



O Ensino de Evolução Biológica e sua Abordagem em Livros Didáticos

Edmara Silvana Joia Zamberlan
Marcos Rodrigues da Silva

RESUMO – O Ensino de Evolução Biológica e sua Abordagem em Livros Didáticos.

Apesar de ser considerada como uma ideia reguladora para toda a biologia, geralmente a evolução é tratada, nos livros didáticos brasileiros de biologia, como um conteúdo; assim a evolução é geralmente considerada, nestes livros, da mesma forma que qualquer outro conteúdo. Além disso, outros conteúdos, que deveriam ser considerados a partir de uma compreensão prévia do conceito de evolução, são abordados com referência apenas implícita à evolução. O objetivo deste trabalho é o de, por meio de uma análise de alguns livros didáticos de biologia do ensino médio, descrever e discutir a forma de apresentação dos conteúdos de competição e vírus, e verificar como está sendo realizada tal apresentação.

Palavras-chave: **Evolução. Ensino de Ciências. Paradigma. Filosofia da Ciência. História da Ciência.**

ABSTRACT – Teaching Biological Evolution and its Approach in Textbooks.

Even though it is considered as a regulating idea for the whole of biology, evolution is generally treated as a content in Brazilian biology textbooks; thus, in those textbooks evolution is usually considered the same way as any other content. Besides, other contents that should be considered based on a previous understanding of the concept of evolution are approached by means of only an implicit reference to evolution. The goal of the present article, through an analysis of some biology textbooks used in high school, is to describe and discuss the form of presentation of competition and virus contents, and to verify how such presentation is being made.

Keywords: **Evolution. Science Teaching. Paradigm. Philosophy of Science. History of Science.**

Introdução

Seguindo uma concepção historiográfico-filosófica amplamente adotada e aceita (a ser apresentada resumidamente neste trabalho), a abordagem evolucionista em biologia é considerada um paradigma ou, na expressão que será utilizada neste trabalho, uma ideia reguladora para toda a biologia. Deste modo, a evolução não seria uma parte da biologia, senão que uma ampla orientação para a produção de explicações nas mais diversas áreas desta ciência.

A questão que interessa a este trabalho é a da exploração das possibilidades da adoção da concepção da evolução como ideia reguladora como ensino de ciências. Em especial nos interessa o tratamento oferecido em livros didáticos para esta concepção. No caso deste trabalho, investigaremos o conteúdo de competição em algumas obras didáticas e buscaremos verificar até que ponto a concepção da evolução como ideia reguladora se faz presente na exposição deste conteúdo.

Antes de passarmos aos pontos do trabalho, é importante frisarmos que esta pesquisa *não* se apresenta como uma crítica aos manuais didáticos, senão como uma tentativa de contribuir para o esclarecimento *conceitual* das opções feitas pelos autores destes manuais.

O trabalho possui a seguinte estrutura: na primeira e segunda seções apresentamos um rápido panorama de uma discussão acerca do livro didático e da presença do conteúdo de evolução biológica; na terceira seção apresentamos as bases conceituais e filosóficas que nos permitem reconstruir a concepção de evolução como uma ideia reguladora para toda a biologia; por fim, na quarta seção, apresentamos nossa análise e discussão de algumas obras didáticas que tratam do conteúdo de competição e vírus.

O Livro Didático e sua Importância

De acordo com Freitag, Motta e Costa (1993), no sistema de ensino brasileiro, o livro didático estabelece o roteiro de trabalho para o ano letivo, contribui com o professor no planejamento e na organização de suas atividades em sala de aula e ainda ocupa os alunos por um grande período em classe e em casa na realização das tarefas escolares. Para os autores são importantes a consciência e a responsabilidade do professor em relação à escolha do livro didático.

Kawasaki e El-Hani (2002) realizaram análise das definições de vida apresentadas nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio e consideraram que “[...] estes constituem, no Brasil, o principal meio de transposição de conteúdos do conhecimento científico para o conhecimento escolar” (Kawasaki; El-Hani, 2002, p. 1).

Nos últimos anos, o livro didático tem despertado o interesse de boa parte dos pesquisadores da educação, fato comprovado pelo aumento de artigos

relacionados ao seu estudo e análise. Segundo Bittencourt (2004), o livro didático é objeto contraditório, que gera muitas discussões e críticas de vários segmentos, porém sempre foi considerado o instrumento fundamental no ensino. A autora admite que, além das discussões no campo educacional, elas se estendem ao setor econômico relacionado à produção dos livros didáticos e também ao Estado, a partir do momento que passou a exercer o papel de consumidor dessa produção.

De acordo com Fracalanza e Megid Neto (2006), a opção pelo livro didático como objeto de investigação parece decorrer de dois fatores. Os autores abordam que o primeiro está relacionado ao aumento do número de vagas nas escolas de Ensino Fundamental e Médio a partir dos anos 1960; o que levou também ao aumento do número de professores e, para muitos desses, o livro didático passou a ser a principal ferramenta de trabalho. O segundo ponto se refere à nova conjuntura de alunos das escolas públicas, a maior parte de famílias com baixo poder aquisitivo. Desse modo, o Estado passou a adquirir e distribuir gratuitamente os livros didáticos.

O processo de distribuição de livros e materiais didáticos pelo Ministério da Educação do Governo Brasileiro teve início em 1938, quando o decreto-Lei nº 11.006 instituiu a Comissão Nacional do Livro Didático, especificando condições para a produção, importação e utilização do livro didático no Brasil. O programa sofreu várias reformulações em sua estrutura, e a execução passou por vários órgãos diferentes, como exemplo podemos citar a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), criada com o objetivo de produzir e distribuir material didático às instituições escolares (Höfling, 2006).

Em 1985, por meio do Decreto-lei nº 91.542, o programa do livro didático sob execução da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) foi denominado Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e passou a distribuir os livros escolhidos pelos próprios professores. A meta estabelecida era atender todos os alunos de 1ª a 8ª séries do Ensino Fundamental das escolas públicas federais, estaduais, territoriais, municipais e comunitárias do país (Höfling, 2006). De acordo com Fracalanza e Megid Neto (2006), somente em 1994 ocorreu melhoria em relação à qualidade do livro didático brasileiro, após a implantação, por parte do Ministério da Educação e Cultura (MEC), de medidas para avaliá-lo.

Segundo Bizzo (2000), a primeira avaliação oficial de livros didáticos realizada pelo PNLD ocorreu em 1996. De acordo com esse autor, desde essa época, quando graves erros conceituais foram apresentados à imprensa, vários livros, até aquele momento os mais vendidos para os governos estadual e federal, foram excluídos da lista dos aprovados. A partir de 1998, as editoras providenciaram as correções necessárias conforme critérios do programa, além de buscarem renovar seus livros didáticos com coleções novas e ainda com outros autores.

Atualmente, a avaliação de tais obras é realizada por uma equipe de especialistas pertencentes a várias áreas das Ciências Biológicas e da pesquisa em ensino de Biologia. Essa análise oferece subsídios para a elaboração do Guia dos Livros Didáticos. Desse modo, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da

Educação (FNDE), órgão responsável pela execução do PNLD desde 1997, (após a extinção da FAE), publica e encaminha o Guia às escolas públicas. Para a escolha do livro didático, o professor recebe, então, tal guia que contém os livros selecionados, com suas respectivas resenhas de acordo com critérios estabelecidos pelo programa (Höfling, 2006).

O PNLD só passou a atender o Ensino Médio após implantação, em 2004, do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM). Inicialmente, o programa considerou apenas a distribuição de livros didáticos das disciplinas de Português e Matemática. Porém, em 2007, o de Biologia passou a fazer parte do programa e foram distribuídos a todos os alunos e professores do Ensino Médio das escolas públicas do Brasil, com exceção do estado de Minas Gerais que possui programa próprio para esse fim (Brasil, 2007).

O livro didático de Biologia, assim como o de várias outras disciplinas do Ensino Médio, pode se apresentar em volume único, quando utilizado nas três séries desse nível de ensino, ocorrendo dessa forma compactação do conteúdo. Ou eles se apresentam em forma de coleção, com volumes específicos para cada uma das séries do Ensino Médio.

