde observar que ficou um bico grande e dois bicos médios. Já aqui/ a última temporada ficou quatro bicos grandes, dois bicos médios e três pequenos. O que é que tinha de diferente nos grupos para dar estes resultados?
2. **Estudante 16:** Ó na terra norte/ tinha mais alimento calórico sim. Mas presta atenção/ os pássaros achando que tinha mais caloria/ comia pouco ((rindo)).
3. **Professora:** Comia menos.
4. **Estudante 16:** E no sul porque era menos calórico/ os pássaros era ó/ mais gulosos. ((rindo)).
5. **Professora:** E aí? Tinha competição.
6. **Estudante 16:** Tinha que comer muito.
7. **Professora:** Então/ vocês acham que tinha diferença na composição do alimento do norte e do sul?
8. **Estudante 16:** Tinha. Porque eu vi a última aí ó((referindo-se a outra equipe, a do norte))/ a última foi pinheiro e a nossa foi feijãozinho fradinho.
9. **Estudante(?):** Mas também ficou difícil para gente pegar. Como é que o pequeno ia pegar?
10. **Professora:** É isso/ Essa diferença na oferta de alimento de um grupo para outro fez com que?
11. **Estudante 16:** Que os pássaros do sul comessem mais.
12. **Estudante 6:** Não.
13. **Estudante 16:** Para poder ter mais caloria/ professora. Para poder se reproduzir. Porque era/ os pontos valia caloria/ né? Então/ as calorias da quarta temporada era menos a do Sul do que a da Norte/ na quarta.
14. **Professora:** Certo. A gente tem que/ o bico ele tem uma relação com o tipo de alimento/ não é isso? E o que é que vocês me dizem com relação a isso/ a relação do bico com a oferta diferente de alimento que a gente tinha aí?
15. **Estudante 4:** Que os bicos pequenos não conseguiam pegar os alimentos maiores.
16. **Professora:** Que os bicos menores não conseguiam pegar sementes maiores/ e com isso?
17. **Estudante 4:** Torna a reprodução/
18. **Professora:** Isso fez com que?
19. **Estudante 4:** Ficasse fraco.
20. **Professora:** Ficassem fracos e não conseguisse sobreviver/ e muitas vezes nem se reproduzir/ né? Que mais gente?

Entre os turnos 2 e 13, a estudante propôs que os pássaros da terra sul, conscientes do baixo valor calórico das sementes disponíveis, procuravam estrategicamente comer muito para conseguir se reproduzir, enquanto que os pássaros da terra norte, diante da oferta de sementes mais calóricas, comiam pouco. A despeito do equívoco em relação à atribuição de ação consciente e deliberada dos pássaros quanto ao valor calórico das sementes, o fato é que a estudante contribuiu para o desenvolvimento da estória científica, ao introduzir, naquele momento, outra variável. Além da disponibilidade diferencial dos alimentos, já citada para explicar os resultados do jogo, a estudante 16 chamou a atenção para o comportamento mais ou menos eficiente dos pássaros na exploração dos recursos. Esta idéia se mostrou capaz de mudar a direção do discurso: em lugar de focar a análise apenas nos fatores externos, que, de uma perspectiva darwinista, são aqueles que dispõem o problema a ser resolvida pelos organismos, foi possível propor aos alunos que tivessem em vista também características dos próprios organismos – os diferentes tamanhos de bicos –, as quais se colocam como melhores ou piores soluções para os desafios ambientais impostos. Foi esta a operação que a professora fez no turno de fala 14, buscando construir a noção de que havia variantes nas duas populações em relação ao tamanho do bico, as quais constituíam alternativas melhores ou piores para resolver o problema da alimentação, frente à escassez de sementes de variados tamanhos.

Durante a quarta e a quinta aulas, os estudantes não lançaram mão de formulações teleológicas para explicar a diversificação dos bicos dos tentilhões e a mudança adaptativa das populações dos clipsitacídeos, simulada no jogo realizado na terceira aula. É preciso ter em conta que na quarta e na quinta aulas, estudantes e professores analisaram as explicações para dois fenômenos relacionados à mudança adaptativa que já vinham sendo abordados desde a segunda e terceira aulas, e que, ao longo deste processo, houve um empenho da professora em prover os estudantes de conceitos darwinistas e dar acesso à linguagem social da ciência escolar.

