

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA

DIRETORIA EXECUTIVA NACIONAL
(BiênioJulho-2006/julho-2008)

PRESIDENTE

Sandra Escovedo Selles

VICE-PRESIDENTE

Márcia Serra Ferreira

TESOUREIRA

Elenita Pinheiro de Queiroz Silva

SECRETÁRIO

Marco Antônio Leandro Barzano

DIRETORIA EXECUTIVA REGIONAL 5
(BiênioJulho-2006/julho-2008)

DIRETOR

Marco Alexandre de Melo Barros

VICE-DIRETOR

Edinaldo Medeiros do Carmo

TESOUREIRO

Marsílio Gonçalves Pereira

SECRETARIO

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

E59

Ensino de Biologia: fios e desafios na construção de
saberes/Organizado por: Marsílio Gonçalves Pereira
e Antônio Carlos Rodrigues Amorim. – João Pessoa:
Ed. Universitária/UFPB, 2008.

284 p.

ISBN - 978-85-7745-114-3

1. Educação. 2. Biologia – estudo e ensino. 3. Docente
– formação. 4. Práticas curriculares. I. Pereira,
Marsílio Gonçalves. II. Amorim, Antônio Carlos
Rodrigues.

UFPB/BC

CDU: 37

Marsílio Gonçalves Pereira
Antonio Carlos Rodrigues de Amorim
Orgs.

ENSINO DE BIOLOGIA: FIOS E DESAFIOS NA CONSTRUÇÃO DE SABERES

Editora Universitária da UFPB
João Pessoa
2008

- MATHEWS, M. *Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. Enseñanza de las ciencias*, 12(2) 255-277, 1994.
- NÓVOA, A. *Formação de Professores e Trabalho Pedagógico*. Lisboa: Educa, 2002
- PESTRE, D. *Por uma Nova História Social e Cultural das Ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. Cadernos IG/unicamp*. V. 6. N. 1, 1996.
- PINHEIRO, E. P. *Europa, França e Bahia: difusão e adaptação de modelos urbanos (Paris, Rio e Salvador)*. Salvador: EDUFBA, 2002
- REZENDE, S. C. E HELLER, L. *O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces*. Belo Horizonte: Editora da UFMG; Escola de Engenharia da UFMG, 2002.
- SCHARWARCZ, L. *O Espetáculo das Raças: cientistas, instituições e questão racial no Brasil – 1870-1930*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

p. 37
a
6L

ENTRELAÇAMENTOS HISTÓRICOS DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM A DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA: INVESTIGANDO A VERSÃO AZUL DO BSCS¹

Marcia Serra Ferreira¹
Sandra Escovedo Selles²

INTRODUÇÃO

*Não existe para os biólogos
nenhum motivo razoável de dúvida quanto
à ocorrência da evolução (BSCS versão
azul, vol. I, 1973, p. 34).*

Este trabalho tem como objetivo analisar a retórica unificadora das Ciências Biológicas expressa em materiais

Este trabalho foi apresentado no V Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado em 2005 na cidade de Bauru/SP, e materializa os diálogos que vêm sendo travados entre as pesquisas *Currículo de Ciências: iniciativas inovadoras nas décadas de 1950/60/70*, coordenada pela primeira autora e realizada na UFRJ, e *A experimentação no ensino de Ciências e Biologia: matrizes históricas e curriculares na formação de professores*, coordenada pela segunda autora e realizada na UFF no âmbito do Grupo de Pesquisa sobre a Formação Inicial de Professores e Processos de Produção do Conhecimento Escolar.

¹ Professora da Faculdade de Educação da UFRJ

² Professora da Faculdade de Educação da UFF

curriculares destinados à disciplina escolar Biologia. Escolhendo como fonte de estudo a coleção de livros didáticos produzida pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)* mais utilizada no Brasil a partir dos anos de 1960 – a versão azul³ –, buscamos compreender como a referida disciplina escolar se apropriou dos debates no âmbito das Ciências Biológicas e, por meio desse processo, pôde contribuir para o abandono de uma visão fragmentada dessa ciência, sustentando e disseminando a crença em uma Biologia Moderna e unificada.

A primeira edição da versão azul do *BSCS* – que, como discutiremos posteriormente, ganhou o sugestivo subtítulo “das moléculas ao homem” – foi editada nos Estados Unidos em 1963.⁴ Tanto essa quanto as demais versões desse material – isto é, as versões verde e amarela – foram elaboradas no âmbito de um movimento mais amplo de renovação do ensino de Ciências ocorrido a partir dos anos de 1950/60. O lançamento do satélite artificial soviético *Sputnik 1* em 1957 provocou a ampliação de reformas educacionais que visavam a melhoria do ensino das disciplinas escolares em ciências e da matemática nas escolas norte-americanas, o que incluía verbas federais específicas (Bybee, 1997). Naquele momento, as desvantagens tecnológicas foram compreendidas, em parte, como decorrentes de uma educação deficitária em ciências (Chassot, 2004), e tanto os Estados Unidos quanto a Inglaterra organizaram centros e comitês nacionais para a produção de materiais didáticos e para financiar projetos

³ Nesse trabalho utilizamos os volumes I (12ª edição) e II (6ª edição) do *BSCS. Biologia – das moléculas ao homem. Versão azul*, publicadas pela EDART, respectivamente, em 1973 e 1972.