No Brasil, em relação à abordagem dos conteúdos no ensino de Biologia, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) afirmam que um tema de relevância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. “Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas” (Brasil, 2006a, p. 22).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que foram propostos como orientações complementares ao PCNEM, reconhecem que os temas mais importantes da Biologia dizem respeito à compreensão da vida na Terra, destacando as consequências da crescente tecnologia e da intervenção humana. Desse modo, foram propostos seis temas estruturadores. O sexto, trata da origem e evolução da vida. Além de abordar de maneira específica esse assunto, as orientações curriculares para o Ensino Médio consideram que:

[...] é importante assinalar que esse tema deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema *origem e evolução da vida* ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia (Brasil, 2006a, p. 22; grifo do autor).

De acordo com Cicillini (1993), os conteúdos sobre evolução biológica, apesar de presentes nas propostas curriculares e nos livros didáticos, quase não são trabalhados em sala de aula e, quando o são, aparecem apenas como um tópico a mais do programa. A autora ainda comenta que no sistema de ensino brasileiro a inclusão desses conteúdos geralmente se apresenta como um dos

últimos tópicos do programa, podendo ser uma forma camuflada de evitar assunto polêmico. “Dessa forma, ‘não dá tempo de acabar o programa’ passa a ser a justificativa manifestada por alguns professores de Biologia quando perguntados se abordam os conteúdos de evolução” (Cicillini, 1993, p. 32). Tidon e Lewontin (2004) também concordam com tal afirmativa, achando ser esse o motivo para que esse conhecimento não alcance a sala de aula.

Para nosso estudo é importante destacar que, geralmente, quando se trata de livros didáticos de Biologia, apresentados em volumes específicos para cada uma das séries do Ensino Médio, o conteúdo sobre evolução biológica, muitas vezes, encontra-se no volume três como o penúltimo capítulo. Apesar dessa divergência de opiniões ser extremamente importante, neste trabalho analisaremos se os livros didáticos têm adotado o evolucionismo como princípio organizador da Biologia.

Porém, antes de passarmos a esta análise, apresentaremos na próxima seção as bases conceituais e filosóficas que nos permitem reconstruir a concepção de evolução como uma ideia reguladora para toda a biologia.

O Ensino de Evolução na Literatura

A abordagem do tema evolução biológica nos livros didáticos de Biologia iniciou a partir de 1930, sendo que, nesse período, o tópico evolução era tratado nos capítulos referentes à Paleontologia, no estudo dos fósseis ou no de hereditariedade e a clássica divisão das teorias Darwinismo x Lamarckismo ainda não estava estabelecida (Almeida; Falcão, 2005). Com relação à dicotomia teórica entre Lamarck e Darwin, Almeida e Falcão (2010) realizaram uma pesquisa sobre como as teorias desses dois evolucionistas são apresentadas nos livros didáticos de Biologia durante o período de 1940 a 2006.

Entretanto, antes de iniciarmos a discussão sobre a abordagem da evolução biológica nos livros didáticos de Biologia, destacamos que, em relação ao ensino de Biologia no Brasil, Krasilchik (2004) escreve que em 1960, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC) optou por adaptar dois projetos curriculares desenvolvidos nos Estados Unidos pelo Biological Science Curriculum Studies (BSCS), destinados às escolas de Ensino Médio: a “Versão Azul”, que considerava os processos biológicos a partir do nível molecular e, em seguida, a chamada “Versão Verde” cujo foco era no nível de população e comunidade. “Esses projetos tiveram ampla difusão e influenciaram profundamente o ensino atual de Biologia” (Krasilchick, 2004, p. 15).

Segundo Almeida e Falcão (2010) é no livro *Versão Azul* que se encontra pela primeira vez a comparação teórica lamarckismo x darwinismo, sendo a teoria lamarckiana rebaixada a uma mera *hipótese* por não ter base experimental. Esses autores explicam ainda que, no texto, as considerações de Lamarck são confrontadas ao modelo canônico do trabalho científico de Darwin, que, por meio de *experimentos*, teria *provado* a sua teoria da evolução por meio da sele-

ção natural. “É esta visão distorcida e superficial da história que vai perpetuar-se na maior parte dos livros didáticos de Biologia e nas práticas pedagógicas dos professores da área, até a atualidade” (Almeida; Falcão, 2010, p. 661).

Ao investigar como as teorias de Lamarck e Darwin são apresentadas nos livros didáticos de Biologia, Almeida e Falcão (2010) concluíram também que o assunto evolução biológica, geralmente, está colocado no final do livro e, normalmente, logo após o conteúdo de genética. Tal revelação já foi citada anteriormente pelos autores Ciccilini, 1993; Tidon; Lewontin, 2004.

Roma Navarro e Motokane (2009) realizaram um estudo sobre a abordagem do conteúdo evolução biológica nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009). Nesse trabalho, os autores investigaram, em oito obras, como o assunto evolução biológica se apresenta ao longo dos livros didáticos, e concluíram que em todas as obras analisadas o conteúdo evolução biológica está concentrado em um capítulo específico, que não corresponde a 10% do conteúdo.

Uma outra constatação de Roma Navarro e Motokane (2009) é de que o conteúdo de Biologia se apresenta de forma muito semelhante em quase todas as obras analisadas, ou seja, parece haver uma ordem na apresentação dos conteúdos biológicos e cada bloco de conteúdos pode ter um destaque em particular, dificultando a elaboração de materiais didáticos tendo a evolução como elemento central e unificador da Biologia.

Dias e Bortolozzi (2009) realizaram uma investigação por meio de uma análise quanti-qualitativa de sete materiais didáticos, sendo quatro livros e três materiais apostilados de Biologia editados entre 2001 e 2006. Nesses materiais didáticos foi avaliado o número de páginas destinadas ao tema evolução biológica, a quantidade de figuras relacionadas a este assunto e o grau de satisfação dos tópicos de evolução.

Ao final da pesquisa, Dias e Bortolozzi (2009) concluíram que a porcentagem de páginas destinadas ao assunto evolução biológica em todos os materiais analisados foi de aproximadamente 4,19%, comparado aos outros temas da Biologia. Em relação à quantidade de figuras, observaram uma diferença significativa; a média nos livros didáticos foi de 26 e nos sistemas apostilados de 32,66 figuras e, com exceção dos materiais apostilados, nem todos os livros analisados abordam todos os tópicos relacionados à evolução, o que mostra uma inadequação em relação aos PCNs do Ensino Médio. “[...] um bom material didático é aquele desprovido de pré-conceitos e repleto de informações satisfatórias sobre os tópicos dos assuntos de biologia ou de qualquer outra matéria” (Dias; Bortolozzi, 2009, p. 1).

Segundo Skoog (2005), nos Estados Unidos, durante a década de 1920, houve um período de muita discordância fora da comunidade científica sobre o lugar que a evolução biológica ocuparia para explicar o mundo natural e também no pensamento humano, o que acabou, de forma negativa, impactando as salas de aula de ensino de Ciências. Skoog (2005) explica que, na década de 1920,

vinte estados consideraram no mínimo quarenta e cinco projetos para excluir o ensino de evolução e treze desses projetos tentaram proibir a utilização dos livros didáticos que apresentavam referências à evolução.

Skoog (2005) realizou um estudo onde analisou a natureza da ênfase dada à evolução humana em 113 livros didáticos de Biologia do Ensino Médio publicados durante o século XX e os padrões do estado atual da Ciência na estrutura curricular para investigar a controvérsia do lugar da teoria evolutiva nos currículos e livros didáticos de Biologia do Ensino Médio da escola americana.

Neste estudo, Skoog (2005) concluiu que a abordagem do tema evolução biológica, assim como a evolução humana nos livros didáticos de Biologia, tiveram grande oscilação durante o século XX. A maior parte da ênfase dada à evolução durante o período 1900 – 1968 foi na década de 1960 quando o Biological Science Curriculum (BSC) elaborou três livros de Biologia diferentes, com grande cobertura da evolução humana (Skoog, 2005).

