

1^a

Parte

*Ciências Biológicas
e disciplinas escolares*



Ciências Biológicas e disciplinas escolares

Como professores das disciplinas escolares Ciências e Biologia na educação básica, somos inúmeras vezes questionados por não acompanharmos adequadamente tanto o crescimento quanto a lógica de produção dos conhecimentos das Ciências Biológicas.

No primeiro caso, nossas aulas são muitas vezes apontadas como desatualizadas, pois deixam de aproveitar o interesse dos estudantes, que convivem cotidianamente com informações de cunho biológico veiculadas pela mídia.

No segundo caso, temos sido instigados pelos meios acadêmicos a utilizar os conhecimentos que são centrais nas Ciências Biológicas para estruturar os currículos das disciplinas escolares Ciências e Biologia.

Como exemplo da segunda provocação, verificamos que, desde que a teoria da Evolução assumiu uma posição central nas Ciências Biológicas, tanto os pesquisadores do ensino quanto os professores da educação básica passaram a reconhecer a importância dessa temática nas disciplinas escolares Ciências e Biologia. Isso se expressa, por exemplo, nos documentos curriculares oficiais – tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais para os ensinos fundamental e médio – e na produção de autores nacionais e estrangeiros, os quais reafirmam a influência da teoria da Evolução na organização dos currículos escolares.

A despeito da inegável importância da Evolução para distanciarmos-nos de uma abordagem desatualizada e

A título de exemplo, sugerimos a leitura dos seguintes trabalhos: GUIMARÃES, E. M.; EUZÉBIO, U. O eixo evolução/ecossistemas como norteador para os conteúdos de Biologia para o ensino médio. In: MARANDINO, M.; AMORIM, A. C.; KAWASAKI, C. S. (Org.). *Coletânea do VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo: FE/USP, 2000. p. 720-724; SANTOS, S. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2002.

A título de exemplo, sugerimos a leitura dos seguintes trabalhos: NICKELS, M. K.; NELSON, C. E.; BEARD, J. Better Biology teaching by emphasizing Evolution & the nature of science. *The American Biology Teacher*, Reston, v. 58, n. 6, p. 332-336, Sept. 1996; ALTERS, B. J.; NELSON, C. E. Perspective: teaching Evolution in higher education. *Evolution*, v. 56, n. 10, p. 1.891-1.901, Oct. 2002.

mecanicista dos conhecimentos em Biologia na escola, boa parte da defesa desses documentos e autores apoia-se na ideia de que os conhecimentos escolares seguem, exclusivamente, a lógica das Ciências Biológicas. A adoção dessa perspectiva no âmbito escolar implicaria a exclusão de uma série de conteúdos de ensino de caráter mais utilitário e/ou pedagógico – isto é, que focalizam conhecimentos práticos e técnicos e/ou valorizam os conhecimentos pessoais, sociais e os do senso comum –, o que não percebemos nos materiais curriculares e no cotidiano das aulas de Biologia. De igual modo, tal adoção excluiria conteúdos e enfoques mais diretamente relacionados às tradições da História Natural, que deram origem às Ciências Biológicas e ainda permanecem influenciando fortemente os currículos da educação básica.

Refletindo sobre os motivos pelos quais, a despeito da legitimidade da Evolução, determinados conteúdos com

A reprodução humana é um conteúdo que nos permite perceber como o ensino dos conhecimentos escolares em biologia não está unicamente vinculado às finalidades mais acadêmicas. Discutimos essa questão no artigo: SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M. et al. (Org.). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, 2005. p. 50-62.

A discussão sobre diferentes finalidades educacionais – acadêmicas, utilitárias e pedagógicas – é utilizada pelo estudioso da história do currículo Ivor Goodson ao argumentar que as disciplinas escolares surgem com objetivos de caráter mais utilitário e pedagógico e, em busca de *status*, recursos e território, assumem finalidades mais acadêmicas. Investigando as disciplinas escolares Ciências e Biologia em escalas temporais menores do que aquela proposta por Goodson, temos apostado na noção de que as diferentes finalidades se encontram em permanente tensão nos currículos dessas disciplinas escolares. Para ler sobre essas questões, sugerimos: GOODSON, I. F. *Currículo: teoria e história*. Petrópolis: Vozes, 1995; GOODSON, I. F. *A construção social do currículo*. Lisboa: Educa, 1997; FERREIRA, M. S. *A história da disciplina escolar Ciências no Colégio Pedro II (1960-1980)*. 2005. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M. et al. (Org.). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, 2005. p. 50-62.

finalidades utilitárias e/ou pedagógicas e certas tradições da História Natural permanecem com grande espaço nos currículos escolares e com abordagens que não necessariamente priorizam aspectos evolutivos, sustentamos que existem razões tanto pedagógicas quanto epistemológicas que explicam a constituição dos conhecimentos escolares. Afirmamos, portanto, a necessidade de nós, professores de Ciências e Biologia, compreendermos os debates sócio-históricos sobre a constituição das disciplinas escolares ministradas na educação básica. Tais debates não podem prescindir da explicitação das finalidades educativas no ensino de Ciências e Biologia, em diálogo com as finalidades acadêmicas mais diretamente relacionadas aos campos científicos e, particularmente, ao das Ciências Biológicas.

As disciplinas escolares surgem no âmbito das primeiras tentativas de escolarização das massas no século XIX, e, com o desenvolvimento dos sistemas estatais de ensino, essa forma de organização do conhecimento torna-se hegemônica nos currículos escolares, passando a estruturar e controlar o tempo e o espaço de um sistema escolar em expansão. Essa crescente importância da organização disciplinar tem merecido especial atenção tanto em estudos curriculares que a defendem como nas inúmeras tentativas de produção de currículos que buscam subverter a lógica disciplinar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais fornecem-nos bom exemplo dessa questão, pois, enquanto o material destinado ao ensino fundamental propõe a inserção de temas transversais no conjunto das disciplinas escolares já existentes, o documento voltado para o ensino médio apresenta uma organização curricular em áreas, as quais, igualmente, incluem as disciplinas escolares usuais nesse nível de ensino. Em ambos os casos, a lógica disciplinar não desaparece, convivendo com as diferentes propostas e reafirmando o peso que esse modelo de organização adquiriu em nossos currículos.

Uma obra que discute com maior amplitude esta questão é: LOPES, A. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Eduerj, 1999.

É nesse sentido que autoras como Elizabeth Macedo e Alice Casimiro Lopes (2002) tratam o currículo disciplinar como uma "tecnologia" de estruturação da escola, uma estratégia que vem sendo historicamente produzida para dar conta de um crescente sistema escolar. Essa ideia auxilia na ampliação da definição das disciplinas escolares, pois nesse caso elas não surgem apenas em decorrência de critérios que envolvem a natureza das ciências de referência. À luz dessa concepção, podemos compreender a especificidade dos conhecimentos que ensinamos e dos materiais didáticos que produzimos e/ou utilizamos quando comparados aos conhecimentos e materiais acadêmicos e científicos que nos formaram na universidade. De igual modo, podemos refletir sobre nosso próprio papel na constituição dos conhecimentos que veiculamos nas disciplinas escolares Ciências e Biologia, questionando o aparente consenso em torno dos conteúdos e dos métodos de ensino que vieram sendo tradicionalmente selecionados, sobretudo ao longo do século XX.

Embora estejamos afirmando a especificidade das disciplinas escolares diante das disciplinas acadêmicas e científicas – aspecto que desenvolveremos ao longo do livro –, reconhecemos as inter-relações entre as histórias de emergência e de constituição tanto das disciplinas escolares Ciências e Biologia quanto das Ciências Biológicas. Enquanto as primeiras se desenvolveram, no final do século XIX e, particularmente, no início do século XX, em meio à própria criação dos sistemas públicos de ensino, os ramos das Ciências Biológicas questionavam seus estatutos e modernizavam-se, tendo como referências o positivismo lógico e a ciência de maior prestígio na época: a Física.

Um exemplo dessa questão pode ser percebido por meio dos entrelaçamentos sócio-históricos entre as Ciências Biológicas e a disciplina escolar Biologia, os quais passaremos a discutir nos próximos capítulos. Abordaremos aspectos

relativos à modernização das Ciências Biológicas, focalizando a posição central que a Evolução ganhou no âmbito científico e indicando caminhos para pensar sobre as influências dessa história na emergência e na constituição da disciplina escolar Biologia, assim como sobre o papel da teoria evolutiva no fortalecimento de uma retórica acerca das Ciências Biológicas. Afinal, entendemos que a escola como instituição social vem, ao longo do século XX, oferecendo um espaço importante para o abandono da História Natural e para a adoção e a disseminação de um entendimento público – ainda que retórico – das Ciências Biológicas como ciência unificada.

Capítulo I

A MODERNIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

A modernização das Ciências Biológicas

Indicamos, no início desta 1ª Parte, que as histórias das disciplinas escolares Ciências e Biologia e das Ciências Biológicas precisam ser vistas de forma entrelaçada, a fim de compreendermos muitos dos conteúdos e métodos que ensinamos em nossas escolas. Entendemos ser preciso conhecer quais elementos mais recentes do desenvolvimento do pensamento biológico deixaram marcas na disciplina escolar Biologia. Neste capítulo, não é nosso objetivo apresentar toda a trajetória das Ciências Biológicas, mas comentar a emergência dessa ciência moderna e a relação que guarda com a teoria da Evolução, entendendo essas questões como significativas para a constituição da disciplina escolar Biologia na educação básica.

No início do século XX, os conhecimentos das Ciências Biológicas organizavam-se em ramos que, embora se referissem a formas de vida ou a processos vitais, possuíam tradições epistemológicas bem variadas. De modo geral, podemos dizer que esses conhecimentos caracterizavam-se, por um lado, pelos ramos mais descritivos da História Natural – a Zoologia e a Botânica – e, por outro lado, pelos estudos em Citologia, Embriologia e, especialmente, em Fisiologia humana, que tinham tradições experimentais. Esse contexto fragmentado reforçava o menor *status* dos conhecimentos biológicos em relação às ciências mais consolidadas, especialmente a Física.

Segundo a historiadora da ciência Vassiliki Betty Smocovitis (1996), a ideia de unificação das Ciências Biológicas só ganhou força bem depois que a palavra "biologia" foi

Agradecemos a Luís Fernando Marques Dorcillé pela leitura deste capítulo e por seus valiosos comentários.

Sugerimos, como leitura complementar para uma ampla apresentação da história da Biologia, o livro de Ernst Mayr *O desenvolvimento do pensamento biológico* (Brasília: UnB, 1998).

Não estamos assumindo, neste texto, que as atividades experimentais eram exclusivas desses ramos das Ciências Biológicas, mas, sim, apontando, conforme sugere Smocovitis (1996), a predominância dessas atividades no segundo grupo de estudos. Autores como Maria Ellice B. Prestes desenvolvem pesquisas históricas que resgatam atividades experimentais entre naturalistas (para conhecer um desses estudos, cf. Prestes, 2006).

cunhada por Lamarck e Treviranus, no início do século XIX. As mudanças que contribuíram para o fortalecimento dessa ideia unificadora resultaram não só da combinação de uma série de fatores implicados na produção dos conhecimentos biológicos por parte da comunidade dos cientistas, como também da influência dos movimentos sociais, filosóficos e políticos das primeiras décadas do século XX. Entre eles, foram significativos o surgimento da Genética e o desenvolvimento de modelos matemáticos ambientados em um movimento filosófico de grande significado para todas as ciências, o chamado positivismo lógico.