⁴ Segundo Smocovitis (1996), a equipe do *BSCS* surgiu em 1958, formada pela *American Institute of Biological Sciences (AIBS)*, com o apoio da *National Science Foundation (ASF)* e organizada a partir do *Committee on Education and Professional Recruitment*.

em países da América Latina (Barra & Lorenz, 1986). A associação de cientistas, educadores e professores nesses centros e comitês resultou, entre outros materiais, na produção de coleções de livros didáticos para o atual Ensino Médio.⁵

Nos anos de 1960, essas coleções de livros didáticos foram traduzidas e adaptadas em nosso país pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – *IBECC* –, sendo publicadas por meio de um convênio com a Universidade de Brasília. Esse esforço foi viabilizado, em primeiro lugar, pela Fundação Ford – que financiou o trabalho do instituto – e, em segundo lugar, pela *United States Agency for International Development – USAID* – que, segundo Barra & Lorenz (1986), se comprometeu a financiar os primeiros 36.000 exemplares publicados. No que se refere à versão azul do *BSCS*, esta foi traduzida e adaptada no ano de 1967, em dois volumes, pelas professoras Myriam Krasilchik, Nícia Wendel de Magalhães e Norma Maria Cleffi.

Todo esse movimento em torno do ensino de Ciências e, no caso específico desse trabalho, da disciplina escolar Biologia, foi precedido de embates sobre a constituição da própria Biologia como ciência. Historiadores das ciências e das disciplinas acadêmicas e escolares (Tracey, 1962; Rosenthal & Bybee, 1987 e 1988; Rosenthal, 1990; Goodson, 1995 e 1997; Smocovitis, 1996; Provine, 1998) e biólogos (Jacob, 1983; Mayr, 1998) nos auxiliam na compreensão dos processos que contribuíram para uma certa unificação e autonomização das Ciências

⁵ Referimo-nos aos materiais produzidos no âmbito do projeto inglês *Nuffield*, e aos materiais norte-americanos que ficaram conhecidos por suas iniciais, tais como o *BSCS (Biological Sciences Curriculum Study)*, o *PSSC (Physical Science Study Committee)*, o *CBA (Chemical Bond Approach)* e o *CHEMS (Chemical Educational Material Study)*.

Biológicas. Inicialmente, os diversos autores destacam uma mobilização acadêmica em torno da ressignificação do darwinismo em bases genético-mendelianas; posteriormente, percebem uma crescente influência da Biologia Molecular no fortalecimento dessa mesma ciência. Todo esse processo deve ser percebido em meio aos embates travados por essa ciência tanto no âmbito de sua própria comunidade quanto para obter o *status* que a Física já alcançara desde o século XVIII.

Autores como Smocovitis (1996) e Provine (1998) fornecem elementos para pensarmos o quanto esses processos não resultaram na constituição de uma ciência perfeitamente unificada. Embora nas décadas de 1930/40 tenha ocorrido a controversa *síntese evolutiva* ou *moderna síntese* – e, com ela, uma *nova* ou *moderna* ciência –, a falta de consenso gerada acompanhou a história mais recente das Ciências Biológicas no século XX. De acordo com Provine (1998), as inúmeras versões da chamada *síntese evolutiva* correspondem ao número de biólogos evolutivos a elas associados e, mais do que disputas por diferentes pontos de vista conceituais, tais versões estiveram relacionadas ao quanto esses profissionais sentiram-se menosprezados e o quanto lutaram para que esse movimento não ficasse unicamente associado aos geneticistas de população Fisher, Haldane e Wright.⁶ Smocovitis (1996) ratifica essa questão ao colocar que os diversos embates produziram uma série de narrativas sobre essa “moderna síntese”.

Apesar dos esforços de biólogos como Ernst Mayr em organizar fóruns para analisar a contribuição de

⁶ Smocovitis (1996) e Provine (1998) discutem essas disputas exemplificando que, em torno de 1950, Ernst Mayr reclamava que o papel dos sistematas e naturalistas na *síntese* havia sido fortemente desprezado pelos geneticistas, e que Julian Huxley considerava-se o verdadeiro arquiteto da *síntese evolutiva*, embora, para ele, nunca lhe tenham dado o devido crédito.

diversos pesquisadores na produção da *teoria sintética da evolução*⁷, as opiniões acadêmicas se dividem entre aqueles que argumentam em favor da existência de uma *síntese evolutiva* – que ofereceu base sólida à Biologia Evolutiva de hoje⁸ –, e aqueles que defendem que essa síntese nunca existiu. A ausência de consenso se traduz em críticas que se referem tanto ao predomínio dos geneticistas no processo, quanto se estendem a outros ramos das Ciências Biológicas como, por exemplo, ao obscurecimento das contribuições da Botânica em relação àquelas advindas da Zoologia, em parte resultante “da força dos zoólogos em receber os créditos, e também como reforço de um certo sexismo animal próprio da cultura ocidental” (Provine, 1998, p. 174). De igual modo, a geração de biólogos surgida após os anos de 1940 – dentre os quais se destacam Niles Eldredge, Stephen Jay Gould e Motoo Kimura – também apresentou suas ressalvas. Antonovics (1987)⁹, por exemplo, presidente da Sociedade Americana de Naturalistas, argumentou que embora a *síntese evolutiva* tenha ocorrido, ela teve pouco impacto e, em termos conceituais, atrapalhou mais do que promoveu o avanço das Ciências Biológicas. Para o autor (cf. Provine, 1998,

⁷ Ver a discussão de Smocovitis (1996) sobre o papel de Mayr na organização do Simpósio de 1959 — *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology* – e de dois seminários que organizou em 1974 na Academy of Arts and Sciences, com o propósito de relembra e discutir os fatos sobre a *síntese evolutiva*, reunindo material histórico para futuros estudos. Desses últimos resultou o livro de Mayr & Provine (1980) – *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology* – publicado pela Harvard University Press. Smocovitis (1996) chama a atenção para o fato de que essa obra serviu também para evidenciar as diferentes perspectivas entre os autores no que diz respeito à *síntese*.

⁸ Entre esses pesquisadores, destacam-se Stebbins, Ayala e Futuyama, sendo o último o autor do popular livro acadêmico *Biologia Evolutiva* (Smocovitis, 1996; Provine, 1998).