No entanto, na década de 1970 e início dos anos 1980, tal assunto foi enfraquecido nestes e em outros livros. O aumento da cobertura da evolução humana nos livros didáticos de Biologia volta a ocorrer na década de 1990 e permanece, apesar de esforços contínuos de grupos de interesse particular para minimizar ou neutralizar o ensino da evolução biológica nas escolas públicas americanas (Skoog, 2005).

Para Skoog (2005) é fundamental que políticos, administradores, professores, autores e editores trabalhem juntos para apresentar livros didáticos de Biologia com o conteúdo abrangente da evolução humana e livre da inibição que prevaleceu durante grande parte do século XX, para que os professores de Biologia trabalhem a *eliminação de preconceitos* nos futuros cidadãos americanos.

O livro didático de Biologia, no contexto escolar, constitui a base para a compreensão de muitos conceitos da Biologia, considerando que, além dos estudantes, os professores o utilizam no preparo das aulas e outras atividades. Assim, é indispensável que a evolução biológica apresentada no livro didático desempenhe o papel organizador da Biologia e ofereça subsídios para a compreensão das ideias evolucionistas por meio de conteúdos contextualizados que favoreçam a elaboração do pensamento científico.

A Evolução como Ideia Reguladora da Biologia e suas Bases Filosóficas

Segundo Meyer e El-Hani (2005), não é adequado tratar a evolução biológica apenas como mais um conteúdo a ser ensinado, ou seja, como qualquer outro assunto abordado durante as aulas de Biologia, considerando que as ideias evolutivas têm papel fundamental na organização do pensamento biológico. Eles destacam ainda que a evolução seja vista como elemento indispensável para a compreensão apropriada da grande maioria dos conceitos e das teorias

encontradas nas Ciências Biológicas. Neste caso, se o caminho apontado pelos autores oferece uma alternativa, então podemos fugir da distorção de considerar a evolução *como conceito* que diga respeito apenas ao *conteúdo* de evolução; pois, de acordo com eles, ela seria um conceito muito mais amplo e estaria presente, de alguma forma, em todo o conteúdo de Biologia. Deste modo, os autores apresentam a proposta de que a evolução biológica assuma no ensino papel mais central do que o tradicionalmente desempenhado.

Este papel mais central, compreendido a partir da filosofia da ciência, poderia encontrar paralelo na filosofia da ciência de Thomas Kuhn, o qual nos oferece uma abordagem que ultrapassa o nível das teorias, ao fornecer a ideia de paradigma. Para Kuhn (2005, p. 13), “[...] *paradigmas* são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. Ou seja, os pesquisadores utilizam regras e padrões provenientes da prática científica passada, como orientação para a solução dos problemas atuais.

Mas, por que poderíamos considerar o evolucionismo um paradigma? Quando a teoria da evolução biológica por meio da seleção natural, proposta por Darwin, passou a influenciar outros campos da Biologia (genética, ecologia, taxonomia), e outras áreas (Psicologia, Sociologia), alcançou esse status. Conforme Kuhn (2005), um paradigma adquire seu status ao obter mais resultado na resolução de problemas reconhecidos pela comunidade científica como preocupantes. Porém, não é algo finalizado. Na Biologia, por exemplo, o neodarwinismo ou teoria sintética da evolução é modelo desse trabalho de acabamento, pois consiste em síntese das ideias de Darwin, após novos conhecimentos da genética e da biologia molecular. Além disso, de acordo com Kuhn (2005, p. 44), inicialmente o sucesso de um paradigma é em grande parte uma “promessa”. O evolucionismo se mostrou promissor; pois nele se encontrava algo como um roteiro que apontava para a proliferação de novas teorias e, também por essa razão, foi bem aceito no século XX.

Isso pode ser percebido em Lorenz (1995), um dos fundadores da etologia (estudo comparativo do comportamento) ao afirmar que, após Darwin, ficou fácil defini-la, sendo a disciplina capaz de aplicar aos comportamentos animal e humano todas as metodologias e questionamentos dos outros ramos da Biologia. O desenvolvimento da genética e da biologia molecular reforçou ainda mais o evolucionismo. Como argumenta Mayr (1998), a biologia molecular pode ser tomada como exemplo de uma área da Biologia que está estritamente relacionado com a evolucionária. Outras interações ativas desenvolveram-se entre o evolucionismo e muitas áreas das Ciências Biológicas. O mesmo autor destaca que, atualmente, estreito relacionamento parece estar ocorrendo entre a biologia evolutiva e o campo da ecologia, além disso, para a biologia comportamental considerar os aspectos evolutivos, é fundamental. A literatura atual dessas duas áreas, ecologia e etologia, faz essa demonstração.

Dessa forma, a evolução biológica procura explicar o processo que deu origem a todas as espécies de seres vivos, portanto devemos lembrar a afirmação

de Dobzhansky (1973, p. 125), que reforça o caráter unificador dessa ciência: “Nada em biologia faz sentido exceto à luz da Evolução”.

Na próxima seção passamos a uma descrição e análise de algumas obras didáticas para verificar até que ponto elas estão seguindo, no que diz respeito aos conteúdos de competição e vírus, a orientação de tratar a evolução biológica como uma ideia reguladora da biologia.

Descrição e Análise de Livros Didáticos

Para compor a amostra de quatro livros didáticos, além de escolher os de autores já conhecidos há algum tempo, adotamos também, como critério para seleção, que os analisados deveriam estar incluídos na lista das obras indicadas pelas avaliações do PNLEM 2007. Considerando que os livros de volume único apresentam o conteúdo de forma bastante condensada, quando comparados com os elaborados na forma de coleção, optamos por analisar dois de cada categoria. Os livros selecionados foram os seguintes: *Biologia*, de Sonia Lopes e Sergio Rosso; *Biologia*, de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder; *Biologia*, de César da Silva Júnior e Sezar Sasson e *Biologia dos organismos e Biologia das populações*, de Amabis e Martho.

O Conceito de Competição

Como argumentou Mayr, a publicação de *A origem das espécies* exerceu grande influência sobre a ecologia e, assim, após Darwin, os ecólogos começaram a fazer os seguintes questionamentos:

Por que existem tantas espécies? Como essas espécies dividem entre si os recursos do ambiente? Porque a maioria dos ambientes é relativamente estável a maior parte do tempo? O bem-estar e a densidade populacional de uma espécie são controlados mais por fatores físicos ou por fatores bióticos – as outras espécies com as quais ela convive? Que propriedades fisiológicas, comportamentais e morfológicas permitem a uma espécie lidar com seu ambiente? (Mayr, 2008, p. 281).

Para explicar todas essas questões, provenientes da área da ecologia, é fundamental compreender determinados conceitos biológicos que oferecem subsídios para essas respostas. Darwin desenvolveu um trabalho nesse sentido ao utilizar vários conceitos como, por exemplo, competição, nicho, predação, adaptação, coevolução e outros para explicar determinados fenômenos naturais (Mayr, 2008). Desse modo, selecionamos dentro da área de ecologia o conceito de *competição*, pois a sua compreensão ajuda a demonstrar certos processos da evolução biológica. Ele será uma de nossas referências para analisar se o livro didático, ao fazer a apresentação deste, estabelece a relação citada.

De acordo com Mayr (2008), quando muitos indivíduos pertencentes à mesma ou a várias espécies diferentes dependem do mesmo recurso limitado pode ocorrer uma situação denominada competição. O autor afirma que em *A Origem* Darwin descreveu de forma detalhada os seus efeitos. Mayr afirma que, quando a competição ocorre entre indivíduos da mesma espécie, é denominada competição intraespecífica, de interesse da biologia evolutiva por se tratar de um dos principais mecanismos da seleção natural. Porém, ao acontecer entre indivíduos de espécies diferentes, neste caso designada competição interespecífica, é de grande interesse da ecologia.

A competição entre espécies diferentes é um dos fatores controladores do tamanho de populações concorrentes e, em casos extremos, pode ocorrer a extinção de uma delas. Conforme Mayr (2008), Darwin descreveu este processo em *A Origem* relatando casos de espécies de plantas e animais nativos da Nova Zelândia desaparecidos em função da introdução de competidores europeus no local. “Os indivíduos da flora e da fauna da Nova Zelândia, por exemplo, são perfeitos quando comparados entre si, embora atualmente estejam cedendo terreno ante a legião invasora dos vegetais e animais importados da Europa” (Darwin, 2006, p. 267).