De forma bastante resumida, podemos dizer que essa corrente de pensamento filosófico, difundida nas primeiras décadas do século XX, teve sua origem no Círculo de Viena e sustentava que o conhecimento válido era o que se apoiava basicamente na realidade empírica. Adotava uma linguagem que buscava apresentar-se como destituída de juízos de valor e de qualquer subjetividade, ou seja, assentando-se sob o princípio da neutralidade axiológica. Incorporando a Lógica e a Matemática, esse movimento desdobrou-se como uma possibilidade de unificar todas as ciências em torno de um método comum. O positivismo ou empirismo lógico associava à experiência as regras da Lógica e os procedimentos matemáticos, tomados como critérios segundo os quais o conhecimento poderia ser considerado ciência, a chamada "ciência positiva". Autores como Smocovitis (1996) argumentam que os procedimentos experimentais, capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente que garantiriam a objetividade e o caráter científico, sustentaram em nível filosófico a ideia unificada das Ciências Biológicas.

Essas ideias de unificação provocaram a comunidade de biólogos a examinar o que poderia dar unidade a uma *ciência Biologia* em meio aos diversos e fragmentados ramos dos conhecimentos biológicos. O processo originou-se em torno de uma ressignificação, em bases genéticas, da teoria

da Evolução proposta por Charles Darwin em 1859, quando publicou sua obra *A origem das espécies*. Naquela ocasião, embora Darwin tenha criado o conceito de *seleção natural* para explicar a evolução das espécies, suas explicações continham lacunas, uma vez que as teorias existentes sobre herança não haviam incorporado o modelo mendeliano, o que, de acordo com Evelyn Fox Keller (2002), somente ocorreu nos primeiros anos do século XX, com as redescobertas dos trabalhos de Gregor Mendel.

É preciso ressaltar que Darwin escreveu sobre a variação e quis explicá-la, mas não desenvolveu uma teoria de herança, tendo-se utilizado dos modelos teóricos compatíveis com o desenvolvimento do conhecimento de seu tempo. A explicação proposta por Darwin, segundo Michael Rose (2000, p. 47), combinava herança miscível, ou das misturas – em uma construção típica do modelo da pangênese e da fluidez das gêmulas transmitidas de uma geração à outra que se misturavam, ao se combinarem no zigoto – com a herança dos caracteres adquiridos, uma vez que a primeira não explicava a variação e se tornava um obstáculo para a evolução. Como Darwin não conseguiu provar sua teoria da herança, ele mesmo veio a rejeitá-la (Rose, 2000).

Para Michael Rose (2000, p. 47), Darwin propôs uma teoria complexa, na qual o material da herança se constituiria de diversas "gêmulas" ou "partículas de hereditariedade". Essas gêmulas não estariam fixas em uma parte do corpo, mas seriam móveis e recolheriam informações sobre diferentes situações que ocorreriam no corpo. No momento da concepção, essas gêmulas migrariam para as gônadas e entrariam nos gametas, levando tais informações para a próxima geração. Cabe certo estranhamento quando Rose utiliza a expressão "*partículas de hereditariedade*". As gêmulas seriam fluidas e misturar-se-iam umas com as outras no zigoto, diluindo as supostas vantagens que um dos genitores pudesse ter fornecido. Os fatores mendelianos são – estes, sim – partículas e segregam-se independentemente, ocorrendo aos pares, um de cada genitor. Como, porém, são partículas, não se misturam, cabendo ao dominante a expressão. Caso o dominante confira características vantajosas, elas podem permanecer na geração F1 e não diluir-se, como ocorreria com as gêmulas.

Treviranus, na Alemanha, e Lamarck, na França, cunharam em 1802, de forma independente, o termo "biologia" como o estudo da vida, mas, segundo Smocovitis (1996), isso ainda não significava a existência de uma ciência autônoma e madura.

Ernst Mayr (1998, p. 553) chama a atenção para o fato de que há diferenças entre uma "genética de populações matemática", que tem existência "estatística" e idealizada, e uma "genética de populações", que lida "diretamente" com populações reais de seres vivos em campo ou em laboratório. A primeira estaria ligada aos trabalhos pioneiros de Fisher, Haldane e Wright e às pesquisas que se servem de modelagens teóricas, enquanto a segunda trataria do levantamento de dados empíricos que registrem mudanças populacionais em determinado tempo, tendo também sido designada como "ecologia genética" por Ford em 1964. Podemos entender que essas duas formas de interpretar a genética de populações reafirmam o sucesso da incorporação do método experimental e da matematização nas pesquisas biológicas.

A obra foi publicada pela primeira vez em Londres, em 1859, pela editora Murray, com o título: *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*.

Leituras que enriquecem a compreensão desse momento histórico são: HENIG, R. M. *O monge no jardim*. São Paulo: Rocco, 2001; ROSE, M. *O espectro de Darwin*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000; KELLER, E. F. *O século do gene*. Belo Horizonte: Crisálida, 2002; GOULD, S. J. *Lance de dados*. São Paulo: Record, 1996; MAYR, E. *Biologia, ciência única*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

William Provine (1998) destaca Louis Agassis como raro exemplo de biólogo que não acreditava na ocorrência da evolução orgânica, defendendo o criacionismo até sua morte em 1873.

A impossibilidade de associar a Evolução a uma teoria de herança que a sustentasse teve desdobramentos que marcaram as Ciências Biológicas. O historiador norte-americano William Provine (1998) afirma que, ao morrer em 1882, Darwin já havia convencido todos os biólogos da ocorrência da evolução orgânica, embora o mesmo não pudesse ser afirmado acerca do mecanismo evolutivo. Esse mesmo autor estima que, ao final do século XIX, a maioria dos biólogos ainda acreditava em algum mecanismo intencional de evolução, e a razão para rejeitar a seleção natural como o mecanismo principal da evolução era a falta de comprovações empíricas aliada à franca aversão em aceitar um mecanismo evolutivo não direcionado.

Sem o apoio de conhecimentos genéticos, a teoria evolutiva apresentava muita fragilidade. Os conhecimentos produzidos sobre a evolução chegaram ao século XX ainda considerados como uma especulação ou como metafísica, porque estavam, como afirma Keller (2002, p. 13), "contaminados" por ideias contraditórias do próprio Darwin, como gêmulas e suas unidades de pangênese. Para Smocovitis (1996), todos os ramos das Ciências Biológicas que não possuíam tradições experimentalistas, principalmente aqueles herdeiros da História Natural, recebiam um julgamento semelhante. Assim, situavam-se, de um lado, os ramos da Biologia notadamente *experimentais*, como a Genética e a Fisiologia, e, de outro, os *não experimentais*, não quantificáveis, com poucas evidências empíricas, como a História Natural e a Evolução.

Por essas razões, os esforços para a unificação concentraram-se em tornar a Evolução uma "ciência positiva", em consonância com as ideias do positivismo lógico, cujo modelo emblemático era representado pela Física. Como já dissemos anteriormente, passaram a ser valorizados e empregados métodos experimentais rigorosos, baseados em evidências empíricas e com resultados generalizáveis

em termos matemáticos, capazes de eliminar os aspectos metafísicos desses estudos. Essa nova perspectiva ganhou força com a redescoberta dos estudos de hereditariedade de Gregor Mendel e, nesse contexto, a criação do termo genética passou a designar um novo ramo que, já no início do século XX, alcançou bastante prestígio, oferecendo uma contribuição fundamental para os estudos evolutivos. Embora se tenham passado 34 anos até que a herança descontínua mendeliana fosse aceita, Michael Rose (2000) ressalta que esse novo ramo das Ciências Biológicas, a princípio sob liderança inglesa, se desenvolveu com rapidez sem precedentes, ainda que marcado por controvérsias.

Ao final da década de 1910, os trabalhos pioneiros de Ronald Fisher, John Burdon Sanderson Haldane e Sewall Wright em genética de populações erigiram bases para que a Evolução fosse modelada quantitativamente. Os modelos matemáticos empregados por esses pesquisadores desempenharam papel fundamental e ganharam prestígio nas Ciências Biológicas. O equilíbrio de Hardy e Weinberg, proposto no início do século XX, é um bom exemplo para ilustrar como a matematização de variáveis evolutivas dirigidas geneticamente deu início ao processo de "modernização" da Evolução. Os estudos posteriores de Thomas Hunt Morgan, Hermann Joseph Muller e Theodosius Dobzhansky, realizados nos Estados Unidos, permitiram que a evolução fosse definida como a mudança da frequência gênica em populações.

Ernst Mayr (1998, p. 949) afirma que "esse é um dos muitos exemplos que mostram que uma lei, um princípio ou uma generalização foram ignorados quando apresentados pela primeira vez por virem expressos em palavras, em vez de na forma de equações matemáticas". Segundo esse autor, William Castle, professor de Sewall Wright, havia demonstrado em 1903 que "a composição genotípica de uma população permanecia constante quando cessava a seleção", mas "esse fato foi ignorado até que Hardy e Weinberg lhes forneceram uma fórmula matemática".

O surgimento da Genética dá-se em meio a grandes embates entre os defensores do mendelismo - os mendelistas - e os darwinistas - também chamados de *biometristas* -, que, segundo Michael Rose (2000, p. 52-53), não admitiam "o modelo mendeliano de variação consistente, particulada e descontínua", importante para Evolução: "Os biometristas não tinham chance de derrotar os mendelistas no que dizia respeito à hereditariedade. Aliás, estava errada a respeito do mecanismo da herança. Ela era particulada, consistente, como Mendel havia proposto. O problema que lhes restava [aos mendelianos] era desenvolver sua própria teoria. Evolução, já que não podiam aceitar nada do raciocínio dos biometristas, pautado na seleção em virtude da associação espúria entre as teorias darwinianas de adaptação e herança miscível, a modelo da hereditariedade que, na verdade, era antagônico à evolução por seleção natural."

Os métodos experimentais empregados - particularmente aqueles que vinham de avançados estudos citológicos e o tratamento matemático dos resultados favoreceram o desenvolvimento de pesquisas "puramente" genéticas, que, por um lado, ampliassem o conhecimento da natureza dos genes e de seu arranjo nos cromossomos e, por outro lado, estendessem suas contribuições teóricas para os estudos de Evolução e para a Biologia de desenvolvimento. Para aprofundar essa questão, a leitura de Vassiliki Betty Smocovitis (1996) oferece rico e instigante material de análise

Assim, a genética de populações pôde oferecer ao darwinismo o preenchimento tanto de lacunas teóricas, relativas às questões básicas da variedade e da manutenção das novas características, quanto de lacunas metodológicas, ao incorporar a experimentação e os modelos matemáticos. As pesquisas genéticas prosseguiram não somente refinando a compreensão dos constituintes gênicos, como também modelando teoricamente as questões fundamentais da teoria evolutiva. À medida que as pesquisas genéticas se foram desenvolvendo, essa "nova" maneira de interpretar os mecanismos evolutivos foi fortalecendo-se e, de certa forma, influenciando os diversos ramos das Ciências Biológicas, contribuindo para a construção de uma ideia unificada de ciência.

No intervalo das duas Grandes Guerras e, particularmente, após a Segunda Guerra Mundial, o movimento de unificação tornou-se mais evidente nos Estados Unidos, congregando cientistas que defendiam abertamente a ideia de uma Biologia unificada em torno da teoria evolutiva. Ernst Mayr (1998) e William Provine (1998) afirmam que existia uma descontinuidade entre a genética experimental e os ramos herdeiros de tradições naturalistas, o que também teria provocado a ideia de síntese. Essas duas comunidades pareciam falar "linguagens diferentes" e buscavam respostas para suas pesquisas com base em marcos conceituais distintos. O ajuste entre suas perspectivas pode ser entendido como uma tentativa de síntese, que, ambientada na atmosfera do positivismo lógico, teria resultado em uma redefinição da teoria evolutiva em torno de alguns conceitos centrais, entre os quais o gradualismo, a natureza da seleção natural e a população.