⁹ ANTONOVICS, J. The evolutionary Dys-Synthesis: Which Bottles for Which Wine? *The American Naturalist*, 129, p. 321-331, 1987.

p.174), "somente uma *de-síntese* poderia liberar [os biólogos] de muitas das dificuldades metodológicas, conceituais e inclusive sócio-religiosas que afligem a Biologia Evolutiva".

Como vemos, grande parte do século XX testemunhou embates entre as comunidades de biólogos visando a estabelecer os seus territórios de ação acadêmica. Smocovitis (1996) chama a atenção para o fato de que, embora tenha havido tentativas de materializar o caráter unificado das Ciências Biológicas por meio da criação de periódicos, entidades e associações que compartilhavam a evolução como teoria central – tais como a *American Institute of Biological Sciences* (AIBS) e a *Society for the Study of Evolution* (SSE) –, esses esforços não conseguiram impedir o surgimento de inúmeras outras associações, com finalidades distintas. Tais esforços, igualmente, não auxiliaram a evolução a alcançar *status* de departamento em universidades¹⁰, a obter ligações específicas com instituições tradicionais de pesquisa, e a estabelecer relações econômicas com outros segmentos da sociedade (Smocovitis, 1996, p. 161-162). Todo esse processo dificultou o ideário unificador defendido por muitos dos protagonistas que contribuíram para a teoria sintética da evolução.

Se a unificação das Ciências Biológicas não foi produzida de modo consensual nos meios acadêmicos, a escola parece ter incorporado em grande parte essa idéia ao constituir uma nova disciplina escolar – a disciplina escolar Biologia – em substituição às disciplinas escolares separadas que estavam presentes pelo menos até a metade do século XX no país. Em trabalho recente (Selles & Ferreira, 2005), argumentamos em favor da compreensão

¹⁰ Para essa afirmação, Smocovitis (1996) utiliza como fonte de estudo os catálogos de universidades norte-americanas.

da história dessa disciplina escolar em meio aos conflitos que se estabeleceram tanto nos processos de escolarização quanto na constituição da própria Biologia como ciência. Por um lado, podemos entender o quanto a "ilusão" unificadora das Ciências Biológicas pôde contribuir para o aumento de prestígio dos conhecimentos escolares em biologia na escola. Por outro lado, percebemos a materialização dessa mesma "ilusão" em uma disciplina escolar específica – a disciplina escolar Biologia – como colaborando fortemente para a disseminação de uma visão unificada das Ciências Biológicas, ocultando os diversos embates que foram sendo historicamente travados entre os seus vários ramos. Tal estratégia produziu uma retórica que tem fortalecido tanto a Biologia como ciência quanto a própria disciplina escolar.

Buscando evidenciar essa questão, analisamos os entrelaçamentos históricos entre as Ciências Biológicas e a disciplina escolar Biologia para, em seguida, evidenciar as marcas desse processo e, particularmente, de uma retórica unificadora, nos dois volumes da versão azul do BSCS. Tomando como referência o fato de que esses materiais foram amplamente difundidos tanto nos Estados Unidos quanto nos diversos países sob sua influência política e econômica, reconhecemos a importância de estudá-los como fontes sócio-históricas que testemunham publicamente os diversos embates travados em torno das decisões que envolvem a seleção e a organização dos conhecimentos escolares (Selles & Ferreira, 2004; Ferreira & Selles, 2004). Para Smocovitis (1996), a versão azul do BSCS teve significativo papel na veiculação das idéias evolutivas que sustentavam uma visão de ciência moderna e unificada. No caso brasileiro, as traduções do BSCS se tornaram uma referência para gerações de professores que foram, progressivamente, abandonando as tradições da História Natural. Afinal, de acordo com Krasilchik (1995), os Centros de Ciências do país tanto adaptaram esses

materiais quanto produziram equipamentos e cursos para difundir as idéias neles contidas.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA: ENTRELACAMENTOS HISTÓRICOS

Estudos sócio-históricos no campo do Currículo indicam que as diferentes disciplinas escolares, embora guardem relações com suas respectivas ciências de referência, possuem configurações próprias e distintas dos campos científicos. Esse aspecto se evidencia ainda mais claramente se pensarmos na constituição de um ensino secundário que, ao longo do século XX, amplia-se cada vez mais para os diversos segmentos de nossa sociedade. Se, no início do século em questão, o caráter propedêutico e elitista desse ensino aproximava as finalidades das disciplinas acadêmicas e escolares, a constituição de um sistema escolar de massas certamente evidenciou finalidades próprias para as disciplinas escolares.

De acordo com Macedo & Lopes (2002), tanto as ciências de referência quanto as disciplinas escolares atendem a finalidades sociais do conhecimento e da educação. Entretanto, enquanto as primeiras se desenvolvem em direção a processos cada vez mais especializados, mobilizando determinados objetivos sociais em favor de sua própria institucionalização, as disciplinas escolares trabalham com conhecimentos organizados e transformados para fins de ensino, funcionando como um princípio ordenador e controlador do currículo, estruturando os tempos e os espaços escolares. Tais conhecimentos materializam os diversos processos de seleção cultural, que são condicionados por aspectos sócio-históricos diversos, para além de critérios exclusivamente epistemológicos.

No início do século XX, os conhecimentos relativos às Ciências Biológicas organizavam-se em ramos com tradições epistemológicas diversificadas. Esses conhecimentos caracterizavam-se, por um lado, pela descrição das espécies animais e vegetais e, por outro lado, pela tradição experimental dos estudos em Citologia, Embriologia e, especialmente, Fisiologia Humana. Esse contexto fragmentado reforçava o menor *status* dos referidos conhecimentos face às ciências mais consolidadas, especialmente a Física. Mudanças nesse quadro, como o surgimento da Genética, aliado à influência do Positivismo Lógico e aos movimentos políticos e artísticos ocorridos no âmbito das duas grandes guerras, fortaleceram a idéia da unificação das Ciências Biológicas.