Ela pode ocorrer em função de qualquer fator ambiental essencial para os seres vivos, seja de natureza abiótica ou biótica. Geralmente é mais acirrada entre parentes próximos, com exigências ambientais parecidas, porém pode acontecer entre seres mais distantemente relacionados, quando competem pelo mesmo recurso, por exemplo, entre roedores que comem sementes e formigas (Mayr, 2008).

Segundo Mayr, a competição interespecífica, embora seja objeto de estudo da ecologia, também apresenta grande importância evolutiva. Exerce pressão centrífuga sobre as espécies coexistentes, provocando divergência morfológica entre as simpátricas¹, além de favorecer que estendam seus nichos ecológicos para áreas sem sobreposição. “Darwin se referiu a isso como princípio da divergência” (Mayr, 2008, p. 286). [...] “*Princípio de divergência*, segundo o qual as pequenas diferenças, que a princípio mal se podiam perceber, vão aumentando até se tornarem nítidas, distinguindo as raças entre si e em relação ao seu ancestral comum” (Darwin, 2006, p. 174).

Finalmente, destacamos outro trecho de *A origem das espécies*, demonstrando que o conceito competição interespecífica está intensamente relacionado com a evolução biológica: “Em uma área muito pequena, especialmente se estiver aberta à imigração, e onde as disputas entre os indivíduos tenham de ser acirradas, sempre encontramos grande diversidade de habitantes” (Darwin, 2006, p. 174). Assim como esse, existem vários outros exemplos nessa mesma obra que confirmam essa relação.

1. Descrição e Análise do Conceito de Competição Interespecífica Apresentado no Livro Didático Biologia, de Lopes e Rosso

Os autores descrevem esse conceito em dois momentos. Primeiro dentro do item: Relações entre os seres vivos de uma comunidade – Relações interespecíficas desarmônicas. E, em um segundo momento, a descrição acontece dentro do item: Ecologia das populações. De acordo com Lopes e Rosso, tanto a competição intraespecífica como interespecífica constituem fatores reguladores do tamanho da população. A descrição da interespecífica aparece do seguinte modo:

A competição interespecífica ocorre quando duas populações de espécies diferentes, em uma mesma comunidade, apresentam nichos ecológicos iguais ou muito semelhantes, desencadeando um mecanismo de disputa pelos mesmos recursos do meio, quando estes não são suficientes para as duas populações. Esse mecanismo pode determinar o controle da densidade das duas populações que estão interagindo, a especialização do nicho ecológico ou ainda a extinção de uma delas. Neste último caso, verifica-se o princípio da exclusão competitiva ou princípio de Gause, nome dado em homenagem ao pesquisador que o formulou. De acordo com esse princípio, duas espécies podem ter o mesmo hábitat, mas não podem ocupar o mesmo nicho por muito tempo, havendo exclusão de uma delas (Lopes; Rosso, 2005, p. 560).

Podemos perceber a relação do conceito de competição com a ideia de evolução (por meio da referência à extinção das espécies). No entanto, julgamos que a relação aparece de forma implícita e não é desenvolvida.

Concordamos com os autores quanto à afirmação de que o princípio de “exclusão competitiva” (ou “princípio de Gause”), é importante para explicar o desaparecimento de uma espécie como consequência da competição interespecífica. Porém, de acordo com Freire-Maia (1988), embora Gause fosse o primeiro pesquisador, em 1934, a abordar esse princípio sob o ponto de vista experimental, ele já tinha sido referido anteriormente por vários autores, principalmente por Darwin. Neste caso, de acordo com a concepção que norteia este trabalho, a referência a Darwin poderia ser importante para o reforço da relação entre competição e evolução.

2. Descrição e Análise do Conceito de Competição Interespecífica Apresentado no Livro Didático Biologia, de Linhares e Gewandsznajder

Os autores apresentam, do seguinte modo, o conceito de competição interespecífica no capítulo: Relações entre os seres vivos:

Quando duas espécies diferentes que vivem na mesma área usam o mesmo

tipo de alimento ou disputam algum recurso, estabelece-se uma competição que pode eliminar uma das espécies da comunidade.

Em 1934, o cientista russo Gause estudou o efeito da competição interespecífica em duas espécies de *Paramecium*: *Paramecium aurelia* e *Paramecium caudatum*. Em geral, criados em separado esses protozoários crescem até um nível que aparentemente equivale ao limite da capacidade de sustentação do ambiente. No experimento de Gause, as duas espécies foram cultivadas juntas. Maior e de reprodução mais lenta, a *Paramecium caudatum* diminuía até se extinguir; a *Paramecium aurelia* continuava a crescer até se estabilizar. Gause concluiu que duas espécies ou mais espécies que competem por recursos limitados do ambiente não podem coexistir no mesmo lugar. Uma delas é mais eficiente na conquista desses recursos e se reproduz mais rapidamente; a outra é eliminada pela competição. Essa conclusão foi chamada de *princípio da exclusão competitiva* ou *de Gause* (Linhares; Gewandsznajder, 2005, p. 481; grifo dos autores).

Podemos considerar que o paradigma evolucionista está presente neste trecho. No entanto, assim como na análise anterior, os autores não estabelecem uma relação direta com a evolução biológica. Na sequência do texto, eles apresentam outra forma de enunciar o princípio da exclusão competitiva:

[...] duas espécies não podem conviver no mesmo hábitat e com o mesmo nicho indefinidamente, pois a competição será tão grande que apenas uma – a mais adaptada – sobreviverá. A outra é eliminada ou emigra para outro hábitat (Linhares; Gewandsznajder, 2005, p. 481).

Nesse caso, parece que os autores buscaram estabelecer tal relação, sobretudo ao citar: “[...] a mais adaptada sobreviverá”. Mas, podemos observar que não há esclarecimento desta afirmação.

3. Descrição e Análise do Conceito de Competição Interespecífica Apresentado no Livro Didático Biologia, de Silva Júnior e Sasson

Os autores descrevem o conceito de competição interespecífica, no volume três, no capítulo: Ecologia e Ecossistemas, no item Hábitat e nicho ecológico. Apresentamos a seguir o recorte que se refere à competição interespecífica:

Dois espécies de animais ou de plantas não podem ter exatamente o mesmo nicho ecológico por muito tempo. Quando isso ocorre, as duas espécies *competem* em todos os níveis, o que leva uma delas a desaparecer, cedendo lugar à outra. Essa ideia é chamada de *princípio de Gause*, em homenagem ao biólogo russo Georgyi F. Gause (1910-1986), que a formulou.

O princípio de Gause é reforçado por várias observações na natureza. Percebe-se, por exemplo, que os nichos ecológicos costumam ser bastante especializados, de modo que espécies diferentes podem coexistir sem que o nível de competição entre elas se torne insustentável. Várias espécies de abutres

africanos, por exemplo, alimentam-se de carne em putrefação de animais mortos de causas naturais. Ocorrem, muitas vezes, aglomerações de abutres de espécies diferentes em torno da mesma carcaça. À primeira vista, isso poderia levar a crer que as aves de espécies diferentes estivessem competindo pelo mesmo alimento. No entanto, uma observação mais minuciosa mostra que isso não ocorre: uma das espécies tem bico adaptado para extrair carne macia ou vísceras; outra especializa-se em comer tendões, ligamentos e couro; outra, ainda, extrai da carcaça partes que nenhuma das espécies anteriores consegue alcançar (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 312; grifo dos autores).

Nesse trecho observamos que Silva Júnior e Sasson (2005), ao inserir o exemplo da competição entre espécies diferentes de abutres africanos, parecem buscar, porém de forma implícita, relação com a tradição de pesquisa evolucionista. “[...] uma das espécies tem bico adaptado para extrair carne macia ou vísceras; outra especializa-se em comer tendões, ligamentos e couro” (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 312). Os autores mostram, por meio desse exemplo, a adaptação das espécies para diminuir a intensidade da competição, porém não estabelecem uma relação explícita com a divergência morfológica ou com a seleção natural.