Segundo Smocovitis (1996), Theodosius Dobzhansky, com a publicação de seu livro *Genetics and the origin of species* em 1937, é considerado precursor da síntese evolutiva e o cientista de maior impacto no fortalecimento dessa

noção. Julian Huxley também ofereceu sua contribuição ao utilizar termos que expressam a ideia de novidade e de síntese nos títulos de seus livros: *A nova sistemática* (1940) e *Evolução: a síntese moderna* (1942). Todo esse movimento, que teve nos Estados Unidos o cenário dos maiores eventos e reuniu o maior número de cientistas e publicações, é conhecido como neodarwinismo, teoria sintética da Evolução ou moderna síntese.

A despeito dos esforços empreendidos para a unificação, esses processos não se deram de forma consensual, e muitos historiadores, como Smocovitis (1996) e Provine (1998), fornecem elementos para pensarmos quanto eles não resultaram na constituição de uma ciência perfeitamente unificada. Embora fosse possível identificar, nas décadas de 1930/40, o movimento de síntese evolutiva e, com base nele, falar em nova ou moderna ciência Biologia, a falta de consenso evidenciava conflitos de ideias e de interesses entre os diferentes representantes dos muitos ramos das Ciências Biológicas. Por um lado, existiam dificuldades para atingir uma concordância absoluta entre diversos aspectos da teoria evolutiva, tais como o conhecimento da estrutura genética, os mecanismos explicativos da seleção natural, o ajuste dos modelos macroevolutivo e microevolutivo, o papel da mutação, o lugar do homem na evolução, o debate entre evolução e progresso, a contribuição das descobertas biomoleculares etc. Por outro lado, os conflitos também se deram no domínio das relações entre grupos de biólogos de diferentes áreas, algumas das quais não participaram diretamente do processo de constituição dessa nova ciência – por exemplo, os embriologistas e os microbiologistas, críticos incisivos dos estudos evolutivos (Smocovitis, 1996). Além disso, William Provine (1998) identifica certo artificialismo ou uma estratégia de retórica no título de certas obras de alguns "arquitetos" do movimento, como é o caso de *A nova sistemática*, de

É preciso ressaltar que tal processo se deu, em grande parte, sob a égide ou com o predomínio das ideias da genética de populações. Falar apenas em síntese mascara a hegemonia de um conjunto de ideias sobre os demais na constituição desse processo, contribuindo para entendê-lo e legitimá-lo de modo pouco crítico.

Macroevolução diz respeito às mudanças evolutivas suficientes para formar novas espécies ou evolução acima do nível taxonômico de espécie, enquanto microevolução se refere a alterações na frequência dos alelos da população de uma espécie entre gerações. Enquanto o primeiro conceito se refere a mudanças gênicas interespecíficas, o segundo reporta-se às intraespecíficas. As disputas pela definição desses conceitos e sua apropriação pelos biólogos envolvidos no movimento da síntese evolutiva vêm persistindo desde então (Mayr, 1998).

Julian Huxley, em que não havia praticamente nada de novo no que dizia respeito à sistemática.

O fim da Segunda Guerra e os eventos da década que se lhe seguiu provocaram um rearranjo mundial de diversas ordens. As consequências dos bombardeios nucleares e a polarização entre as potências americanas e russas iriam dominar o cenário dos acontecimentos e influenciar as sociedades em termos políticos, econômicos, educacionais e científicos. As Ciências Biológicas chegaram aos anos 1960 ainda lutando contra a hegemonia da Física e da Química, que tiveram papel destacado nos últimos acontecimentos bélicos e, segundo John Rudolph (2002), continuaram a desfrutar de alto conceito nos eventos da guerra fria. Entre os biólogos, prosseguiram também muitos conflitos de ideias e disputas acerca da hegemonia de determinadas áreas sobre outras. Entretanto, o avanço das pesquisas biomoleculares, que ganharam visibilidade a partir da determinação do modelo de DNA, no ano de 1953, por James Watson e Francis Crick, contribuiu para consolidar o lugar de uma Biologia moderna, ampliando assim seu prestígio. Tal fato não se deve apenas ao valor intrínseco do conteúdo das descobertas, mas também e, talvez principalmente, ao potencial de aplicação de tais conhecimentos em diferentes áreas da vida econômica da sociedade, com todas as implicações daí decorrentes.

O Prêmio Nobel que esses dois cientistas receberam em 1962, junto com Maurice Wilkins, deu maior evidência à Biologia molecular, e, com o rápido desenvolvimento dessa área, muitos caminhos foram abertos para consolidar a "nova Biologia", ainda sem terem sido completamente resolvidos vários dos conflitos relativos à sua unificação. Nesse contexto, a teoria evolutiva, com as revolucionárias contribuições das pesquisas biomoleculares, pôde provocar releituras em todos os ramos das Ciências Biológicas. Assim, a ideia de síntese foi, na

De acordo com William Provine, foram produzidas inúmeras versões da chamada *síntese evolutiva*, as quais correspondiam ao número de biólogos evolutivos a elas associados. Mais do que a disputas por diferentes pontos de vista conceituais, tais versões estiveram relacionadas a quanto esses profissionais se sentiram menosprezados e a quanto lutaram para que esse movimento não ficasse unicamente associado aos geneticistas de população Fisher, Haldane e Wright. Em torno de 1950, por exemplo, Ernst Mayr reclamava que o papel dos sistematistas e dos naturalistas na síntese havia sido fortemente desprezado pelos geneticistas e que Julian Huxley se considerava "o verdadeiro arquiteto" da síntese evolutiva, embora, em sua opinião, nunca lhe tivessem dado o devido crédito (Provine, 1998).

verdade, fortalecendo-se não como uma ruptura e como desaparecimento de alguns ramos, mas, sim, como possibilidade de reinterpretar os processos na perspectiva do referencial evolutivo moderno, o que em certo sentido é verdade, mas também mascara um processo de dominação hegemônica instalado com base na relação entre áreas com poderes distintos. Nos anos 1970, as palavras de Dobzhansky – "nada em Biologia faz sentido se não for à luz da Evolução" – tornaram-se emblemáticas para entender com que intensidade a Evolução passou a ser a teoria reorganizadora das explicações do mundo vivo, ainda que persistissem divergências sobre os mecanismos evolutivos e sobre as diferentes visões de mundo de muitos evolucionistas, reconhecidas até pelo próprio Dobzhansky em seu célebre artigo.

Embora a Biologia molecular tenha, sem dúvida, fortalecido o novo campo da Genética molecular e, com isso, ampliado o entendimento tanto dos mecanismos micro quanto macroevolutivos, não é possível creditar a essa área um papel absoluto. A Citologia e outras áreas das Ciências Biológicas também se fortaleceram com a ressignificação evolutiva e, por sua vez, contribuíram para a modernização dessa ciência. A Ecologia é um desses ramos que ganharam destaque. Embora tenha herdado as tradições dos trabalhos de campo da História Natural, ampliou-se cada vez mais ao passar a incorporar metodologias experimentais mais modernas e destacou-se no estudo dos impactos ambientais. O mesmo pode ser dito dos demais ramos – desde a Paleontologia aos diversos campos da Fisiologia –, os quais ampliaram suas possibilidades metodológicas utilizando recursos tecnológicos mais sofisticados. A modernização e a consolidação das Ciências Biológicas diante do conjunto das chamadas Ciências Naturais, alimentadas grandemente pelo prestígio das pesquisas biomoleculares, ganharam enorme impulso com a engenharia genética, que se acelerou a partir dos anos 1980.

O artigo de Theodosius Dobzhansky, com esse mesmo título – "Nothing Biology makes sense except in the light of Evolution" foi publicado no periódico da American Biology Teacher Association. Cf. *The American Biology Teacher*, março de 1973 (n. 35, p. 125-129).

É necessário ressaltar que influência modernizadora mais diferentes áreas da Biologia não eliminou por completo seus antigos focos de conflito, ainda que estes se expressem em bases diferentes das existentes no passado. Trata-se apenas de uma modernizadora, fruto de técnicas e abordagens, mas também, em consonância com esse processo real, da consolidação e justificacão predominante de certas áreas – advindas de certas áreas sobre outras, sob a chance de inovação modernizadora. Essa modernização não apenas renova cada uma das áreas, mas em cada uma delas simultaneamente, e como do mesmo processo, proclama e abafa pontos de vista dissonantes. Em resumo, a hegemonia da Biologia molecular e sua extensão para mais diversas especialidades das Ciências Biológicas não são fruto apenas das consequências trazidas por inovações técnicas ou por novas abordagens – em outras palavras, não apenas de suas influências –, mas também de disputas travadas com as influências provenientes das mais diversas áreas da Biologia, que em muitos casos experimentaram perda de poder e prestígio tornando-se secundárias.

Uma leitura enriquecedora é o livro de Richard Lewontin *Biologia como ideologia* (Ribeirão Preto: Funpec, 2001).

Richard Lewontin (1998) ajuda-nos a compreender esses conflitos quando os analisa em um de seus artigos, assim se expressando: "*Creio que boa parte do problema da explicação biológica é sociológica mais que filosófica, já que o interesse renovado desse tema é o resultado do nascimento de um grupo de biólogos conscientes de si mesmos e autodefinidos que se conhecem como biólogos moleculares. Esse grupo sente e declara explicitamente que a razão pela qual a explicação biológica se encontra em tão mal estado é porque os biólogos em geral não têm formulado corretamente as perguntas e não têm utilizado os devidos métodos. Estabeleceu-se uma espécie de dialética do molecular contra o evolutivo, do molecular contra o organismo, do reducionista como oposto das teorias sintéticas da Biologia, o que é uma dialética falsa. Gostaria de distinguir, a partir do ponto de vista dos biólogos, em que medida esse conflito é real e em que medida é simplesmente a consequência sociológica da excitação que algumas pessoas têm acerca do que fazem*" (Lewontin, 1998).

Na última década do século XX e nos primeiros anos do novo século, o quadro mundial diferia muito daquele que havia servido de cenário para o sonho de unificação das Ciências Biológicas. Mais de 50 anos se passaram sem que nenhuma guerra de proporções mundiais tivesse ocorrido, embora antigos e novos problemas globais continuassem gerando muitos desafios. As questões ambientais agravaram-se, e o surgimento de uma consciência mundializada em relação ao futuro da Terra, envolvendo questões de ordem social e ética, vem desafiando a comunidade científica a alargar as fronteiras dos conhecimentos biológicos, a fim de não se transformarem em uma produção coesa, mas alienada de seu tempo. Se é possível dizer que as Ciências Biológicas modernizadas consolidaram seu estatuto científico, sem dúvida não se pode negar que suas áreas permanecem disputando prestígio, recursos e *status*. Assim, mesmo que as discordâncias internas não tenham sido resolvidas – em parte por distintas perspectivas conceituais e pelas disputas por tratamentos diferenciados na condução das pesquisas –, podemos afirmar com certeza que, hoje, todas as áreas do conhecimento das Ciências Biológicas aceitam a Evolução.

Veremos a seguir que as disputas pela unificação das Ciências Biológicas – as quais atravessaram todo o século XX – podem ser vistas como uma referência histórica importante para a problematização dos processos que constituíram a disciplina escolar Biologia. Nos próximos capítulos, analisaremos as histórias das disciplinas escolares entrelaçadas com a trajetória das Ciências Biológicas, buscando um número maior de elementos para compreendermos o ensino de Biologia.

Capítulo II

A EMERGÊNCIA DA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA E AS FINALIDADES DA ESCOLA

A emergência da disciplina escolar Biologia e as finalidades da escola

Como afirmamos anteriormente, o movimento de unificação das Ciências Biológicas é uma referência histórica importante para a problematização de alguns dos processos que se dão tanto no domínio dessa ciência de referência quanto na disciplina escolar Biologia. Vimos, no capítulo anterior, que os aspectos polêmicos da unificação foram acompanhados de muitos debates sobre a posição central que a teoria da Evolução adquiria à proporção que se "matematizava" e incorporava metodologias experimentais. Discutiremos em que medida o fortalecimento do status das Ciências Biológicas teve influência nas decisões curriculares acerca dos métodos de ensino, dos exames escolares e da formação de professores da disciplina escolar Biologia.