Todo esse processo se dá em torno de uma ressignificação, em bases genéticas, da teoria da evolução proposta por Charles Darwin em 1859, ano em que publica sua obra *A origem das espécies*. Naquela ocasião, embora Darwin tenha criado o mecanismo da *seleção natural* para explicar a evolução das espécies, suas explicações ainda eram bastante lacunares, uma vez que as teorias existentes sobre herança não haviam incorporado elementos da explicação mendeliana, o que somente ocorreu nos primeiros anos do século XX, com as redescobertas dos trabalhos de Mendel (Henig, 2001). Diz-nos Provine (1998, p. 178) que, ao morrer em 1882, "Darwin havia convencido os biólogos de todo o mundo que a evolução orgânica havia ocorrido"¹¹ e, como legado, havia tido sucesso em converter os evolucionistas em biólogos. Entretanto, o autor estima que ao final do século XIX, a maioria dos biólogos acreditava em algum

¹¹ O autor considera que Louis Agassiz, ao morrer em 1873, ainda defendendo o criacionismo, era considerado um "anacronismo" (Provine, 1998, p. 178).

mecanismo intencional de evolução, e as razões para se rejeitar a seleção natural como o mecanismo principal da evolução eram a falta de comprovações empíricas aliada à franca aversão às implicações de um mecanismo oportunista esvaziado de propósitos.

Esse quadro de conhecimentos produzidos sobre a evolução dava-lhe tamanha vulnerabilidade a ponto de ser considerada uma especulação fortemente ancorada em elementos metafísicos, juízo que se estendia a todos os ramos das Ciências Biológicas sem tradições experimentalistas. Nesse sentido, o esforço de unificação concentrou-se em tornar a evolução uma "ciência positiva" e, para tal empreendimento, segundo Smocovitis (1996), passaram a ser empregados métodos experimentais rigorosos, baseados em evidências empíricas e com resultados generalizáveis em termos matemáticos, capazes de eliminar os aspectos metafísicos desses estudos. Após a redescoberta dos estudos de Mendel, ao final da década de 1910, os trabalhos pioneiros de Fisher, Haldane e Wright em Genética de populações argumentaram que a evolução podia ser modelada quantitativamente e, para isso, teve papel fundamental o prestígio dos modelos matemáticos. A Genética oferecia ao darwinismo, portanto, o preenchimento tanto de lacunas teóricas quanto de lacunas metodológicas. Tais fatores se combinaram à morte de uma geração mais velha de evolucionistas e à chegada de outros mais jovens, conferindo uma "nova" maneira de considerar a evolução e, por conseguinte, terminaram por fortalecer a idéia do advento de uma "moderna" e robusta ciência (Smocovitis, 1996; Provine, 1998).¹²

¹² Julian Huxley, neto de Thomas Henry Huxley, utilizou-se de termos que expressam novidade nos títulos de seus livros: em 1940, publica *A nova sistemática* e, em 1942, *Evolução: a Síntese Moderna*. Provine (1998) oferece um conjunto de reflexões sobre o caráter retórico desses títulos ao afirmar que, no primeiro, não havia praticamente nada de novo em sistemática.

Nos Estados Unidos, Rosenthal & Bybee (1987, p. 131) indicam a publicação do livro de Huxley & Martin (1876)¹³ como um precursor na unificação das Ciências Biológicas, uma vez que essa obra "estabeleceu a evolução darwiniana no currículo das Ciências Biológicas, defendeu o uso do laboratório, particularmente a dissecação, e introduziu a idéia de um curso de Biologia Geral". De acordo com Goodson (1997, p. 66), os referidos autores produziram uma excelente "retórica promocional" para as Ciências Biológicas:

A afirmação dos autores é clara, a Biologia não se contentaria com uma mera equivalência com as disciplinas já estabelecidas, a Botânica e a Zoologia; a Biologia seria o novo paradigma superior, uma disciplina mais moderna capaz de reunir todo um conhecimento antiquado e fragmentado numa só disciplina científica.

Em trabalhos anteriores (Selles, 2004; Selles & Ferreira, 2005), destacamos que a trajetória das Ciências Biológicas se entrelaça com a história da disciplina escolar Biologia ao longo do século XX. Apoiando-nos em autores de língua inglesa como Tracey (1962), Rosenthal & Bybee (1987 e 1988), Rosenthal (1990) e Goodson (1995 e 1997), apontamos as primeiras décadas do referido século como igualmente significativas para a compreensão dos processos sócio-históricos que acabaram por definir essa nova disciplina escolar frente ao ensino de conteúdos biológicos ora em disciplinas escolares distintas – como Zoologia, Botânica e Fisiologia Humana –, ora na disciplina escolar denominada História Natural.¹⁴ Como sugerimos

¹³ HUXLEY, T. H. & MARTIN, H. N. (1876). *A course of Practical Instruction in Elementary Biology*. New York: MacMillan.

¹⁴ No caso brasileiro, Lorenz (1986) destaca que, desde a fundação do Colégio Pedro II em 1837, a História Natural esteve fortemente presente nos currículos dos séculos XIX e XX, englobando estudos de Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia.

anteriormente, tanto as Ciências Biológicas puderam influenciar a disciplina escolar Biologia quanto essa certamente difundiu a primeira como uma ciência unificada. Não podemos esquecer que, no início do século XX, o caráter propedêutico e elitista do ensino secundário certamente aproximava as disciplinas escolares das disciplinas acadêmicas e científicas. Evidenciamos esse fato, por exemplo, no registro de Rosenthal & Bybee (1987) de que livros universitários como o de Huxley & Martin (1876) eram utilizados na escola secundária. No caso brasileiro, Lorenz (1986, p. 434) reafirma essa questão ao indicar que os livros adotados no *Imperial Collegio de Pedro II* – a primeira instituição oficial de instrução secundária no país –, ao final do século XIX, eram atualizados em relação às ciências e seus autores constituíam “uma elite no mundo intelectual da época”, uma vez que participavam de importantes sociedades científicas francesas.