O conceito de competição interespecífica também é apresentado por Silva Júnior e Sasson (2005) no capítulo: Interações Biológicas na Comunidade: relações entre os seres vivos.

Você já estudou o *princípio de Gause* (pág. 312), segundo o qual duas espécies diferentes que ocupem nichos ecológicos semelhantes competem em todos os níveis. Trata-se da competição interespecífica, um importante fator regulador do tamanho das populações. Quando a competição é muito severa, uma das espécies pode ser completamente eliminada, ou então uma delas – ou ambas – acaba ocupando um nicho ecológico mais especializado, o que diminui os efeitos da competição (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 387; grifo dos autores).

O trecho acima é um recorte do texto sobre competição interespecífica. Na sequência, os autores Silva Júnior e Sasson (2005) descrevem um caso de especialização de nichos ecológicos em crustáceos. Eles utilizam como exemplo duas espécies de cracas, *Balanus* e *Chtamalus* que ficam presas às rochas expostas ao fenômeno das marés. Elas vivem na mesma região e, para evitar a competição, cada uma ocupa certa extensão do local, apresentando assim nichos ecológicos bem delimitados. Os autores esclarecem: “Na prática, os nichos tendem a se especializar, de forma a evitar a competição, o que faz com que cada espécie de craca ocupe uma região bem delimitada na rocha” (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 388). Apesar do exemplo apresentado para a compreensão estabelecida, os autores enfatizam a especialização do nicho ecológico, mas não incluem o evolucionismo, ficando a relação de forma muito implícita.

No entanto, queremos destacar que, no primeiro capítulo Ecologia e Ecosistemas, há um quadro sobre conceituações da ecologia onde encontramos

relação desta área com a evolução biológica na seguinte citação: “Numa palavra, ecologia é o estudo das complexas inter-relações chamadas por Darwin de ‘condições da luta pela vida’” (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 304). Nesse caso, percebemos que há por parte dos autores uma atenção em relacionar tais assuntos.

4. Descrição e Análise do Conceito de Competição Interespecífica Apresentado no Livro Didático *Biologia das Populações, de Amabis e Martho*

Os autores descrevem o conceito de competição interespecífica no volume três, no capítulo: Fundamentos da Ecologia, no item: Hábitat e nicho ecológico – Competição e o princípio de Gause

Quando duas espécies de uma biocenose exploram nichos ecológicos semelhantes, estabelece-se entre elas uma *competição* por um ou mais recursos do meio. Por exemplo, espécies que comem capim, como os gafanhotos e o gado, competem por alimento quando este é escasso. Plantas cujas raízes ocupam a mesma região do solo competem por água e por nutrientes minerais.

Com base nessas observações, o cientista russo Georgyi Frantsevich Gause (1910-1986) concluiu que, se duas ou mais espécies ocuparem exatamente o mesmo nicho ecológico, a competição entre elas será tão severa que não poderão conviver. Segundo essa premissa, que ficou conhecida como *princípio de Gause*, ou *princípio da exclusão competitiva*, os nichos ecológicos são mutuamente exclusivos e a coexistência de duas ou mais espécies em um mesmo hábitat requer que seus nichos sejam suficientemente diferentes (Amabis; Martho, 2004, p. 291; grifo dos autores).

Na sequência desse mesmo texto, para ilustrar o princípio de Gause, descrevem o experimento realizado por ele com populações de duas espécies do protozoário ciliado *Paramecium* (*P. caudatum* e *P. aurelia*). Há ainda a descrição de outro exemplo: duas espécies de aves marinhas, os cormorões (cormorão-negro e cormorão-de-poupa), que fazem ninhos nas mesmas regiões da Inglaterra e se alimentam nas mesmas águas. Os autores utilizaram esse exemplo para mostrar que essas duas espécies de aves podem ter o mesmo hábitat, porque seus nichos ecológicos são diferentes o suficiente para que não ocorra competição por alimento. Concluem o texto com a seguinte citação:

A competição entre duas espécies que exploram o mesmo nicho ecológico pode levar a três diferentes situações: a) a extinção de uma das espécies; b) a expulsão de uma das espécies do território; c) a mudança de nicho ecológico de uma ou ambas as espécies, que deixam de competir por recursos escassos (Amabis; Martho, 2004, p. 292).

Nessa primeira descrição do conceito de competição interespecífica entendemos que o paradigma evolucionista está presente, porém os autores Amabis e Martho (2004) não apresentaram esta presença de forma explícita. Por meio dos exemplos citados no texto e, principalmente, pela conclusão citada acima, consideramos que a evolução biológica poderia ser incluída, ao relacionar a mudança de nichos ecológicos para reduzir a competição com a diversidade dos seres vivos.

Dando sequência à descrição de Amabis e Martho (2004), encontramos no capítulo Dinâmica das Populações Biológicas, no item: Fatores que regulam o tamanho de populações biológicas, uma outra apresentação de tal conceito. Efetuamos um recorte deste texto:

[...] Gause forneceu rações com a mesma quantidade de alimento a culturas separadas de duas espécies de paramécios – *P. caudatum* e *P. aurelia*. Em um terceiro frasco de cultivo, colocou quantidades iguais de exemplares de *P. caudatum* e de *P. aurelia*, e alimentou essa cultura mista das duas espécies exatamente como as culturas anteriores. Os indivíduos de cada espécie foram contados diariamente, durante 16 dias. Seu experimento mostrou que ocorria *competição* entre as duas espécies; *P. aurelia* acabou por eliminar *P. caudatum*.

Gause concluiu que, se duas populações exploram nichos ecológicos muito similares no mesmo hábitat, como é o caso de *P. aurelia* e *P. caudatum*, tendem a competir acirradamente e, provavelmente, uma acabará eliminando a outra [...] (Amabis; Martho, 2004, p. 325; grifo dos autores).

Os autores descrevem novamente o princípio de Gause e não estabelecem conexão com a evolução biológica. Apresentam mais um experimento realizado por Gause, com duas espécies de paramécios convivendo no mesmo habitat porque possuem nichos ecológicos diferentes para evitar a competição.

O Conceito de Vírus

De acordo com Ridley (2006), o vírus é parasita intracelular que só pode reproduzir-se no interior de uma célula viva. Quando se encontra na fase de disseminação entre células hospedeiras, consiste apenas em ácido nucleico, que reúne alguns genes, envolvido por uma camada de proteína. Alguns vírus apresentam taxa de mutação elevada e têm se mostrado resistentes ao tratamento; é o caso, por exemplo, do vírus HIV, agente causador da AIDS. A resistência do HIV aos medicamentos, tema relevante atualmente para a humanidade, pode ser considerada um exemplo de evolução por seleção natural (Ridley, 2006). Tal resistência, observada em pacientes com AIDS, será o nosso segundo assunto, dando continuidade à nossa proposta de análise dos livros didáticos para observar se, na apresentação deste tópico, é estabelecida alguma relação com a evolução biológica.

Segundo Ridley (2006), o vírus de RNA, como o HIV, utiliza como molécula hereditária o RNA, possui a enzima transcriptase reversa (replicase), mas não contém as de revisão e de reparação. Desse modo, detém taxa de mutação relativamente alta, principalmente quando comparado com seres celulares, os quais têm como molécula hereditária o DNA e possuem várias enzimas de reparação e de revisão. Na reprodução do vírus HIV, no interior de célula humana, é feita uma cópia de DNA a partir de seu RNA, utilizando para esse processo a sua enzima transcriptase reversa, a qual é um dos principais alvos dos fármacos anti-HIV. Nesse caso, provoca a inativação da enzima, interrompendo a reprodução do vírus, sem causar efeitos colaterais prejudiciais à célula hospedeira, uma vez que tal enzima não costuma estar presente em células humanas. Grande grupo desses fármacos consiste em inibidores nucleosídicos; desse modo, a substância desenvolvida é muito parecida com determinado nucleotídeo do DNA (Ridley, 2006).