Esse processo expressa relações de tensão entre as comunidades escolares e as comunidades acadêmicas e científicas, as quais nem sempre produziram consensos.

Apesar dessa aproximação entre as Ciências Biológicas e o ensino de Biologia no âmbito escolar, entendemos que a história da disciplina escolar Biologia não pode ser construída tomando por base apenas a história das Ciências Biológicas e desconsiderando aspectos relativos aos processos de escolarização ocorridos especialmente a partir do século XX. O surgimento dos sistemas escolares, com o objetivo de atingir um número crescente de estudantes, certamente produziu mudanças significativas nas disciplinas

Utilizamos o termo "emergência" em vez de "surgimento" por compreendermos que o primeiro caracteriza um processo histórico em que têm ênfase diversas dinâmicas socioculturais, enquanto o segundo pode sugerir que a disciplina escolar Biologia se desenvolve de forma descontinua ou pontual.

escolares, o que fica difícil de ser percebido quando creditamos somente à história da ciência o protagonismo de nossas ações na escola.

Historicamente datadas, as disciplinas escolares têm sido tratadas como um dado, como algo anistórico e neutro que não pode nem deve ser questionado. Essa tendência em naturalizar os mecanismos de seleção e de organização dos conhecimentos escolares – e, portanto, em não questioná-los em uma perspectiva histórica – tem sido apontada em muitos estudos e é fruto, em grande parte, de uma interpretação segundo a qual os processos que criam as disciplinas na escola são análogos aos do campo científico. Segundo Alice Casimiro Lopes (2000a), essa interpretação ocorre porque as disciplinas escolares são percebidas como disciplinas científicas adaptadas para fins de ensino, não se considerando os processos de recontextualização dos conhecimentos escolares. Nessa mesma direção, as críticas que têm sido feitas à lógica de produção do conhecimento científico – tais como a fragmentação e a especialização – acabam se estendendo à lógica de organização da escola e, portanto, às disciplinas escolares.

Estudos sócio-históricos no campo do Currículo têm-nos permitido desnaturalizar a emergência e a constituição de diferentes disciplinas escolares, fazendo-nos desconfiar das soluções para a educação básica que apostam somente no questionamento dos currículos disciplinares, como se o rompimento com essa estrutura fosse suficiente para resolver os desafios e melhorar o ensino em nossas escolas. Entre esses estudos, os textos de Ivor Goodson dão-nos interessantes pistas para refletir sobre essa questão e, particularmente, sobre os rumos da disciplina escolar Biologia. Neles, o autor busca compreender a história de

diferentes disciplinas escolares, tomando por base o modelo explicativo criado por David Layton (1973), segundo o qual frequentemente essas disciplinas obtêm um lugar no currículo mediante justificativas como pertinência e utilidade, sendo ministradas por professores não especialistas. A partir daí, seus mecanismos de consolidação envolvem a emergência e a constituição de uma tradição acadêmica e de um conjunto de especialistas formados nessa tradição, fazendo que as disciplinas escolares se afastem de seus objetivos primeiros e passem a ensinar conteúdos mais abstratos e distantes da realidade e dos interesses dos alunos. De acordo com Goodson (1990), todo esse movimento em direção a maior abstração e ao academicismo deve ser entendido como uma busca por *status*, o que possui estreita relação com as disputas dos professores por recursos materiais e por uma carreira profissional de maior prestígio.

Partindo tanto do modelo explicativo de David Layton quanto de um conjunto de pesquisas sobre a história de diversas disciplinas escolares, Ivor Goodson (1995, p. 120) chega a três conclusões gerais sobre o processo que torna uma disciplina escolar: 1ª) as disciplinas não são "*entidades monolíticas, mas amálgamas mutáveis de subgrupos e tradições*"; 2ª) estas passam de objetivos utilitários e pedagógicos até consolidarem-se como disciplinas abstratas e acadêmicas, diretamente vinculadas às universidades; 3ª) esse processo deve ser analisado "*em termos de conflito entre matérias em relação a status, recursos e território*". Embora essas conclusões possam ser objeto de inúmeras críticas – entre as quais a presença de uma ideia, em grande parte, linear acerca dos percursos sócio-históricos das disciplinas escolares –, fornecem-nos interessantes elementos para pensar o caso da disciplina escolar Biologia.

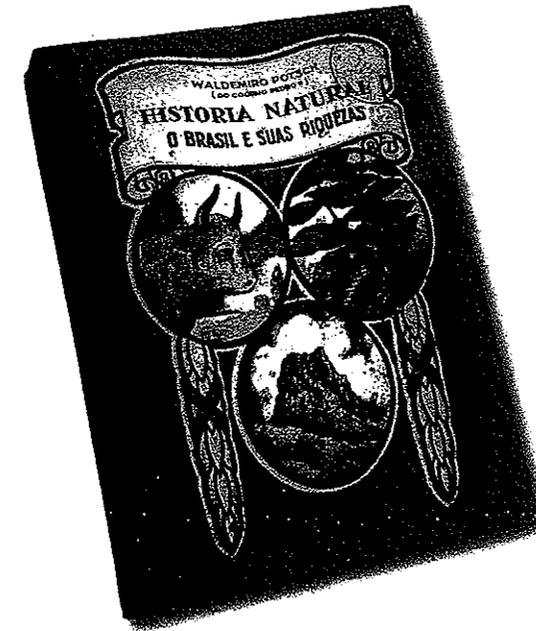
GOODSON, I. F. *Currículo: teoria e história*. Petrópolis: Vozes, 1995;

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, 1987. p. 123-144; ROSENTHAL, D. High school Biology: the early years. *The American Biology Teacher*, Reston, v. 50, n. 6, p. 345-347, Sept. 1988; ROSENTHAL, D. What's past is prologue: lessons from the history of Biology education. *The American Biology Teacher*, Reston, v. 52, n. 3, p. 151-155, March 1990; TRACEY, G. W. Biology - its struggle for recognition in English schools during the period 1900-1960. *School Science Review*, Hatfield, p. 423-433, 1962.

HUXLEY, T. H.; MARTIN, H. N. *A course of practical instruction in elementary Biology*. New York: MacMillan, 1876.

Como vimos no Capítulo I, a busca por *status* de "ciência exata" nas Ciências Biológicas atravessou todo o século XX e foi produzindo um significado particular na configuração da disciplina escolar Biologia, conforme mostram os estudos sobre a história das disciplinas escolares em países anglo-saxões desenvolvidos por Dorothy Rosenthal e Rodger Bybee, Ivor Goodson e G. W. Tracey. Todos esses autores apontam as primeiras décadas do referido século como significativas para compreender os processos que acabaram por definir essa nova disciplina escolar diante do ensino de conteúdos biológicos ora em disciplinas escolares distintas – como a Zoologia, a Botânica e a Fisiologia humana –, ora na disciplina escolar denominada História Natural.

Os processos históricos que produziram essa nova disciplina escolar, embora tenham assumido características próprias no contexto educacional de cada país, foram influenciados pelos debates que se davam predominantemente nos Estados Unidos. Nesse país, Rosenthal e Bybee (1987, p. 131) indicam a publicação do livro de Huxley e Martin, em 1876, como um precursor na unificação das Ciências Biológicas, uma vez que essa obra trazia a Evolução darwiniana para o ensino secundário, além de defender o uso do laboratório, particularmente nas práticas de dissecação, introduzindo a ideia de um curso de Biologia Geral. No Brasil, desde a fundação do Imperial Collegio de Pedro II em 1837, a disciplina escolar História Natural esteve, segundo Karl Lorenz (1986), fortemente presente nos currículos dos séculos XIX e XX, englobando estudos de Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia. Posteriormente, no entanto, ela foi substituída pela disciplina escolar Biologia, incorporando os elementos que a modernizavam.



Livro de História Natural de Waldomiro Potsch, professor catedrático do Colégio Pedro II. Foto: Sandra Escovedo Selles, agosto de 2007

É preciso mais uma vez assinalar que, embora a configuração dessa nova disciplina escolar guarde proximidade com o desenvolvimento das Ciências Biológicas, ela deve ser compreendida de modo que sejam resgatadas as especificidades que o contexto escolar imprime nesse processo. Afinal, quando ensinamos Biologia no nível médio, ainda que reconheçamos a necessidade de tratar de conteúdos mais abstratos e vinculados ao mundo acadêmico, não deixamos de abordar outros conteúdos de caráter mais utilitário, isto é, que atendam às necessidades sociais de nossos alunos. Mesmo com todo o crescimento das Ciências Biológicas como campo científico, ainda hoje percebemos – tanto nos programas dessa disciplina escolar como nas práticas desenvolvidas na sala de aula – quanto as temáticas biológicas são selecionadas tendo em vista a inclusão de questões que nos remetem ao mundo cotidiano. Esse formato da disciplina

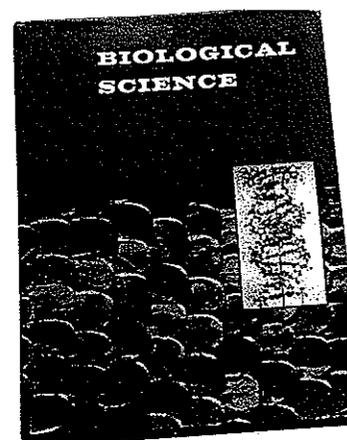
escolar Biologia já nos sugere que esta resulta de uma configuração própria da escola e não pode ser entendida como produto de mero nivelamento científico de seus conteúdos, conforme destacamos anteriormente.

Na história entrelaçada das Ciências Biológicas com a disciplina escolar Biologia, podemos perceber como as finalidades da escola secundária foram desempenhando um papel constitutivo nos rumos dessa disciplina escolar. Cabe lembrar que, no início do século XX, o caráter propedêutico e elitista do ensino secundário tornava as disciplinas escolares mais próximas das disciplinas acadêmicas e científicas. A adoção, na época, de livros didáticos universitários nas escolas secundárias pode ser tomada como evidência da maior proximidade entre as disciplinas acadêmicas e escolares. Rosenthal e Bybee (1987) informam-nos, por exemplo, que livros universitários eram utilizados, nesse período, na escola secundária norte-americana. No caso brasileiro, Karl 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.

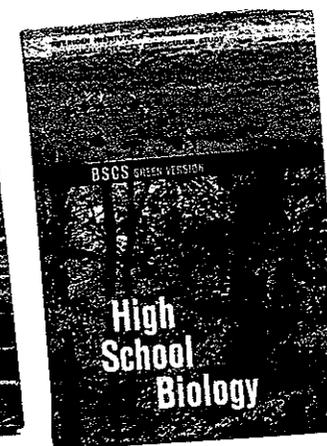
Na análise que faz da disciplina escolar Biologia nos currículos norte-americanos, Dorothy Rosenthal (1990) discute como os livros didáticos dessa disciplina passaram, a partir dos anos 1920, a ser produzidos por professores das escolas, respondendo a mudanças na composição social de um público escolar que se expandia. A necessidade de atender ao crescente número de jovens que chegavam às escolas provocou um afastamento da esfera acadêmica e maior ênfase em conteúdos e métodos voltados para as questões sociais. Percebemos que, se, por um lado, isso contribuiu para aumentar a independência dos professores secundários

em relação às comunidades acadêmicas, formatando a disciplina em moldes escolares, por outro, provocou reações críticas à desatualização e a um certo distanciamento da produção científica dos autores desses livros. A produção das coleções de livros didáticos pela equipe do Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), no início da década de 1960, pode ser vista como uma dessas reações.