Analisando os currículos norte-americanos da disciplina escolar Biologia, Rosenthal (1990) discute como os livros didáticos dessa disciplina passaram, a partir dos anos de 1920, a ser produzidos por professores das escolas para atender as necessidades sociais de ampliação do público escolar. Se, por um lado, isso contribuiu para aumentar a independência dos professores secundários em relação às comunidades acadêmicas, por outro lado, provocou reações acerca da desatualização e de um distanciamento da produção científica. Rosenthal (1990) situa a produção dos BSCS como uma dessas reações. Smocovitis (1996), ratifica essa questão ao compreender esses mesmos materiais como emblemáticos na tentativa de reapropriação da disciplina escolar Biologia pela academia. Para a autora, esse empreendimento educativo foi tão bem sucedido no fortalecimento do prestígio das Ciências Biológicas que a colocou em evidência a partir do final dos anos de 1960. Na próxima seção, instigadas

por essas autoras, investigaremos marcas de uma retórica moderna e unificada das Ciências Biológicas na versão azul do BSCS.

A VERSÃO AZUL DO BSCS: INVESTIGANDO MARCAS DE UMA RETÓRICA MODERNA E UNIFICADA

O subtítulo da versão azul do BSCS – “das moléculas ao homem” – é acompanhado por uma ilustração de um esquema da macromolécula do DNA. Essa ilustração já anuncia o fio condutor dos dois volumes que constituem essa versão: uma releitura dos diversos ramos das Ciências Biológicas em bases bioquímicas para o que atualmente conhecemos como Ensino Médio. Esse subtítulo se reporta claramente a Dobzhansky (1970)¹⁵, que incorpora nessa obra os mais novos desenvolvimentos da genética molecular, entendendo os processos vitais ordenados hierarquicamente do nível molecular ao populacional. De acordo com Smocovitis (1996), as expressões de Dobzhansky na mesma obra – quais sejam, “das moléculas ao homem” e “a unidade e diversidade da vida” – tornaram-se verdadeiros slogans das Ciências Biológicas nos anos de 1960. No caso específico da versão azul, o subtítulo “das moléculas ao homem” evidencia o quanto que a disciplina escolar biologia incorporou e pôde disseminar a idéia de uma ciência que lutava por se manter unificada diante de inúmeras ameaças de fragmentação e reducionismo conceitual.

Os dois volumes da versão azul são constituídos por oito unidades – três no primeiro e cinco no segundo –, e cada uma delas possui, em média, quatro capítulos. Ao

¹⁵ Dobzhansky, T. *Genetics of the Evolutionary Process*. New York: Columbia University Press, 1970.

final do primeiro volume, os autores apresentam um apêndice, um conjunto de exercícios e propostas de experimentos de cunho laboratorial. Nesse mesmo volume, as primeiras três unidades são assim denominadas: "Biologia: interação de fatos e idéias"; "A evolução da célula"; e "Os organismos em evolução" (vol. I, índice). As cinco unidades seguintes, as quais integram o segundo volume, se intitulam: "Organismos pluricelulares – Novos indivíduos"; "Organismos pluricelulares – Continuidade genética"; "Organismos pluricelulares – Sistemas de integração"; e "Níveis de organização" (vol. II, índice).

Além das referências explícitas à evolução tanto nos títulos e subtítulos quanto nos textos como um todo, existem seções em ambos os volumes do *BSCS* nas quais a retórica unificadora se mostra estrategicamente situada. Nesse sentido, podemos destacar a apresentação das unidades, as chamadas introdutórias e o sumário de cada capítulo, e as questões que integram os questionários. Na introdução de cada unidade, o texto procura sempre uma forma persuasiva de ressaltar ora a grandeza da teoria evolutiva, ora o seu grande valor para o conhecimento biológico; em muitos casos, essa teoria pode ser confundida com a própria totalidade dos seres vivos. Essa questão reaparece na unidade dedicada aos conteúdos da Genética, buscando persuadir os estudantes de que a teoria da evolução, com o suporte da genética em bases moleculares, era a *grande* teoria unificadora, uma teoria que unificava a própria vida:

A pesquisa em Biologia atualmente [referindo-se às pesquisas com o código genético citadas em parágrafo anterior] procura compreender êsses fenômenos comuns que unificam todos os seres vivos. Podemos supor, pela teoria da evolução que a vida se diversificou em muitas formas complexas a partir de uma ou de algumas formas simples, por processos surpreendentemente uniformes. (vol. II, p. 119, grifos nossos)

O apêndice do primeiro volume – intitulado "Relação dos Sêres Vivos" – compõe-se de vinte e oito páginas e, embora integre essa obra com forte ênfase bioquímica, destina-se ao tratamento daqueles aspectos não perfeitamente adequados ao referido enfoque. Apresentando a forma clássica de um atlas de taxonomia, com classificações e nomenclaturas científicas, além de ilustrações típicas dos manuais dos antigos naturalistas, o texto introdutório justifica aos estudantes secundários a presença de elementos taxonômicos, ainda que esses se encontrem ao final do livro:

Este apêndice mostra uma das maneiras pelas quais os taxonomistas separam os seres vivos em grupos gerais. Você poderá estranhar a classificação usada aqui, pois provavelmente, é diferente das encontradas na maioria dos livros brasileiros e mesmo estrangeiros. (...) mesmo porque não há razão para que ninguém, a não ser que se trate de um especialista, decore nomes científicos e posição sistemática dos inúmeros seres vivos existentes (vol. I, p. 209).