De acordo com Ridley (2006), estudos mostraram que pacientes humanos com AIDS, quando tratados com essas substâncias, inicialmente apresentam diminuição na população de HIV. Porém, depois de alguns dias, a frequência de vírus resistentes à substância aumenta. De cada dez pacientes, oito tiveram a frequência das linhagens resistentes aumentada para 100% da população viral em um período de três semanas, considerando a data inicial do tratamento. Essa mudança de população viral suscetível ao medicamento para população resistente pode ser explicada pelo processo da seleção natural, proposto por Wallace e Darwin, apresentado no capítulo anterior. O processo observado, durante o período de poucas semanas em um paciente com AIDS, “[...] é um microcosmo do processo responsável por muito da diversidade da vida na Terra” (Ridley, 2006, p. 68).

Ridley (2006) aborda por que o aumento da frequência do HIV resistente à droga é quase certamente causado pela seleção natural. Para o autor, o vírus atende as quatro condições para que a seleção natural atue: reprodução; hereditariedade na capacidade de resistir à droga; variabilidade genética na mesma capacidade na população do vírus presente no corpo de um paciente humano; variação da aptidão³ nas diferentes formas de HIV. Assim, em paciente humano com AIDS, recebendo determinada droga, os vírus, que evoluíram certa forma de resistência a essa determinada substância, produzirão descendência viral do mesmo tipo resistente, aumentando sua frequência, ou seja, são favorecidos pela ação da seleção natural. Além de gerar mudanças evolutivas, tal seleção explica a adaptação, propriedades apresentadas por um indivíduo, possibilitando-lhe melhor sobrevivência em seu ambiente natural, em relação à ausência das mesmas. A resistência aos fármacos do HIV é um exemplo de adaptação, pois ao ocorrer a mudança do ambiente (presença de inibidores da enzima transcriptase reversa na célula), a seleção natural atua para aumentar a presença da propriedade favorável para a resistência à droga (Ridley, 2006). Para Ridley (2006), o processo atuante em qualquer paciente com AIDS sob tratamento com drogas vem agindo em todas as formas vivas por quatro bilhões

de anos, desde o surgimento inicial da vida na Terra, tendo sido o responsável por mudanças evolutivas muito maiores ao longo desse período de tempo.

1. Descrição e Análise do Problema da Resistência do Vírus HIV ao Tratamento Apresentado no Livro Didático Biologia, de Lopes e Rosso

Os autores descrevem esse assunto no capítulo sobre vírus em quadro presente após a descrição da doença AIDS, estrutura e ciclo de vida do vírus HIV. O título do texto é: Vacina anti-HIV e tratamento de pessoas infectadas.

Conhecer o ciclo de vida de parasitas é fundamental para estabelecer medidas profiláticas e também desenvolver medicamentos que possam combater a parasitose.

No combate ao HIV, muito se tem investido no esclarecimento das pessoas no sentido de se adotarem medidas profiláticas e também no desenvolvimento de vacinas e medicamentos.

A vacina anti-HIV poderá vir a ser uma arma contra o avanço dessa epidemia. Hoje em dia já existem protótipos de vacinas em fase de testes clínicos. Infelizmente, um fator que tem ameaçado o sucesso da vacina é a grande taxa de mutação que o vírus apresenta.

Muitos são os medicamentos empregados atualmente contra o HIV e muitas são as diferentes drogas que atuam em diferentes etapas do ciclo de vida desse vírus.

Existem drogas que inibem a ação da transcriptase reversa, o que impede a síntese do DNA viral. Nesse grupo de medicamentos incluem-se AZT, 3TC, DDI e DDC. Infelizmente, as sucessivas gerações de vírus foram se apresentando mais e mais resistentes, por meio de mutações na sequência do gene que codifica essa enzima. Assim, a vantagem terapêutica obtida com esse tratamento é rapidamente perdida após o aparecimento dos vírus resistentes, que aumentam em número em relação à população viral sensível.

Outro alvo de ataque das drogas anti-HIV é a enzima protease, fundamental no processo de maturação das proteínas virais. Quando, por ação dessas drogas, essa enzima perde a atividade, são formados vírus “defeituosos”, que não conseguem infectar novas células. Essas drogas, chamadas inibidores de protease, têm causado grande revolução no tratamento da doença. Pacientes completamente desenganados puderam se recuperar e levar suas vidas normalmente. Infelizmente, existem relatos de mutações responsáveis pelo surgimento de vírus resistentes a essas drogas.

Na tentativa de impedir o aparecimento desses vírus resistentes, o tratamento clínico atual utiliza a associação de antivirais, que constituem o coquetel de drogas indicado no tratamento das pessoas infectadas.

Novos alvos moleculares estão sendo pesquisados a fim de bloquear o ciclo viral. Um desses alvos é a enzima integrase, responsável pela integração do DNA viral no DNA da célula hospedeira. Outros alvos são os receptores celulares responsáveis pela entrada do vírus na célula.

O combate ao HIV tem sido feito de forma intensiva, pois ele tem causado a morte de milhões de pessoas no mundo (Lopes; Rosso, 2005, p. 196).

O texto dos autores ressalta que o vírus HIV apresenta grande taxa de mutação, o que dificulta o sucesso de uma vacina. Relatam a existência de drogas inibidoras da ação da enzima transcriptase reversa, impedindo a síntese do DNA viral. Destacam ainda que, por meio de mutações na sequência do gene codificador dessa enzima, as novas linhagens do vírus foram se apresentando cada vez mais resistentes. Explicam que o benefício terapêutico obtido com o tratamento é rapidamente perdido após o aparecimento de tais vírus, os quais aumentam em número, em relação à população viral sensível. Percebemos por meio dessa síntese que os autores buscam relacionar a resistência do vírus HIV com o surgimento das variações por meio das mutações, fazendo dessa maneira relação com a evolução biológica. Porém, não apontaram a seleção natural como responsável pelo aumento da população de vírus resistentes; sendo assim, podemos considerar que o paradigma está presente, mas de forma implícita.

Entretanto, nessa mesma obra, encontramos, no capítulo relacionado à origem das células, quadro referente à origem dos vírus, onde identificamos de forma explícita o paradigma evolucionista no seguinte excerto:

Uma das hipóteses sobre a origem dos vírus propõe que seu material genético seja derivado de pequenos fragmentos do material genético de células, e que esses fragmentos mantiveram algum tipo de existência autônoma dentro da célula. Por seleção natural, esses fragmentos evoluíram para um tipo totalmente diferente de elemento genético: os vírus (Lopes; Rosso, 2005, p. 29).

Pelo recorte acima, podemos inferir que os autores dessa obra, pelo menos nesse texto, embora sem aprofundamento, parecem constituir uma relação entre a evolução dos seres vivos e os vírus.

2. Descrição e Análise do Problema da Resistência do Vírus HIV ao Tratamento Apresentado no Livro Didático Biologia, de Linhares e Gewandsznajder

Os autores descrevem as características gerais da AIDS e do HIV, explicam o ciclo de vida do vírus e também como ocorre sua transmissão. Na sequência, dentro do mesmo texto, falam sobre o tratamento:

Embora não destruam completamente os vírus, os medicamentos atuais podem retardar a evolução da doença e combater as infecções oportunistas. Uma das primeiras drogas foram os *inibidores da transcriptase reversa*, como AZT (Azidotimidina ou Zidovudina), ddI (Didanosina), ddC (Zalcitabina), d4T (Stavudina) e 3TC (Lamivudina). Essas substâncias são semelhantes aos nucleotídeos dos ácidos nucleicos. O AZT é parecido com a timidina, utilizada na produção do DNA do vírus que fica integrado a um cromossomo da célula. Como esse medicamento tem maior afinidade pela enzima, ele liga-

se a ela, tirando o lugar da timidina, e como não possui uma das hidroxilas presentes na timidina, não se liga ao nucleotídeo seguinte, e a síntese de DNA é interrompida.

Outros medicamentos são os *inibidores de protease*. Esta é a enzima que o vírus usa para “quebrar” proteínas em unidades menores e formar a sua cápsula. Com a enzima inativada, a cápsula não é formada e a replicação do vírus não se completa.

A possibilidade de um vírus se tornar resistente ao tratamento diminui muito quando é usada uma combinação de drogas que incluem esses dois tipos de inibidores.

Há pessoas que foram expostas ao vírus e não desenvolveram sintomas. O estudo desses casos poderá ajudar na descoberta de novos tratamentos.