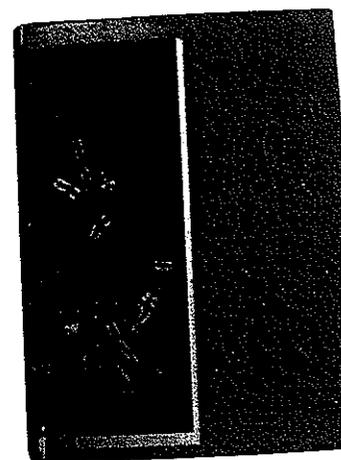
As três versões do BSCS para o ensino de Biologia azul, amarela e verde – foram organizadas em torno de temas centrais, respectivamente a Biologia molecular, a Citologia e a Ecologia. As primeiras versões experimentais foram produzidas em Conferência de Redação realizadas nos verões de 1960 e 1961, sendo posteriormente avaliadas em escolas secundárias norte-americanas e revisadas antes de sua comercialização em 1963. Nos Estados Unidos os livros foram publicados em volume único, acompanhado de um manual de atividades para os alunos. No Brasil, a versão azul correspondeu a dois volumes enquanto a verde foi publicada em três. A versão amarela, por sua vez, não foi traduzida em nosso país. A organização dos conteúdos e métodos de cada uma dessas versões foi pensada como um curso completo para a disciplina escolar Biologia.



Versão azul do BSCS norte-americano.



Versão verde do BSCS norte-americano. Fotos: Jairo Paes Selles, out. 2008.



Versão amarela do BSCS norte-americano. Foto: Sandra Escovedo Selles, fev. 2007.

O BSCS foi uma iniciativa da comunidade de biólogos que contou com apoio governamental e, sobretudo, da Fundação Nacional de Ciências norte-americana e tinha o objetivo de reformar, em moldes acadêmicos, os conteúdos e métodos da disciplina escolar Biologia nas escolas secundárias. Os cientistas buscaram a colaboração de educadores e de professores para a produção de coleções de livros didáticos para o nível correspondente ao atual ensino médio. Esses materiais foram editados em três versões – azul, verde e amarela –, no bojo de um conjunto de reformas curriculares mais amplas que, no cenário político da guerra fria ao final dos anos 1950, rediscutiam o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. O lançamento do satélite artificial soviético Sputnik 1 em 1957 provocou a ampliação dessas reformas educacionais, para a melhoria do ensino das disciplinas escolares em ciências e da Matemática nas escolas norte-americanas. Naquele momento, as desvantagens tecnológicas foram compreendidas, em parte, como decorrentes de uma educação deficitária em ciências (Chassot, 2004).

Na verdade, Rodger Bybee (1997, p. 1) afirma que as reformas já estavam em curso quando o Sputnik 1 foi lançado em 1957, mas reconhece que esse acontecimento desempenhou importante papel e se tornou um marco histórico para as mudanças curriculares, sobretudo porque, para a opinião pública, simbolizou uma ameaça à superioridade científico-tecnológica e às liberdades democráticas norte-americanas: "*em resumo, os Estados Unidos perceberam sua fragilidade científica, tecnológica, militar e econômica.*" Para uma compreensão mais ampla dos aspectos político-educacionais da reforma norte-americana, ver os livros: DOW, P. *Schoolhouse politics: lessons from the Sputnik era*. Cambridge, MA: Harvard University, 1991; RUDOLPH, John L. *Scientists in the classroom: the cold war reconstruction of American science education*. New York: Palgrave, 2002.

Essas reformas educacionais provocaram reestruturações curriculares em diversos países liderados pelos Estados Unidos e pela Inglaterra, com reflexos nas escolas de diversas partes do mundo, também no Brasil. Dos encontros promovidos por esses dois países para a renovação do ensino de Ciências no bloco capitalista, surgiu não apenas o BSCS, mas uma série de projetos curriculares também conhecidos por suas iniciais, que logo se expandiram de seus países de origem e foram traduzidos e adaptados em outros contextos escolares. Tanto nos Estados Unidos quanto na Inglaterra, os projetos assumiram objetivos semelhantes, nos quais a metodologia científica tinha posição central como método de ensino. Também aqui no Brasil, essa metodologia esteve no centro de nossas ações curriculares, lideradas por instituições como o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc), os centros de Ciências e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec).

O Ibccc foi fundado em 1946 como uma agência da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) no país, e suas ações foram fortalecidas pela criação da seção paulista em 1950, que mais tarde contou com a direção científica de Isaías Raw. O Ibccc recebeu apoio do capital estrangeiro, representado pelas Fundações Rockefeller e Ford, pela União Pan-Americana e pela Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid), com o objetivo de produzir e disseminar propostas de cunho experimental para o ensino de Ciências. Para tanto, foi central a produção de materiais de ensino específicos para laboratório – tais como *kits* –, assim como a adaptação e a produção de livros didáticos (Barra e Lorenz, 1986). Uma vez que os livros didáticos desempenhavam papel importante como agentes renovadores do ensino de Ciências, o Ibccc passou a ser uma referência em sua produção, sobretudo quando a legislação

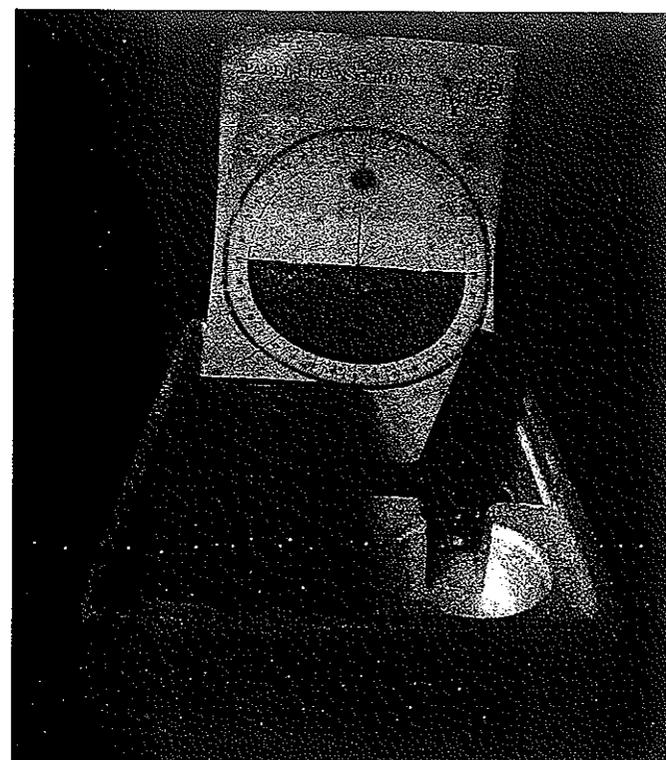
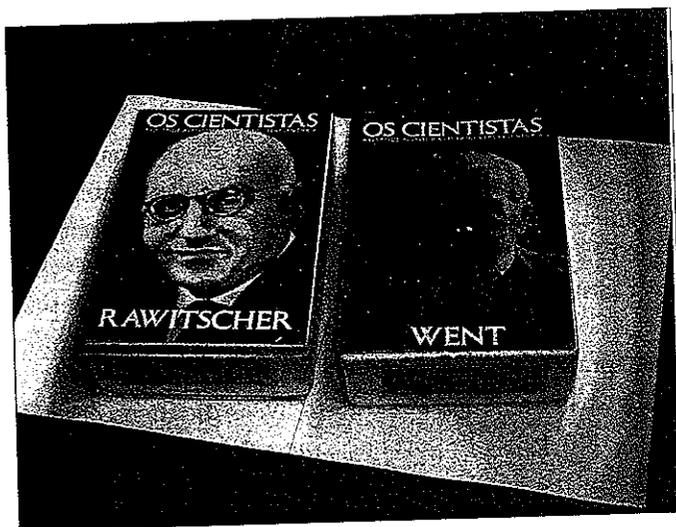
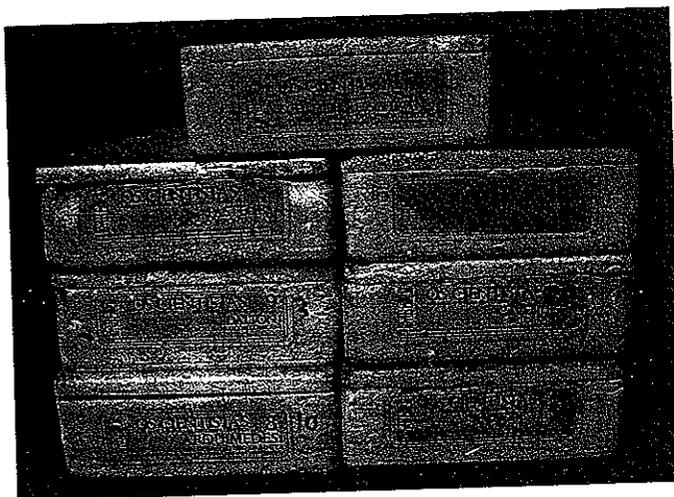
Os programas norte-americanos voltados para as ciências incluíram o Physi Science Study Committee, conhecido como PSSC Phys; o Chemical Education Materials Study, conhecido como Chem Study; o Biological Sciences Curriculum Study, conhecido como BSC biology; o Earth Sciences Curriculum Project, conhecido como ESCP earth science. Na escola de nível fundamental ("elementary"), foram produzidos o Elementary Science Study, conhecido como ESS; o Science Curriculum Improvement Study, conhecido como SCIS, e o Science-A Process Approach, conhecido como S-APA. Em Matemática os novos programas incluíram University of Illinois Committee on School Mathematics (UICSM), o School Mathematics Study Group (MSG), o Greater Cleveland Mathematics (GCM), o University of Illinois Arithmetic Project, o University of Maryland Mathematics Project (UMMP), o Suppes Experimental Project in the Teaching of Elementary-School Mathematics e o Madison Project (Bybee, 1997, p. 1).

A produção de *kits* experimentais foi uma das atividades pioneiras do Ibccc. No início da década de 1970, foram vendidos *kits* em banca de jornais por meio da parceria entre Ibccc/Funbec e a Edito Abril. Cada *kit* era organizado em torno de um cientista e apresentava tanto informações sobre a área de estudo deste quanto orientações para a realização de experimentos com base no material que integrava o conjunto. O primeiro deles, "Newton", vendeu 200 mil exemplares.

Estamos referindo-nos à Lei 4.024 de 20 de dezembro de 1961, que fixou as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

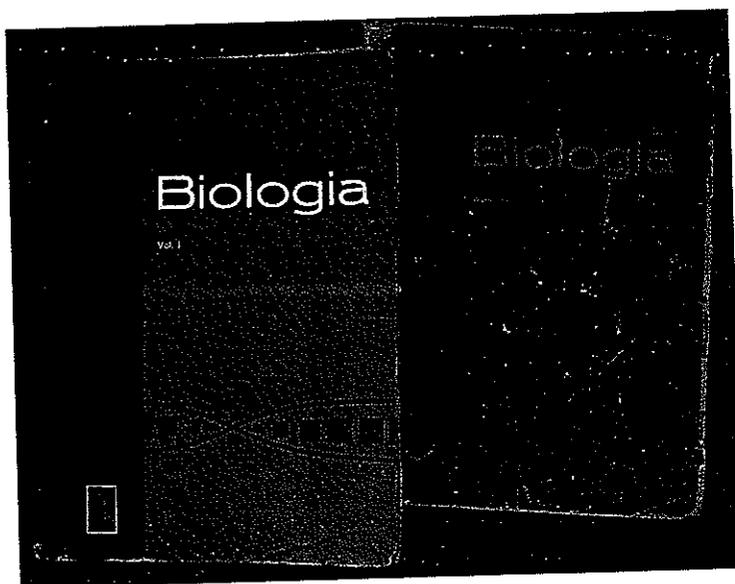
educacional de 1961 abriu a possibilidade da adoção de programas regionais de ensino. Ao lado dos materiais didáticos, a formação de professores figurava como outro importante desafio, tendo sido igualmente incluída nos projetos do Ibecc e do MEC por meio da criação de centros de Ciências em diferentes Estados brasileiros.