Ainda no final do primeiro volume, a seção denominada "Guia de Laboratório" visa a introduzir os estudantes no trabalho experimental, afirmando se tratar de um curso com dupla finalidade: "apresentar alguns fatos que sustentam os conceitos biológicos mais gerais" e, nas palavras dos próprios autores, "talvez o mais importante" (vol. I, p. 239), qual seja, permitir que o aluno participe ativamente de investigação científica. Buscando atingir tais objetivos, as atividades propostas centram-se no desenvolvimento de habilidades relacionadas a uma visão de ciência moderna e unificada, tais como a observação e o emprego de medidas e escalas. Em todas elas, são fornecidas recomendações tanto de rigor científico quanto de cuidadosos cálculos matemáticos. Do mesmo modo, os exercícios propostos e as leituras recomendadas

privilegiam, em muitos casos, idéias evolutivas e aspectos de uma ciência empírica, objetiva e exata – baseada em fatos e provas –, com referências explícitas a pesquisadores ligados à *síntese moderna*.¹⁶

Podemos dizer que a versão azul do BSCS explicitamente adota uma visão experimental das Ciências Biológicas. O primeiro capítulo – denominado “Ciência como investigação” – já se encontra claramente influenciado por uma visão moderna das Ciências Biológicas, uma vez que introduz a referida ciência como uma atividade investigativa. Ao exemplificar como os cientistas lidam com os problemas, tomam os experimentos de Darwin durante sua viagem no Beagle (1831-1836) como emblemáticos, reconhecendo em suas atividades as qualidades ideais para uma “vivência do método científico”. Essa introdução parece atender a um duplo propósito: por um lado, reforça as características do trabalho experimental por meio do exemplo da evolução – via o trabalho de Darwin –; por outro lado, apresenta a teoria da evolução de modo a potencializar os estudos empíricos dessa área. Um outro exemplo dessa questão pode ser encontrado no segundo capítulo – “A variedade dos seres vivos” –, no qual os autores, ao indagarem seus leitores sobre se “os biólogos acreditam realmente em evolução”, afirmam:

A resposta é que ‘acreditar’ não é o termo adequado para exprimir o ponto de vista do cientista em relação à evolução. Evolução não é um credo, mas uma teoria científica que se desenvolveu baseada num conjunto de fatos e tem sido testada por mais de um século,

¹⁶ Nas leituras recomendadas encontram-se, por exemplo: Huxley, J. *La Evolución (Síntesis moderna)*. Ed. Losada, 1946 (trad.); Simpson, G. G. *O significado da Evolução* (trad.), Ed. Pioneira, s/d.; Dobzhansky, T. *Bases Genéticas da Evolução* (trad.), s/d.

diante de um acúmulo de conhecimentos cada vez maior (vol. I, p. 32).

Essa idéia da evolução como uma teoria de base empírica é retomada em vários momentos do livro. Por exemplo, o capítulo – “Evolução – dois pontos de vista em conflito” – atualiza a teoria da evolução, apresentando o ponto de vista darwinista em confronto com o ponto de vista lamarquista, ressaltando a fragilidade argumentativa e epistemológica do segundo: “A hipótese de Lamarck admitia pois, que caracteres adquiridos podem ser herdados pelas novas gerações. Entretanto, numerosas experiências realizadas nos últimos cem anos, não conseguiram comprovar que caracteres adquiridos possam ser transmitidos” (vol. I, p. 39). Diferentemente, no que se refere às idéias de Darwin, os autores desconsideram as históricas críticas sobre uma ausência de provas empíricas que haviam sido endereçadas a elas desde o início do século XX, defendendo que a teoria da evolução é aquela que conseguiu oferecer “dados obtidos pela observação e experimentação” (vol. I, p. 43).

Para conferir maior credibilidade e, como recurso retórico, convencer os jovens estudantes que a *teoria sintética* e o darwinismo – tal como proposto por Darwin – constituem um mesmo conjunto de idéias, ao longo da seção intitulada “Experiências que confirmam a seleção natural” os autores afirmam que o caráter experimental sempre esteve presente nos estudos em evolução. Afinal, “O biólogo que estuda a evolução tenta repetir, através de experiências, fenômenos da natureza, de maneira a poder penetrar em certos aspectos da seleção natural” (vol. I, p. 40). A seção prossegue trazendo exemplos que são apresentados como provas resultantes de experimentos cuidadosamente efetuados. Por fim, fornece exemplos recentes da evolução – “seleção natural em organismos em resposta ao uso de inseticidas e outras drogas” (vol. I,

p. 51) – que visam a reforçar o caráter experimental e inequívoco da seleção natural generalizável a todas as formas de vida (vol. I, p. 52).

Além da ênfase no caráter experimental, outro aspecto que contribuiu para que as Ciências Biológicas adquirissem *status* de ciência moderna foi a abordagem matemática dos estudos evolutivos. Tal aspecto aparece fortemente na quinta unidade do segundo volume – “Continuidade Genética” – evidenciando a centralidade da Genética no processo da *síntese moderna*. A introdução dessa unidade retoma a noção de variação apresentada no volume I, definindo-a como a “matéria prima para a evolução e seleção natural” (vol. II, p. 65). Partindo da genética mendeliana, as explicações encontram-se ancoradas em modelos matemáticos e probabilísticos. Nesse processo, os autores algumas vezes se afastam de referências explícitas à teoria da evolução como, por exemplo, nos questionários dos capítulos referentes a “tipos de herança” e “gens e cromossomos”, os quais enfatizam os aspectos epistemológicos que vêm historicamente dando suporte à Genética. Questões como “que organismos e que experiências forneceram “provas” para a teoria cromossômica da herança? Em que diferem as provas de uma teoria científica e a de um teorema em geometria? Explique como o trabalho de Morgan com *Drosophila* confirma a necessidade de aplicação da matemática na genética” parecem ter sido formuladas para auxiliar no enfrentamento das usuais dificuldades de muitos estudantes no entendimento de uma leitura matematizada da disciplina escolar Biologia (vol. II, p. 117).