Além de atacar o vírus, é importante combater as infecções oportunistas, que enfraquecem o sistema imunitário e facilitam a ação do vírus. Os medicamentos podem apresentar efeitos colaterais, como anemia. Por isso o doente deve ter acompanhamento médico constante.

Um dos maiores problemas para o desenvolvimento de uma vacina é a capacidade de o vírus sofrer mutações muito rápido. Como a vacina tem de ser específica, ela poderia não atuar sobre as demais variedades (Linhares; Gewandsznajder, 2005, p. 148; grifo dos autores).

O texto não faz relação com a evolução biológica, e embora os autores considerem a rápida velocidade de mutação do vírus HIV, o fato é associado principalmente com a dificuldade da produção de uma vacina. Linhares e Gewandsznajder citam vários medicamentos utilizados no tratamento, porém não relacionam de forma clara a alta taxa de mutação com a resistência ao tratamento. Portanto, o paradigma evolucionista não foi identificado nesse fragmento.

3. Descrição e Análise do Problema da Resistência do Vírus HIV ao Tratamento Apresentado no Livro Didático Biologia, de Silva Júnior e Sasson

Os autores descrevem as características e o ciclo do HIV. O texto apresenta o seguinte título: Nossas defesas contra os vírus. O recorte a seguir é sobre esse tratamento:

Apesar dessas dificuldades, muitas drogas antivirais estão sendo testadas e usadas nos últimos anos. Em relação à AIDS, por exemplo, o *AZT* é um inibidor da transcriptase reversa, e impede o vírus de sintetizar o molde de DNA a partir do RNA do genoma viral. O *saquinavir*, por sua vez, é inibidor da enzima que catalisa a síntese de proteínas componentes das cápsulas de novos vírus (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 286; grifo dos autores).

Na citação acima, podemos observar que os autores Silva Júnior e Sasson

(2005) não abordam a questão da resistência do vírus HIV ao tratamento. Em um pequeno quadro de aprofundamento também comentam sobre o tratamento da AIDS:

Uma associação de drogas inibidoras de enzimas (coquetel de drogas) está sendo ministrada a grupos de pacientes portadores do vírus HIV. Os resultados têm sido bons, embora ainda não se possa falar em cura. Esse tratamento reduz quase a zero a taxa de vírus no sangue de portadores quando iniciado logo que a doença é diagnosticada. A eficiência do coquetel é comprovada, pois em muitos pacientes o número de linfócitos do tipo CD4, que é um indicador da evolução da infecção no organismo, volta a valores normais (de 600 a 1200/mm³ de sangue) (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 286).

Nesse caso, também não encontramos referência sobre a resistência do HIV ao tratamento. Os autores Silva Júnior e Sasson (2005) finalizam o assunto sobre o HIV com um texto complementar presente em um quadro com o título: AIDS, a derrota dos linfócitos. Abordam a relação do HIV com o sistema imunológico e as formas de transmissão. Em relação ao tratamento, apresentam o seguinte:

[...] já foram descobertas e testadas muitas drogas que inibem a ação das enzimas necessárias à multiplicação dos vírus nas células parasitadas. Embora elas ainda não sejam a cura da doença, muitos pacientes em tratamento com um coquetel, uma associação dessas drogas, tem mostrado um bom estado geral, com recuperação do peso e diminuição das infecções oportunistas (Silva Júnior; Sasson, 2005, p. 288).

Para finalizar, podemos concluir que nessa obra os autores não tratam do problema da resistência dos vírus HIV ao tratamento. Assim sendo, não foi possível fazer a identificação da Evolução Biológica.

4. Descrição e Análise do Problema da Resistência do Vírus HIV ao Tratamento Apresentado no Livro Didático Biologia dos Organismos, de Amabis e Martho

Os autores Amabis e Martho, após exposição geral sobre o tema, apresentam o ciclo do vírus HIV, estrutura, multiplicação e infecção. Na sequência, mostram um texto sobre as características da AIDS e discutem a seguinte questão:

Um aspecto da AIDS que intriga os cientistas é o ataque do HIV ser tão mortal e devastador, ao contrário da maioria dos retrovírus humanos, que geralmente não causam doenças graves. Segundo alguns cientistas, essa agressividade deve-se ao fato do HIV ser um parasita recente da espécie humana. Por isso, ainda não teria havido tempo suficiente para uma adaptação evolutiva dos vírus ao hospedeiro humano e vice-versa (Amabis; Martho, 2004, p. 42).

Os autores buscam estabelecer a relação do comportamento do vírus HIV com a evolução biológica. Podemos considerar que aproveitaram a hipótese da citação anterior para possibilitar ao leitor a compreensão do comportamento de tal vírus no paciente humano, numa perspectiva evolucionista. Na sequência, Amabis e Martho discorrem sobre os medicamentos utilizados no tratamento da AIDS:

As primeiras drogas usadas no combate à infecção pelo HIV eram inibidores da transcriptase reversa, que interrompem o processo de síntese de DNA a partir do RNA viral. Entre os inibidores da transcriptase reversa pode-se citar o AZT (zidovudine), o ddC (zalcitabine), o ddI (dideoxinosine), o d4T (estavudine), o 3TC (lamivudine), o abacavir (ziagen) e o tenofovir (viread). Essas drogas têm sido eficazes em diminuir a velocidade de multiplicação do vírus, retardando o aparecimento das infecções oportunistas. Entretanto, o tratamento prolongado seleciona formas mutantes do vírus e os sintomas reaparecem. Atualmente já estão sendo utilizadas diversas novas drogas, capazes de inibir a ação das proteases virais, que são as enzimas responsáveis pela maturação e montagem dos novos vírus dentro da célula.

Uma vez que os vírus podem tornar-se resistentes a qualquer uma das drogas utilizadas em seu combate, os pesquisadores têm utilizado os chamados *coquetéis anti-virais*, que combinam drogas inibidoras da transcriptase reversa e das proteases. Apesar de não curar a aids, os coquetéis são os principais responsáveis pelo declínio no número de mortes em decorrência da doença e pela melhora da qualidade de vida dos portadores do HIV (Amabis; Martho, 2004, p. 42; grifo dos autores).

Nesse fragmento podemos perceber que os autores recorrem à tradição de pesquisa evolucionista para explicar que as formas resistentes do vírus HIV, originadas por meio das mutações, são selecionadas quando o tratamento é longo. Isso pode ser confirmado pela citação a seguir: “[...] Entretanto, o tratamento prolongado seleciona formas mutantes do vírus e os sintomas reaparecem” (Amabis; Martho, 2004, p. 42). Desse modo, podemos inferir que os autores estabeleceram relação de forma explícita entre o vírus HIV e a evolução biológica.

Considerações Finais sobre a Descrição e Análise dos Livros Didáticos

Os assuntos analisados são apenas dois pequenos extratos dos livros didáticos, que serviram para mostrar que é possível adotar a evolução biológica como princípio organizador da biologia. Certamente há muitos outros assuntos que oferecem essa possibilidade. Embora os assuntos escolhidos sejam exemplos óbvios de relação próxima com a evolução biológica, considerando que a competição específica surge diretamente do texto de Darwin em *A Origem das Espécies*, e a resistência do vírus HIV ao tratamento é considerada pela comu-

nidade científica como um caso típico de seleção natural, os livros analisados de um modo geral não estabelecem a relação de forma clara.

A partir da descrição e análise do conceito de competição interespecífica consideramos que em nenhum dos livros analisados a relação é estabelecida de forma clara. Em relação ao assunto sobre vírus, dos quatro livros analisados, encontramos em dois uma relação de forma mais clara com a evolução biológica, sendo que em um deles a relação aparece de forma explícita. Nos outros dois, a relação é ausente em um e no outro o problema da resistência do vírus HIV ao tratamento não foi mencionada.

Para Fracalanza (2006), os livros didáticos são obras dirigidas a um público específico: alunos e professores que, juntamente com o uso que ele terá, orientam suas características. O autor aborda que do mesmo modo que diferentes pressões atuam no sentido de padronizar o sistema escolar, tem que se considerar que essas “[...] acabam por amalgamar os manuais que, então, são organizados conforme padrões preestabelecidos” (Fracalanza, 2006, p. 177). Esse fato foi constatado na análise realizada, pois a maioria dos livros apresenta a organização do conteúdo de forma bastante semelhante e utilizam muitas vezes os mesmos exemplos.