Sobre a criação e as primeiras ações de um desses centros – o Centro de Ciências do Estado da Guanabara (Cecigua) –, sugerimos a leitura de VALLA, D. F.; FERREIRA, M. S. Investigando o Centro de Ciências do Estado da Guanabara e suas retóricas nos anos de 1960/70. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Abrapec, 2007.

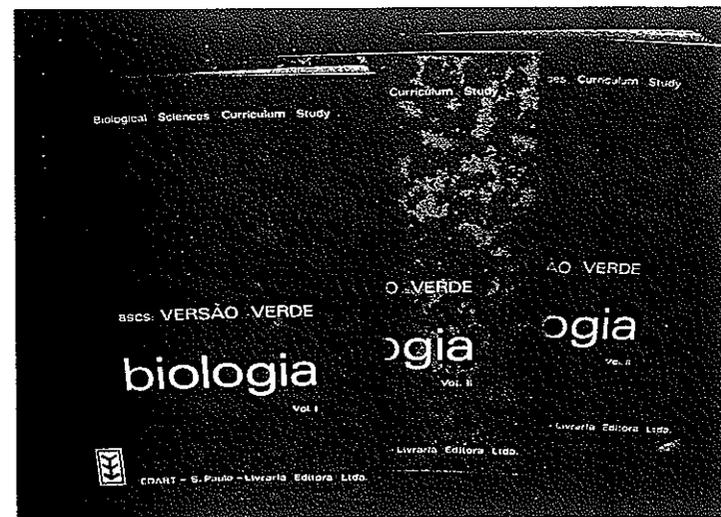


Kits "Os cientistas" produzidos pela equipe do Ibecc/Funbec em parceria com a Editora Abril. Fotos: Jairo Paes Selles, jul. 2006.

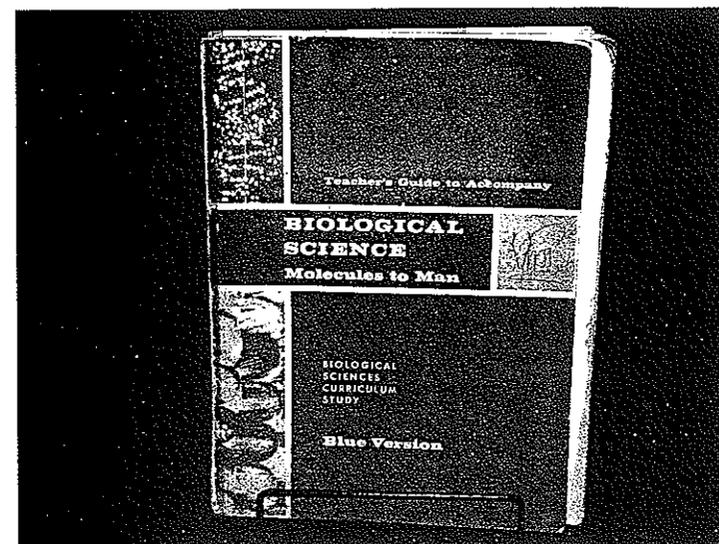
Foi assim que, nos anos 1960/70, o Ibecc coordenou a tradução e a adaptação das versões azul e verde do BSCS, com o apoio financeiro de diversas agências estrangeiras. Essas instituições financiaram desde a participação de professores brasileiros – como Myriam Krasilchik e Oswaldo Frota-Pessoa – na etapa inicial de produção dos materiais nos Estados Unidos até sua tradução e adaptação, em ações empreendidas pela própria professora Myriam Krasilchik e pelas professoras Norma Maria Cleffi e Nícia Wendel de Magalhães junto às atividades do Centro de Ciências de São Paulo (Cecisp).



Livros da versão azul do BSCS brasileiro.
Foto: Jairo Paes Selles, jul. 2006.



Livros da versão verde do BSCS norte-americano.
Foto: Sandra Escovedo Selles, jul. 2006.



Original do livro do professor da versão azul do BSCS norte-americano utilizado na tradução e adaptação para o Brasil (arquivo da professora Myriam Krasilchik). Foto: Sandra Escovedo Selles, jul. 2006.

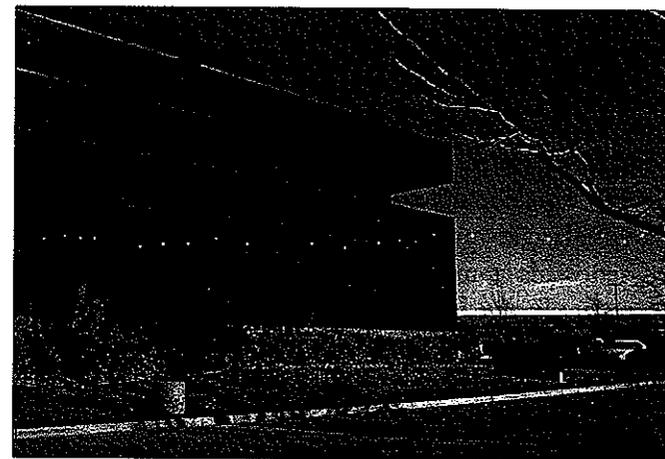
Segundo Bentley Glass (1970), as versões do BSCS foram traduzidas para mais de 50 países. Cf. também: ENGLEMAN, L. (Ed.) *A history of the Biological Sciences Curriculum Study*. Colorado Springs: BSCS, 2001; GROBMAN, A. B. *The changing classroom: the role of the Biological Sciences Curriculum Study*. New York: Doubleday, 1969.

Cf., por exemplo, o artigo de Dorothy Rosenthal: *Social issues in high school Biology textbooks: 1963-1983*. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 21, n. 8, p. 819-831, 1984.

A grande divulgação das versões do BSCS tanto nos Estados Unidos quanto nos diversos países sob sua influência política e econômica permite tratá-las como fontes sócio-históricas que guardam marcas das disputas travadas na seleção e na organização dos conhecimentos escolares (Selles e Ferreira, 2004; Ferreira e Selles, 2004) e da tensão que envolve a constituição das disciplinas escolares, particularmente da disciplina escolar Biologia (Selles e Ferreira, 2005; Ferreira e Selles, 2005). Se, por um lado, a interferência da comunidade científica reaproximou essa disciplina do contexto acadêmico, por outro, a seleção de conteúdos e de métodos mais próximos das ciências mostrou-se insuficiente para atender às demandas de um público escolar heterogêneo e resistente aos formatos vocacionais acadêmicos pretendidos. Assim, ao final dos anos 1970, as versões do BSCS perderam espaço e viram-se em meio a drástica redução do apoio financeiro que vinham recebendo.

Atualmente, o BSCS continua existindo como uma instituição que tanto mantém a produção curricular quanto constitui um programa de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. Localizado na cidade de Colorado Springs, é também um centro de desenvolvimento de pesquisas educacionais e de avaliação, atendendo a diversas regiões dos Estados Unidos. Em sua sede no Estado do Colorado, o BSCS continua produzindo as versões azul e verde (a amarela deixou de ser produzida nos anos 1980), como também outras novas versões e um conjunto de publicações acerca de temáticas atualizadas. Em relação à formação docente, promove cursos e encontros de professores de Ciências e Biologia. O financiamento de suas atividades resulta de verbas oriundas de publicações e parcerias com setores empresariais e editoriais. Cf. o site <<http://www.bsos.org>>. Atualmente, o BSCS continua existindo como uma instituição que tanto mantém a produção curricular quanto constitui um programa de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. Localizado na cidade de Colorado Springs, é também um centro de desenvolvimento de pesquisas educacionais e de avaliação, atendendo a diversas regiões dos Estados Unidos. Em sua sede no Estado do Colorado, o BSCS continua produzindo as versões azul e verde (a amarela deixou de ser produzida nos anos 1980), como também outras novas versões e um conjunto de publicações acerca de temáticas atualizadas. Em relação à formação docente, promove cursos e encontros de professores de Ciências e Biologia. O financiamento de suas atividades resulta de verbas oriundas de publicações e parcerias com setores empresariais e editoriais. Cf. o site <<http://www.bsos.org>>.

As respostas da comunidade escolar norte-americana a essa tentativa de submeter a disciplina escolar Biologia a finalidades acadêmicas evidenciam quanto as disciplinas escolares são mediadas por fatores sociais. Essa tensão entre finalidades acadêmicas e finalidades escolares é processo constitutivo do caráter diferenciado das disciplinas escolares e explicita a necessidade de compreendê-las em seus dinamicismos históricos.



Sede do BSCS em Colorado Springs, CO, Estados Unidos.
Foto: Sandra Escovedo Selles, mar. 2007.

Uma forma de evidenciar essa tensão é analisar como as versões do BSCS divulgaram a teoria da Evolução na sociedade, ao mesmo tempo que contribuíram para que a comunidade de biólogos estabelecesse seus territórios de ação acadêmica. Para Smocovitis (1996), a versão azul teve significativo papel na veiculação das ideias evolutivas que sustentavam uma visão de ciência moderna e unificada. No Brasil, as traduções do material do BSCS tornaram-se 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 ideias neles contidas. Se considerarmos como as versões do BSCS veicularam a teoria evolutiva, identificando-a com o caráter modernizador das Ciências Biológicas, podemos perceber quanto o estudo dessa teoria potencializa uma melhor compreensão das relações entre as comunidades acadêmicas e as comunidades educacionais no surgimento da disciplina escolar Biologia.

A necessidade de fortalecer e divulgar a noção de unificação das Ciências Biológicas implicou, segundo Smocovitis (1996), na elaboração e emprego de estratégias por parte da comunidade de pesquisadores que defendiam essa ideia. Por exemplo, foram criados periódicos, entidades e associações que tinham a Evolução como teoria central articulada com uma ideia unificadora, tais como o American Institute of Biological Sciences (AIBS) e a Society for the Study of Evolution (SSE). Esses esforços, no entanto, não conseguiram impedir o surgimento de inúmeras outras associações que mantinham a noção de fragmentação. Na mesma direção, essa autora também ressalta que a Evolução não chegou a alcançar *status* de departamento em universidades, obter ligações específicas com instituições tradicionais de pesquisa e estabelecer relações econômicas com outros segmentos da sociedade (Smocovitis, 1996). Todo esse processo dificultou o ideário unificador defendido por muitos dos protagonistas que contribuíram para a teoria sintética da Evolução.

Em trabalho anterior (Selles e Ferreira, 2005, p. 55), argumentamos que, *"se a unificação das Ciências Biológicas não foi produzida de modo consensual nos meios acadêmicos, a escola parece ter incorporado em grande parte essa ideia 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". A "ilusão" unificadora das Ciências Biológicas encontra-se, portanto, materializada na disciplina escolar Biologia, ocultando os muitos embates historicamente travados pelos pesquisadores dos diversos ramos que resistiram à unificação. De fato, muitos estudantes que optam pelo estudo das Ciências Biológicas surpreendem-se, ao iniciarem o curso universitário, com as várias disputas internas entre as diversas "Biologias", as quais expressam o caráter ainda fragmentado dessa ciência.

Podemos compreender, então, que a configuração da disciplina escolar Biologia, mantendo vínculos com a comunidade acadêmica ao disseminar na sociedade uma visão unificada das Ciências Biológicas, foi um fator que contribuiu para o aumento de prestígio desses conhecimentos no âmbito escolar. Para Smocovitis (1996), esse empreendimento educativo foi tão bem-sucedido no fortalecimento do prestígio das Ciências Biológicas, que pôs a Biologia em evidência a partir do final dos anos 1960. A estratégia de produção das versões do BSCS resultou, assim, em uma retórica que tem fortalecido tanto a Biologia como ciência quanto a própria disciplina escolar. O estudo sócio-histórico desse material permite-nos, portanto, desnaturalizar uma noção hierarquizada segundo a qual as disciplinas escolares derivam exclusivamente das disciplinas científicas.