Na sexta aula, os estudantes foram solicitados a pensar a respeito de dois novos problemas relativos à adaptação por seleção natural. Estes dois novos problemas foram apresentados pela professora e pelo material didático utilizado como sendo problemas de um mesmo caráter, que demandavam a mesma explicação. As situações-problema se referiam ao surgimento da resistência bacteriana a antibióticos e da resistência de pragas agrícolas a inseticidas. Nesta ocasião, os estudantes, mais notavelmente a estudante 1, voltaram a empregar uma linguagem teleológica para interpretar a adaptação:

1. **Estudante 1:** É porque assim/ vários indivíduos de uma mesma espécie possui variações para se adaptarem aquele tipo de substância.
2. **Professora:** Certo. Vá/ destrinche mais ((risos. O estudante 2 faz gesto solicitando que a professora proceda o desenvolvimento da explicação da estudante 1))
3. **Professora:** Então/ os organismos/ como a estudante 1 falou/ os organismos de uma população/ apresentam variação para//
4. **Estudante 1:** Conseguir sobreviver àquela substância.
5. **Estudante (?):** Determinada substância.
6. **Professora:** Certo. Então/ a gente tem ali/ no caso dos insetos/ nós podemos ilustrar/ por exemplo/ no caso do antibiótico. A gente faz uso/ ao longo de nossa vida/ de antibióticos. Então/ os antibióticos/ eles são prescritos pelos médicos/ com base no que ele quer combater/ por exemplo. Na bactéria que ele quer combater. Então/ a gente tem/ complementando/ a gente tem no caso dos insetos/ uma população de insetos que apresentam variação/ não é isso?
7. **Estudante 1:** No caso/ com o passar do tempo/ essa bactéria se evolui/ e ela cria uma defesa contra aquele antibiótico. Em todo caso/ essa variação/ ela sofreu variação e uma evolução para conseguir sobreviver aquele antibiótico.

No turno de fala 1, a estudante 1 usou uma linguagem teleológica, sugerindo a idéia de que a produção de variação fenotípica é direcionada para o ajuste às condições ambientais, “indivíduos de uma mesma espécie possui variações para se adaptarem aquele tipo de substância”. A origem da variação seria, portanto, dirigida a uma meta determinada. No turno de fala 7, inicialmente a estudante atribui à bactéria a ação intencional de evoluir e criar defesas contra antibiótico, mas, em seguida, muda sua formulação de modo que a bactéria passa de agente a paciente do processo que está sendo descrito: “ela sofreu variação e uma evolução para conseguir sobreviver aquele antibiótico”.

Portanto, ao que nos parece, o uso de uma linguagem teleológica e antropomórfica possibilitou aos estudantes se comunicarem no processo de negociação de significados em torno de perspectivas evolutivas de explicação da adaptação. Sempre que novas situações relativas a mudanças adaptativas em populações eram exploradas, o uso desta linguagem se apresentou como um primeiro passo para que os estudantes abordassem o fenômeno como um problema que demanda uma explicação causal, de natureza etiológica. Acima de tudo, esta linguagem se apresentou como um meio encontrado pelos estudantes para atribuir significados aos dados apresentados pela professora, pelas atividades e pelo material didático, assim como para se engajarem nas interações discursivas em sala de aula. Assim como vimos no caso da participação da estudante 16 na discussão do jogo dos clipsitacídeos, em muitas ocasiões as contribuições feitas pelos estudantes a partir do uso de formulações teleológicas introduziram idéias e perspectivas de análise que geraram sementes para que o discurso da sala de aula pudesse ser orientado para a perspectiva da ciência escolar. Além disso, à medida que os estudantes tinham acesso ao modo de falar da ciência escolar a respeito dos processos evolutivos investigados, e era construída uma univocidade em torno desta perspectiva, a frequência e abrangência do uso da linguagem teleológica em sala de aula iam sendo reduzidas, chegando a ser praticamente eliminadas, o que reforça a idéia de que esta linguagem pode cumprir um papel heurístico e pedagógico na sala de aula, e, ainda assim, vir a ser questionada e superada quando não se mostra compatível com a estória científica.