A tentativa de demonstrar uma nova ciência que não rompe, mas que unifica os demais ramos das Ciências Biológicas pode ser evidenciada nos capítulos de estudo da célula, temática tradicionalmente ensinada de forma descritiva, mas que, na versão azul do BSCS é apresentada

sob uma perspectiva evolutiva. Quando a Teoria Celular é apresentada, a estratégia da obra é recorrer aos registros históricos clássicos, dos tipos factuais e bastante heróicos¹⁷, ressaltando aspectos do desenvolvimento tecnológico e instrumental que deram suporte ao estudo da célula em detrimento de aspectos conceituais. Entendemos que a obra quer compatibilizar uma posição fundante da teoria celular para as Ciências Biológicas com a teoria da evolução, sem deixar de prestigiar o papel da Genética – um novo e emblemático ramo –, na unificação e modernização da Biologia como ciência:

Desde que foi proposta, a teoria celular foi aperfeiçoada e mais fatos foram explicados por ela. Este progresso dependeu de melhores instrumentos para observação. Atualmente, a teoria celular é a principal teoria unificadora da Biologia e com a teoria da evolução e a teoria genética constitui a viga que suporta todas as ciências biológicas (p. 195, grifos nossos).

Um outro exemplo que também expressa essa opção pelo não rompimento com as antigas tradições da História Natural pode ser encontrado no capítulo “A variedade dos seres vivos”. Nesse, o tratamento equivalente das noções de variedade e evolução demonstra uma explícita intenção de reafirmar a idéia de que a evolução tem um papel fundamental na explicação da diversidade. Nesse sentido, enquanto a História Natural tratava a variedade dos seres vivos em si mesma, na *nova e moderna* Biologia a variedade passa a constituir uma evidência da evolução. Essa mesma preocupação está igualmente presente nos demais capítulos do volume um do BSCS, mesmo quando tal noção não aparece em títulos como, por exemplo, “Energia Química para a vida”, no

¹⁷ A esse respeito, ver a análise de Elkana (1970).

qual os seres vivos são apresentados como "sistemas de moléculas complexas altamente organizados" e "as formas primitivas teriam se tornado gradativamente mais complexas à medida que adquiriam enzimas necessárias para as reações que libertam energia" (vol. I, p. 97).

Também a Zoologia, a Botânica e a Fisiologia Humana, ramos tradicionais das Ciências Biológicas, são articulados com a teoria evolutiva, como pode ser visto no capítulo "Reprodução". Temáticas como a Fisiologia e o Comportamento de animais e plantas são interpretados como sucessos evolutivos ou estratégias de seleção natural, como no exemplo do salmão que deixa o mar para a desova (vol II, p. 13). Por um lado, as questões tipicamente de fisiologia e anatomia não evolutiva, permanecem presentes nas questões da seção "Verifique o que aprendeu": "O que é fecundação interna? Quais são os anexos embrionários dos répteis? Qual a função do líquido amniótico? Que é um mamífero placentário? Como funciona a placenta?" (vol II, p. 17) Por outro lado, as questões que requerem a mobilização de conhecimentos evolutivos encontram-se no "Questionário": "Qual é a vantagem da reprodução sexuada para a espécie?; Quais as adaptações do útero nos mamíferos para receber e reter o óvulo fecundado? Que vantagens há no fato de haver produção de grãos de pólen muito maior do que o número de óvulo? Por que os anexos embrionários tornam o desenvolvimento do ovo independente de um ambiente externo aquoso? Qual a vantagem de haver sexos separados nos animais superiores, se a maioria das angiospermas tem órgãos femininos e masculinos na mesma flor?" (vol II, p. 27). No sumário desse mesmo capítulo, entretanto, os princípios evolutivos são reforçados, oferecendo uma visão diferenciada do entendimento da Fisiologia:

Há vários processos pelos quais os animais e vegetais se reproduzem, mas todos eles seguem um único

esquema geral. Os diversos tipos de reprodução sexuada têm a mesma finalidade, isto é, a preservação da espécie. A reprodução sexuada aumenta a variedade numa população de determinada espécie, aumentando também pela seleção natural, as probabilidades de adaptação às modificações do ambiente (vol. II, p. 26).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre todas as teorias que você possa estudar em Biologia, a da evolução ocupa um lugar ímpar. (...) sem ela, a Biologia não poderia ser compreendida (BSCS versão azul, vol. I, 1973, p. 52).

A afirmação acima resume as diversas evidências trazidas à análise na seção anterior. Percebemos os BSCS como materiais curriculares que disseminaram e auxiliaram na produção de uma retórica unificadora e moderna das Ciências Biológicas. Faziam parte dessa retórica a ênfase em procedimentos experimentais e matematizados, além de uma explícita idéia de síntese – e não de rompimento – dos diversos ramos dessa ciência, desde que submetidos a interpretações evolutivas.