2^a
Parte

*Tradições curriculares
no ensino de Biologia*

Tradições curriculares no ensino de Biologia

Como profissionais atuantes nas disciplinas escolares Ciências e Biologia – ou apenas remexendo em nossas lembranças de estudantes da educação básica –, sabemos das inúmeras críticas que têm sido historicamente imputadas ao ensino das mesmas. Acusadas de privilegiar a descrição e a memorização, as aulas e avaliações dessas disciplinas escolares têm sido muitas vezes percebidas como pouco significativas para além do próprio universo acadêmico. Isso significa dizer que, em certos casos, temos valorizado conteúdos e métodos de ensino que devem ser aprendidos para que os estudantes apenas saibam os próprios conhecimentos biológicos, sem maiores conexões com finalidades de caráter mais pedagógico e/ou utilitário. Quem não se lembra, por exemplo, dos inúmeros termos biológicos que povoam os livros didáticos de Biologia? A que finalidades de ensino servem o estudo de tantos termos no universo escolar? Embora a presença da terminologia biológica possa ser entendida como uma marca da trajetória das Ciências Biológicas nos conhecimentos escolares em Biologia, percebemos como a questão é problemática e, sobretudo, como as opiniões se dividem se pretendemos retirar essa terminologia.

Essas reflexões iniciais já nos ajudam a perceber a complexidade da tarefa de ensinar Ciências e Biologia na educação básica. Tal tarefa, embora se torne visível apenas na sala de aula, tem início bem antes dela e envolve uma série de processos de seleção, de organização e de transformação dos conhecimentos oriundos das Ciências Biológicas.

Um exame da terminologia biológica nos livros didáticos como marcas que entrelaçam as histórias das Ciências Biológicas e da disciplina escolar: Biologia pode ser encontrado em: SELLES, S. *Entrelaçamentos históricos na terminologia biológica em livros didáticos*. In: ROMANOWSKI, J. MARTINS, P. L. O.; JUNQUEIRA, S. R. (Org.). *Conhecimento local e conhecimento universal: a aula, aulas nas Ciências Naturais Exatas, aulas nas Letras e Artes*. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2004. p. 147-160.

Se, nesses processos, optamos preferencialmente por conteúdos e métodos diretamente relacionados ao universo acadêmico, podemos privilegiar um ensino que valoriza apenas a acuidade dos conhecimentos de referência, em detrimento da importância destes para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e/ou para a vida prática. Se, de modo distinto, nos afastamos demasiadamente do universo acadêmico, corremos o risco de descaracterizar os conhecimentos que pretendemos socializar, a tal ponto que deixamos de ensinar as Ciências Biológicas. Entre esses dois extremos, vamos cotidianamente construindo nossas ações pedagógicas, ora valorizando finalidades de caráter mais acadêmico, ora priorizando finalidades de caráter mais pedagógico e/ou utilitário.

Todo esse debate já explicita nossa opção de considerar que as disciplinas escolares Ciências e Biologia possuem especificidades que as diferenciam entre si, assim como das Ciências Biológicas. No próximo capítulo, pretendemos trazer elementos capazes de ajudar-nos a compreender as diferenças que marcam o processo de produção das disciplinas escolares, acadêmicas e científicas.

Capítulo I

OS CONHECIMENTOS ESCOLARES E OS CURRÍCULOS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Os conhecimentos escolares e os currículos de Ciências e Biologia

Os estudos de Jean-Claude Forquin (1992 e 1993) e de Alice Casimiro Lopes (1999 e 2000a) ajudam-nos a perceber que, embora possamos encontrar sintonia entre as disciplinas escolares e suas ciências de referência, os processos de constituição e manutenção das primeiras são logicamente distintos dos processos de constituição e manutenção das últimas, atendendo a finalidades sociais específicas e compondo uma cultura sui generis, isto é, a cultura escolar. Afinal, enquanto as ciências de referência são produzidas por comunidades de cientistas que definem e controlam os mecanismos de produção e institucionalização de seus próprios conhecimentos, as disciplinas escolares atendem a demandas sociais distintas daquelas oriundas dos campos científicos (Lopes, 2000a).

No interior da cultura escolar, os conhecimentos oriundos das ciências passam por transformações – denominadas por Verret e Chevallard de "transposição didática" – a fim de que se enquadrem no tempo e no espaço da escola, tornando-se mais facilmente submetidos a determinados mecanismos de controle. Para Forquin (1992), por exemplo, os conhecimentos escolares podem ser reconhecidos pela forma como são organizados, uma vez que são apresentados aos alunos de modo mais claro, direto e progressivo. Para isso, ao mesmo tempo que são utilizadas muitas redundâncias e comentários explicativos, os conhecimentos didatizados estão submetidos a técnicas de condensação – por meio da apresentação de resumos, por exemplo – e a

A exposição dos processos de transposição didática encontra-se na obra: CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique, 1991.

tentativas de mostrá-los de forma concreta, por meio de ilustrações e esquemas. Essas são algumas das marcas que nos permitem identificar as disciplinas escolares como constituídas por um conhecimento *sui generis* que submete as diversas ciências de referência a finalidades sociais e históricas específicas da escolarização.

Buscando tornar mais clara essa diferenciação entre as disciplinas escolares e suas ciências de referência, tomemos como exemplo as disciplinas escolares Ciências e Biologia e sua principal ciência de referência, as Ciências Biológicas. Pensando nas histórias de constituição de ambas – explicitadas na 1ª parte dessa publicação –, perceberemos quanto, muitas vezes, as escolhas de conteúdos e métodos de ensino não têm como única referência as Ciências Biológicas, mas são efetivadas com base em aspectos como as necessidades e demandas das escolas, dos alunos e da comunidade. Como exemplos dessa questão, podemos pensar nos inúmeros projetos pedagógicos desenvolvidos nos espaços escolares com base em problemas locais, além da seleção de conteúdos e de temáticas que subvertem nossas escolhas acadêmicas ao optarem pela ênfase na saúde, na sexualidade – algumas vezes relacionada a tópicos controversos – e/ou nas questões ligadas ao meio ambiente. Tais exemplos representam movimentos de seleção, de organização e de transformação dos conhecimentos científicos que ocorrem no interior dos processos educativos e não possuem as Ciências Biológicas como única referência para a confecção de nossos currículos escolares.

De acordo com Alice Casimiro Lopes (2000a), também as disciplinas acadêmicas – isto é, aquelas que estudamos nas universidades em nossos cursos de graduação – possuem especificidades e são distintas, por conseguinte, tanto das disciplinas escolares quanto de suas ciências de referência. Se, por um lado, as disciplinas acadêmicas veiculam conhecimentos que estão mais próximos das ciências do que os conhecimentos escolares – uma vez que são

produzidos em meio a um contexto universitário de pesquisa e de maior autonomia –, por outro lado, eles já resultam de transformações dessas ciências para fins de ensino de graduação. Isso significa dizer que os conhecimentos acadêmicos são produzidos em meio a finalidades próprias das diferentes instituições universitárias, as quais orientam a escolha, a organização e a transformação dos conhecimentos científicos a ser ensinados.

Mesmo entre as disciplinas escolares, não existe apenas uma forma de constituir-se e de relacionar-se com as ciências de referência: a Biologia ou a Química, por exemplo, são disciplinas escolares com maior relação com suas disciplinas de referência do que a disciplina escolar Ciências, que, por sua vez, é construída para fins escolares específicos, não possuindo relação direta com disciplinas acadêmicas ou científicas. Lopes (2000a) fornece-nos outros exemplos ao registrar que disciplinas escolares como Moral e Cívica ou Orientação Sexual não possuem correspondência com disciplinas de referência, tendo sido pensadas com base em objetivos sociais diversos. Além disso, autores como Ivor Goodson (1990) já nos alertaram para o fato de uma disciplina escolar nem sempre possuir uma origem universitária. No caso da Geografia, por exemplo, esse autor conta-nos a história do advento dessa disciplina escolar na Inglaterra, a qual precedeu o surgimento de disciplinas científicas e acadêmicas. Tal é também o caso da disciplina escolar Ciências, que, como já vimos na 1ª Parte deste livro, surge oficialmente em nosso ensino secundário nos anos de 1930, com a Reforma Francisco Campos.

Podemos também encontrar um interessante exemplo dessa questão ao compararmos os livros didáticos de Ciências e Biologia com os materiais utilizados nas disciplinas de graduação, em nossa formação inicial docente. Buscando subsídios para enfrentar as decisões que envolvem a seleção e a organização de conhecimentos escolares para o sexto ano do ensino fundamental, Deborah Vidal Vasconcellos, Maria

Estamos referindo-nos
ao texto:
VASCONCELLOS,
D. V.; GOMES,
M. M.; FERREIRA,
M. S. A fotossíntese
em livros acadêmicos
e escolares. In:
SELLES, S. E. et al
(Org.). *Anais do II
Encontro Regional
de Ensino de
Biologia da Regional
RJ/ES*. Niterói:
UFF: SBEnBio -
Regional
RJ/ES, 2003.
p. 63-66.

Margarida Gomes e Marcia Serra Ferreira (2003) analisaram o tema "fotossíntese" em três livros didáticos e, de modo comparativo, em um livro acadêmico. Nesses materiais, as autoras observaram interessantes diferenças tanto de enfoque quanto de objetivos, evidenciando que os livros didáticos foram produzidos para instâncias culturais específicas e não podem ser vistos, portanto, apenas como simplificações dos materiais universitários. Ao contrário do livro acadêmico, por exemplo, os textos didáticos demonstram clara preocupação com a faixa etária e com o universo de seus leitores, buscando aproximar o tema em questão de fenômenos já supostamente conhecidos pelos alunos. Assim, enquanto no primeiro "a fotossíntese está inserida em um capítulo sobre metabolismo dos seres vivos" e focaliza "uma microabordagem do processo", nos livros didáticos o tema "aparece relacionado às noções de alimento e cadeia alimentar, aos componentes do ambiente e às diferenças entre animais e vegetais" (Vasconcellos, Gomes e Ferreira, 2003, p. 64).

O breve exemplo aqui apresentado serve para ilustrar o fato de que existem significativas diferenças entre os conhecimentos escolares e acadêmicos. De forma análoga, podemos inferir que ambos os conhecimentos também se distinguem dos conhecimentos científicos. Esse mesmo exemplo também nos permite entender que, para além dos erros usualmente encontrados nos livros didáticos, existe uma especificidade e uma originalidade nos conhecimentos produzidos para fins de ensino na educação básica. Por fim, serve para redimensionarmos tanto a formação inicial quanto nossas atividades de formação continuada, já que a profissão docente, antes compreendida como um espaço de simples "reprodução" de conhecimentos simplificados, passa a ser reconhecida em seu caráter criativo de transformação dos conhecimentos científicos e acadêmicos em conhecimentos escolares.

Capítulo II

A EXPERIMENTAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO EXPERIMENTAL EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA

A experimentação científica e o ensino experimental em Ciências e Biologia

Historicamente, o uso de experimentação nas aulas de Ciências e Biologia tem sido debatido no Brasil tanto para ressaltar sua importância quanto para discutir como incorporá-lo de forma mais consistente no cotidiano da escola.

Embora nós, professores, reconheçamos o valor das atividades experimentais, as dificuldades para desenvolvê-las em bases regulares encontram-se enraizadas em elementos do contexto educacional, associadas tanto às condições de funcionamento das escolas quanto aos processos formativos da profissão docente. Se as tradições do ensino da disciplina escolar Biologia não têm sido marcadas por atividades experimentais, encontramos razões que remontam não somente aos processos históricos da escolarização brasileira, mas também à história da própria Biologia como ciência. Neste capítulo, queremos discutir alguns elementos da história do ensino experimental em suas relações com a formação docente, refletindo sobre as características específicas da experimentação didática inserida na disciplina escolar Biologia.