Conclusões

A análise destes episódios de ensino (discutidos em Sepulveda, 2010) apóia os argumentos apresentados por Zohar e Ginossar (1998) e Molina (2007) em defesa de uma atitude mais positiva em relação à linguagem teleológica na sala de aula de ciências. Ela nos leva a sustentar, pois, o valor heurístico e pedagógico do uso de tal linguagem em contextos de ensino de evolução. O valor heurístico reside no fato de a linguagem teleológica permitir que os estudantes se aproximem dos fenômenos biológicos, mais especificamente, do fenômeno da adaptação tal como entendido no pensamento darwinista, e em possibilitar que professores e estudantes se comuniquem a respeito deste fenômeno em sala de aula. O valor pedagógico, por sua vez, diz respeito ao fato de que, ao se permitir que estas formulações surjam, criam-se oportunidades para discutir seu significado e, deste modo, alcançar uma melhor compreensão do pensamento darwinista, inclusive no que diz respeito à distinção entre formulações teleológicas válidas e inválidas em seu contexto. De fato, é preciso investir numa discussão explícita sobre os significados de diferentes formulações teleológicas, de modo a auxiliar os estudantes na tomada de consciência acerca dos aspectos que distinguem a linguagem social do cotidiano e a linguagem social da ciência. Contribuições da filosofia da biologia, como aquelas discutidas na segunda seção deste artigo, trazem contribuições fundamentais para a construção de uma compreensão apropriada do caráter teleológico da explicação darwinista para a adaptação.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 2. ed. Campinas: Papirus, 1991.
- AYALA, F.J. Adaptation and novelty: teleological explanation I evolutionary biology. **History & Philosophy of life Sciences**, vol. XIX, n. 1, pp. 3-33. 1999.
- BRANDON, R.N. **Adaption and enviroment**. Princeton: Princenton University Press. 1990.
- CAPONI, G. Explicación selesional Y explicación funcional: la teleologia en la Biologiacontemporanea. **Episteme**, n. 14, p.57-88. 2002.
- CAPONI, G. Darwin: entre Paley y Demócrito. **História, Ciência, Saúde- Manguinhos**, vol. 10, n. 03, p. 993-1023. 2003.
- FORQUIN, J.C. **Escola e Cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimentoescolar**. Porto Alegre: Artes Médicas,1993
- GHISELIN, M.T. **The triumph of the Darwinian Method**. Berkeley: University of California Press. 1969.
- GHISELIN, M.T. Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. **Biology and philosophy**, vol. 9, pp. 489-492. 1994.
- HEMPEL, C. G. **Philosophy of natural science**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.1996.
- LENK, J.L. **Talking science: language, learning and values**. Norwood: Ablex, 1990.
- LENNOX, J. G. Darwin was a teleologist. **Biology and Philosophy**, v. 8, pp. 409-421, 1993.
- LENNOX, J. G. Teleology by another name: A reply to Ghiselin. **Biology and Philosophy**, v. 9, pp. 493-495, 1994.
- LOPES, A.R.C. Conhecimento escolar: processos de seleção cultural e mediação didática. **Educação e Sociedade**, v. 22, n. 1, pp. 95-112, 1997.
- MAYR, E. **Toward a New Philosophy of Biology**. Cambridge: Harvard UniversityPress. 1988.
- MOLINA, A. Investigaciones acerca de la enseñanza, el aprendizaje y los textos escolares en la evolucion de la vida: enfoques culturales. In: MOLINA, A. Enfoques culturales en laeducación em ciencias: caso de la evolucion de la vida. **Cuadernos de investigación**, numero04. Bogota: Universidade Distrital Francisco Jose de Caldas. 2004.
- MOLINA, A. Analogias, pensamiento científico infantil y revalorizacion de las teleologias y antopomorfismo. **TEA- Tecné, episteme y didaxis**. Numero extraordinario TecerCongreso Internacional sobre formacion de profesores de Ciencias, p.88-107. 2007.
- MORTIMER, E.F. & SCOTT, P.H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead-UK: Open University Press, 2003.
- PIAGET, J. **The child's conception of the world**. St. Albans, UK: Granada.1973.
- RUSE, M. Evolutionary Biology and Teleological Thinking. In: ARIEN, A; CUMMIS, R; PERLMAN,M. **Functions:New essays in the philosophy of psychology and biology**. Oxford: OxfordUniversity Press. 2002.
- REIS, V. P. G. S.; EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. Aplicacao e teste de uma sequencia didatica sobre evolucao no ensino medio de biologia. In: JOFILI, Z.; ALMEIDA, A. V. (Orgs.). **Ensino de Biologia, Meio Ambiente e Cidadania: Olhares que se Cruzam** (2ª Ed.). Recife-PE: UFRPE. 2010.

SEPULVEDA, C. **A Relação Religião e Ciência na Trajetória Profissional de Alunos Protestantes da Licenciatura em Ciências Biológicas.** 2003. 307f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador.

SEPULVEDA, C. **Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução.** 2010. 447f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador.

TAMIR, P.; ZOHAR, A. Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. **Science Education**, v. 75, n. 1, pp. 57-67. 1991.

TAYLOR, C. **The Explanation of Behaviour.** London: Routledge & Kegan Paul Ltd.1964.

VARGENS, M. M. F. & EL-HANI, C. N. Análise dos efeitos do jogo clipsitacídeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, no prelo.

WRIGHT, L. Functions.In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (orgs). **Nature's Purposes: analyses of function and design in Biology.** Cambridge, MA: MIT Press, [1973]1998. p. 51-78.

ZOHAR, A; GINNOSSAR, S.H. Lifting the taboo regarding teleology and antropomorphins in Biological-Heretical Suggestions. **Science Education**, v. 82, pp. 679-697. 1998.