Tais processos não ocorreram sem conflitos, e a disciplina escolar Biologia, ao adotar a referida retórica, ajudou a ocultar tanto os embates de ordem teórica que abalaram a *síntese moderna* quanto as conseqüências para as comunidades de biólogos e educadores em termos de *status*, recurso e território (Goodson, 1997). Isso se tornou ainda mais complexo quando, ao final dos anos de 1950, as Ciências Biológicas foram desafiadas pelos estudos biomoleculares a empreender novas leituras dos processos genéticos e evolutivos. As contribuições dessas pesquisas

provocaram outros desafios à idéia unificadora, pois levaram os biólogos a rever as fronteiras das Ciências Biológicas – e do estudo da vida – frente ao estatuto de uma outra ciência como a Física. Podemos encontrar evidências desses embates na própria existência de três versões distintas do BSCS. Goodson (1997, p. 74) reafirma essa questão ao indicar que essas versões resultaram da própria diversidade das Ciências Biológicas, “abrangendo os aspectos ‘bioquímicos’, ‘ecológicos’ e ‘celulares’ da disciplina, mas a sua relutância em expor esta aparente falta de unidade fez com que as versões fossem designadas por ‘azul’, ‘verde’ e ‘amarela’”.

Considerando que os BSCS representaram uma iniciativa de inovação curricular estreitamente ancorada no contexto acadêmico – inclusive com a participação de biólogos defensores da unificação¹⁸ –, podemos entender o quanto esses materiais aproximavam a disciplina escolar Biologia das Ciências Biológicas. Tal aproximação não pode ser vista de modo naturalizado, pois certamente teve conseqüências no modo como a escola e seus profissionais se apropriaram de tais materiais. Tornam-se necessários, portanto, estudos que aprofundem a compreensão sobre como os BSCS foram utilizados no Brasil, ultrapassando a idéia de que as dificuldades na adoção desses materiais estiveram circunscritas apenas à formação dos professores e às condições materiais da escola. Além disso, faltam análises que focalizem as diversas respostas produzidas pelas comunidades escolares frente a uma concepção de currículo acadêmica como a do BSCS. O estudo de Smocovitis (1996) sugere que o prestígio alcançado pelas Ciências Biológicas, ao final da década de 1960, guarda estreita relação com as

¹⁸ Segundo Smocovitis (1996), além de uma série de cientistas famosos, participaram da equipe do BSCS defensores da evolução como teoria unificadora das Ciências Biológicas como G. Ledyard Stebbins Jr., G. G. Simpson e Hermann J. Muller.

reações que provocou, nos Estados Unidos, nos segmentos sociais que se opunham à evolução. Essas considerações reafirmam nossas convicções que a escola, longe de ser passiva, é uma instituição que ativamente desempenha papéis nas dinâmicas histórico-sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRA, V. M. & LORENZ, K. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. *Ciência e Cultura*, 38(12), p. 1970-1983, 1986.
- BYBEE, R. The Sputnik Era: why is this educational reform different from all other reforms? *Prepared for the Symposium Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform*. Washington, DC, p. 1-10, October, 1997.
- CHASSOT, A. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C. & MACEDO, E. (orgs.) *Currículo de Ciências em debate*. Campinas: Papirus, 2004. p. 13-44.
- ELKANA, Y. Science, Philosophy of Science and Science Teaching. *Ed. Phil. & Theory*, Vol. 2, p.15-35, 1970.
- FERREIRA, M. S. e SELLES, S.E. Análise de livros didáticos de ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. *Educação em Foco*, 8 (1 e 2), p. 63-78, 2004.
- GOODSON, I. F. *Currículo: Teoria e História*. Petrópolis: Vozes, 1995.
- GOODSON, I. F. *A Construção Social do Currículo*. Lisboa: Educa, 1997.
- HENIG, R. M. *O monge no jardim. O gênio esquecido e redescoberto de Gregor Mendel, o Pai da Genética*. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.
- JACOB, F. *A Lógica da Vida: uma História da Hereditariedade*. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (coord.) *Inovação Educacional no Brasil: Problemas e Perspectivas*. 3ª ed. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1995 .p. 177-194.

- LORENZ, K. M. Os livros didáticos e o ensino de Ciências na escola secundária brasileira no século XIX. *Ciência e Cultura*, 38(3), p. 426-435, março, 1986.
- MACEDO, E. & LOPES, A. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das Ciências. In: MACEDO, E. & LOPES, A. C. (orgs.) *Disciplinas e Integração Curricular: História e Políticas*. 1ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002 .p. 73-94.
- MAYR, E. *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: Diversidade, Evolução e Herança*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
- PROVINE, W. B. El progreso en la evolución y el sentido de la vida. In: MARTINEZ, S. y BARAHONA, A. (comps.) *Historia y explicación en biología*. México: Ed. Científicas Universitarias e Texto Científico Universitario, 1998 .p. 168-193.
- ROSENTHAL, D. & BYBEE, R. Emergence of the Biology Curriculum: a science of life or a science of living. In: POPKEWITZ, T. (ed.) *The Formation of School Subjects: the Struggle for Creating in American Institution*. London: Falmer Press, 1987 .p. 123-144.
- ROSENTHAL, D. High School Biology: the early years. *The American Biology Teacher*, 50(6), p. 345-347, September, 1988.
- ROSENTHAL, D. What's past is prologue: lessons from the history of Biology Education. *The American Biology Teacher*, 52(3), p. 151-155, March, 1990.
- SELLES, S. Entrelaçamentos históricos na terminologia biológica em livros didáticos. In: ROMANOWSKI, J. P.; MARTINS, P. L. O. & JUNQUEIRA, S. R. A. (orgs.). *Conhecimento Local e Conhecimento Universal: a aula, aulas nas Ciências Naturais e Exatas, aulas nas Letras e Artes*. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2004 .p. 147-160.
- SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de Ciências. *Ciência & Educação*, 10(1), p. 101-110, 2004.
- SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, S.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. & AMORIM, A. C. (orgs.) *Ensino*

de Biologia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: EDUFF, 2005 .p. 50-62.

SMOCOVITIS, V. B. *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*. Princeton: Princeton University Press, 1996.

TRACEY, G. W. Biology – its struggle for recognition in English Schools during the period 1900-1960. *School Science Review*, p. 423-433, 1962.