Assim, considerando a proposta de ensino de adotar a evolução biológica como princípio organizador da Biologia, os livros didáticos poderiam contribuir para a sua execução, caso apresentassem esta relação de forma mais clara, principalmente nos conteúdos mais oportunos para isso.

É importante registrar que este estudo possibilitou para nós uma reflexão mais profunda sobre a evolução biológica e sua aplicação ao ensino. A forma como este tema, considerado central para as Ciências Biológicas, tem sido apresentado ao público em geral é apontada como causa principal do surgimento das ideias equivocadas e distorcidas em relação a ele. Identificamos também que a visão antropocêntrica está muito presente entre os estudantes, o que parece comprometer a compreensão acerca dos processos evolutivos.

A História e Filosofia da Ciência apontam um caminho para que a evolução biológica, como princípio organizador, seja colocada em prática. O uso da História da Ciência, realizado adequadamente, além de tornar o assunto ainda mais interessante, pode oferecer contribuições importantes acerca do desenvolvimento do evolucionismo. Ao recorrer à história do desenvolvimento da evolução biológica, percebemos que ela pode ser melhor compreendida como um programa para explicar muitas questões relacionadas aos seres vivos, do que apenas como uma teoria. Além da História, a Filosofia da Ciência também pode contribuir para o entendimento do evolucionismo. Consideramos que o conceito de paradigma, proposto por Thomas Kuhn, é boa alternativa para auxiliar a esclarecer a ideia da evolução biológica como princípio organizador da Biologia. Portanto, tanto a História como a Filosofia da Ciência podem ser úteis em sua aplicação ao ensino, contribuindo desse modo com a melhoria da sua qualidade.

O livro didático apresenta-se como recurso bastante utilizado no contexto escolar, tanto por professores como por estudantes. Sendo assim, concluímos que ele pode ser um meio para melhorar a compreensão da evolução dos seres vivos, caso estabeleça a relação entre ela e determinados conteúdos biológicos, identificados com o apoio da História e Filosofia da Ciência como muito próximos da evolução biológica. Entretanto, ao realizar a análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, verificamos que, mesmo a evolução biológica estando presente em determinados assuntos, geralmente está muito implícita, deixando a cargo do leitor, professor e aluno o estabelecimento da relação. Neste sentido, acreditamos ser interessante uma discussão acerca do modo de abordagem do evolucionismo em tais livros, uma vez que, pela análise, constatamos que a maioria deles segue padrão muito semelhante na forma de apresentação dos conteúdos.

Realizamos esta pesquisa com a intenção de proporcionar contribuições ao ensino de Biologia, pois acreditamos que essa proposta permite novas aberturas para a compreensão dos processos evolutivos. Desse modo é possível articular as informações, proporcionando compreensão completa sobre a evolução biológica e quem sabe evitando, assim, um ensino de Biologia fragmentado.

Conclusão

A partir da descrição e análise do conceito de competição interespecífica consideramos que em nenhum dos livros analisados a relação é estabelecida de forma explícita. Entretanto, verificamos não obstante que a relação efetivamente lá está presente.

Com isso este trabalho não se apresenta como uma crítica aos livros didáticos, senão como uma reflexão das potencialidades que neles se encontram, potencialidades entendidas como, no contexto de nossa investigação, no que diz respeito à adoção da concepção da evolução como ideia reguladora para toda a biologia. Assim se quer sugerir apenas que, aceitando a presença da relação evolução-competição nos livros didáticos, tal relação quem sabe devesse ser enfatizada e explorada em uma direção sugerida pelos desenvolvimentos de concepções historiográfico-filosóficas de análise da ciência.

Recebido em junho de 2010 e aprovado em setembro de 2011.

Notas

- 1 Espécies que convivem em uma área mais ou menos extensa, podendo ocorrer entre elas sobreposição de nichos ecológicos.
- 2 Homenagem ao biólogo russo Georgyi Frantsevich Gause (1910-1986), que realizou vários experimentos com duas espécies no laboratório, nos quais uma delas se ex-

tinguia quando apenas um tipo de recurso estava disponível (Mayr, 2008).

- 3 Aptidão ou valor adaptativo ou aptidão darwiniana é uma condição em que um indivíduo da população com determinados caracteres deve apresentar maior probabilidade de reprodução em relação aos outros (Ridley, 2006).

Referências

- ALMEIDA, Argus Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. A Estrutura Histórico-conceitual dos Programas de Darwin e Lamarck e sua Transposição para o Ambiente Escolar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.
- ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. As Teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132010000300010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 ago. 2011.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das Populações** (v. 3). 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia dos Organismos** (v. 2). 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- BITTENCOURT, Circe Maria F. Em Foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/periodicos/educacao_e_pesquisa/vol_30_no_3>. Acesso em: 05 jun. 2008.
- BIZZO, Nélio M. V. Falhas no Ensino de Ciências: erros em livros didáticos ainda persistem em escolas de Minas e São Paulo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 159, p. 26-31, abr. 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** (Orientações Curriculares para o Ensino Médio; v.2). Brasília: 2006a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 01 maio 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. **Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio-PNLEM**. Brasília: 2007
- CICILLINI, Graça Aparecida. A Evolução enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia no 2º grau. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 7, n. 14, p. 17-37, jul./dez. 1993.
- DARWIN, Charles. **A Origem das Espécies**. São Paulo: Martin Claret, 2006.
- DIAS, Fernanda Malta Guimarães; BORTOLOZZI, Jehud. Como a Evolução Biológica é Tratada nos Livros Didáticos do Ensino Médio. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (Enpec), 2009, Florianópolis. **Anais...** Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/670.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2011.
- DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. **American Biology Teacher**, Washington D. C., v. 35, p. 125-129, 1973.
- FRACALANZA, Hilário. Livro Didático de Ciências: novas ou velhas perspectivas. In:

- FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (Org.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. P. 175-195.
- FREIRE-MAIA, Newton. **Teoria da Evolução**: de Darwin à Teoria Sintética. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1988.
- FREITAG, Bárbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira da. **O Livro Didático em Questão**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.
- HÖFLING, Eloísa de Mattos. A Trajetória do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação no Brasil. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (Org.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. P. 21-31.
- KAWASAKI, Clarice S.; EL-HANI, Charbel N. Uma Análise das Definições de Vida Encontradas em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 2002, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://lect.futuro.usp.br/site/doprofessor/Kawasaki1.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2008.
- KRASILCHIK, Myrian. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia**: volume único. São Paulo: Ática, 2005.
- LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **Biologia**: volume único. São Paulo: Saraiva, 2005.
- LORENZ, Konrad. **Os Fundamentos da Etologia**. São Paulo: UNESP, 1995.
- MAYR, Ernest. **Isto é Biologia**: a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia da Letras, 2008.
- MAYR, Ernest. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico**: diversidade, evolução e herança. Brasília: UnB, 1998.
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: UNESP, 2005.
- RIDLEY, Mark. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- ROMA NAVARRO, Vanessa; MOTOKANE, Marcelo T. Evolução Biológica nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 3021-3025, 2009. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3021-3025.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- SILVA JÚNIOR, César da; SASSON, Zesar. **Biologia** (3v.). 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- SKOOG, Gerald. The Coverage of Human Evolution in High School Biology Textbooks in the 20th Century and in Current State Sciences Standards. **Science & Education**, Springer, v. 14, p. 395-422, 2005. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/x67107864666527n/>>. Acesso em: 29 ago. 2011.
- TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard Charles. Teaching Evolutionary Biology. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

Edmara Silvana Joia Zamberlan é professora de Biologia do Colégio Universitário de Londrina e mestre pela Universidade Estadual de Londrina em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

E-mail: edmarasjz@uol.com.br

Marcos Rodrigues da Silva é doutor em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP). Professor do Departamento de Filosofia da Universidade Estadual de Londrina.

E-mail: mrs.marcos@uel.br