Como vimos na 1ª Parte, a experimentação biológica refinou-se no século XX e estendeu-se a todos os ramos das Ciências Biológicas, tornando-se um traço identificador de modernidade e da legitimidade dessa ciência. Enquanto esse refinamento metodológico se foi operando na esfera da produção científica, provocou mudanças na formação de professores, que passaram a incorporar práticas

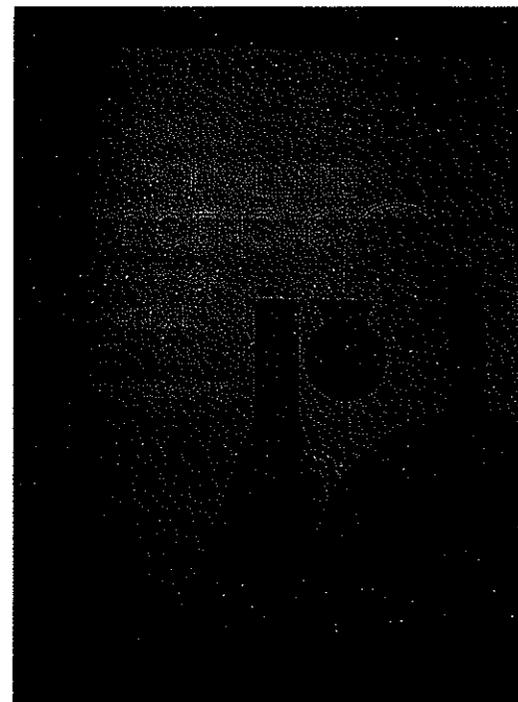
Algumas ideias deste capítulo encontram-se discutidas em SELLES, S. E. Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender. In: TRAVERSINI, C. *et al.* *Trajéórias e processos de ensinar e aprender.* práticas e didáticas. Porto Alegre: Edipucrs, 2008. p. 592-617.

experimentais modernas como atividades formativas, assim como na nomenclatura dos cursos – os quais, inicialmente, se denominavam licenciaturas em História Natural. Cabe ressaltar que, no Brasil, práticas sistematizadas que têm como objetivo a iniciação dos alunos em procedimentos de pesquisas – tais como os programas de Iniciação Científica – passaram a fazer parte da formação básica dos graduandos, pelo menos das universidades públicas brasileiras, somente nas últimas décadas.

As ideias de ensino experimental ganharam maior visibilidade no currículo educacional brasileiro a partir dos anos 1930, quando foram identificadas como parte de um processo mais amplo de modernização do país e como uma forma de ensino ativo, nos moldes do escolanovismo, que se contrapunha a metodologias tidas como "tradicionais" e "atrasadas". Nesse mesmo período, a criação das universidades brasileiras passou a impulsionar a produção científica no país e formar tanto uma comunidade de cientistas quanto uma comunidade de professores secundários, pois a estrutura curricular acadêmica recém-criada aproximava bacharelado e licenciatura. Essa proximidade foi importante para o desenvolvimento das primeiras iniciativas institucionalizadas que defendiam amplamente o ensino experimental nas escolas e propuseram estratégias para mudar o quadro de carência de aulas laboratoriais no Brasil.

Pode-se dizer que a defesa do ensino experimental surgiu como um projeto nacional, pela primeira vez, nos anos 1950, após a criação do Instituto Brasileiro de Ciência e Cultura (Ibccc), instituição que teve papel fundamental na produção de materiais curriculares que induziam e sustentavam propostas de ensino laboratorial para alunos e professores. As décadas seguintes foram marcadas por grandes incentivos governamentais para a renovação no ensino de

Ciências nas escolas brasileiras. Assim, sob a liderança do Ibccc, em articulação com a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) e sustentados por verbas internacionais, os diversos projetos curriculares desenvolvidos tinham muitos pontos de articulação, e, entre eles, o ensino experimental era certamente um traço comum. Além disso, as ações do Ibccc/Funbec articulavam-se às iniciativas de formação docente mobilizadas pelo MEC. Nesse contexto, o Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências (Premen) é um exemplo de investimento que buscava coordenar uma série de ações relativas às metodologias de ensino e também à preparação do professor, dando destaque, em ambas, à experimentação.



Laboratório Básico Polivalente de Ciências - 1º Grau, produzido pelo Ibccc/Funbec, com orientações para montagem e funcionamento de laboratórios escolares utilizando materiais de baixo custo. Foto: Jairo Paes Selles, jul. 2006.

A respeito dessa questão, sugerimos a leitura do artigo de GURGEL, C. M. A. Educação para as Ciências da Natureza e Matemáticas no Brasil: um estudo sobre os indicadores de qualidade do Spec (1983-1997). *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 263-276, 2002. Sobre uma experiência relacionada ao ensino de Biologia desenvolvida na Universidade Federal do Rio de Janeiro no âmbito do Spec, sugerimos a leitura de FERNANDES, K. O. B. et al. Memórias do "Projeto Fundação Biologia" nos anos de 1980/90: investigando ações curriculares na formação docente. In: DORVILLÉ, L. F. M. et al (Org.). *Anais do IV Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES*. Rio de Janeiro: UFRRJ: SBEnBio RJ/ES, 2007. p. 1-8.

Naquele momento, as possibilidades de melhoria do ensino de Ciências por meio da experimentação significavam não só uma ruptura com as metodologias "tradicionais", como também uma estratégia para o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro. Não nos cabe examinar, neste capítulo, até que ponto esses investimentos alcançaram o êxito pretendido, mas podemos afirmar que as ações desenvolvidas pelo Ibccc e pela Funbec foram marcantes tanto para o ensino experimental quanto para a constituição da área de ensino de Ciências no país. Professores e cientistas que participaram dessas instituições, bem como os inúmeros professores que se aglutinaram em torno das propostas inovadoras, foram diversificando suas ações e ampliando seus espaços de atuação para além da escola, produzindo outros veículos de divulgação de suas ideias – incluindo-se aí a publicação de revistas de ensino, a criação de associações de ensino e a realização de congressos – à medida que as dinâmicas sociais iam modificando os projetos iniciais.

É assim que a redução do prestígio do Ibccc e da Funbec coincidiu com o deslocamento dos incentivos à melhoria do ensino de Ciências para os processos de qualificação docente em nível acadêmico, sobretudo com o apoio dos recursos financeiros do Subprograma Educação para a Ciência, vinculado ao Projeto de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Capes (Spec/PADCT/Capes), o qual teve início nos anos 1980. Nesse novo contexto, as questões do ensino experimental passaram a ser examinadas também como objetos de pesquisa acadêmica e foi-se pondo maior ênfase nas críticas aos procedimentos do que propriamente na continuidade das ações iniciadas nas décadas anteriores. O Spec finalizou suas atividades antes de 2000, mas, ao terminar, já tinha contribuído para produzir nova geração de acadêmicos no Brasil, fomentando as pesquisas e a pós-graduação em ensino de Ciências. Na entrada do novo século,

ainda que fertilizadas por novas análises e inúmeras críticas, muitas das antigas questões do ensino experimental continuavam à espera de encaminhamento no cotidiano das salas de aula.

Essa contextualização histórica instiga-nos a examinar o ensino experimental nas aulas de Ciências e Biologia como uma forma de experimentação didática. Isso porque queremos apontar algumas diferenças entre a experimentação científica – em nosso caso, especialmente, a experimentação biológica – e a experimentação escolar ou escolarizada. A ligação histórica entre experimentação científica e ensino de Ciências tem, entre outras justificativas, a defesa de que o ensino experimental contribui para a melhoria do ensino de Ciências na educação básica. Entretanto, embora diversos pesquisadores defendam o ensino experimental – por exemplo, os espanhóis Barros, Losada e Alonso (1995) –, eles chamam a atenção para o fato de que as práticas laboratoriais têm sido aceitas de forma acrítica, como a solução de todos os problemas do ensino de Ciências. Essa constatação sugere-nos a necessidade de definirmos melhor a experimentação didática, não apenas para diferenciá-la da experimentação científica, mas também para entendermos seus limites e suas possibilidades no contexto escolar.

Para Rolando Axt (1991), por exemplo, por trás de amplo espectro de argumentos que costumam ser levantados em defesa do ensino experimental nas escolas, encontra-se o pressuposto de que a experimentação contribui para melhor qualidade do ensino, principalmente por meio de situações de confronto entre as hipóteses dos alunos e as evidências experimentais. De acordo com esse autor, a experimentação pode contribuir para a aproximação do ensino de Ciências das características do trabalho científico, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento mental dos estudantes.

Em contrapartida, afirma-se que a experimentação tem sido encarada como uma forma metodológica para enfrentar o problema da baixa aprendizagem em Ciências. Nessa perspectiva, os métodos são o centro da problemática pedagógica, pois se credita aos meios a falha na compreensão dos conteúdos. Entretanto, cabe principalmente ao professor a tarefa de pensar sempre sobre o saber ensinado, evitando que nos alunos se consolide a imagem da produção científica como processo de descoberta (ou redescoberta) de verdades estabelecidas. Dessa forma, lançar mão do *estatuto da ciência empírica* é algo exaustivamente criticado, uma vez que não garante o aprendizado nem "prova" os processos científicos aos alunos. Tem sido amplamente salientada a importância de discutir com os alunos a *pluralidade de métodos de investigação* envolvidos na atividade científica (Leach e Paulsen, 1999).

A discussão sobre o papel do ensino experimental vem-se aprofundando desde os anos 1960, quando a renovação curricular das disciplinas escolares em ciências se assentou na convicção de que o ensino no laboratório é que possibilitaria aos alunos internalizar "*o espírito e o método da pesquisa científica*" (Leach e Paulsen, 1999) e, por conseguinte, melhoraria o ensino de Ciências. Inúmeros estudos realizados em diversos países revisaram tais posições, refinando as explicações a respeito do ensino e da aprendizagem em Ciências, da formação docente e das relações com a produção científica implícitas no projeto de reformulação curricular dos anos 1950/60.

Isquierdo, Sanmartí e Mariona (1999) são exemplos de pesquisadores que defendem a importância das práticas experimentais nas escolas, mas constatam que tais práticas, em certos momentos, resultam pouco eficazes e os professores acabam por não usá-las a contento. Para essas autoras espanholas, uma explicação plausível para essa

situação é entender que os experimentos escolares são propostos tendo como referência a atividade experimental dos cientistas, quando, em realidade, deveriam "*ser algo assim como um guia especialmente desenhado para aprender determinados aspectos das ciências, com um cenário próprio (aula, laboratório escolar, alunos, materiais), muito diferente do cenário de uma investigação científica*" (Isquierdo, Sanmartí e Mariona, 1999, p. 45).

As autoras reconhecem que, para entender o papel das atividades experimentais, é preciso problematizar as características assumidas por tais atividades quando são desenvolvidas dentro da escola. Isso implica tanto aceitar que as atividades experimentais não podem ser entendidas como atividades científicas *stricto sensu* quanto problematizar a natureza da atividade científica. Diante do risco de oferecer aos estudantes a falsa ideia de que a ciência é produzida ao longo de uma sequência padronizada de procedimentos e de etapas sucessivas nas quais, ao final do processo, se chega a uma conclusão esperada, certa e incontestável, a abordagem experimental torna-se muitas vezes um espaço importante para o questionamento da própria objetividade científica.

Por essa razão, é produtivo diferenciarmos o método didático de experimentação e os métodos associados aos processos de produção dos conhecimentos científicos. A experimentação escolar resulta de processos de transformação de conteúdos e de procedimentos científicos para atender a finalidades de ensino. Esses processos de produção curricular guardam semelhanças com o contexto científico, mas assumem configurações muito próprias; afinal, não são experiências científicas *stricto sensu* ou "autênticas", embora não sejam atividades didáticas desprovidas de certo caráter científico. Tal configuração guarda marcas

tão características, que servem de identidade para as disciplinas escolares em ciências – o que inclui as disciplinas escolares Ciências e Biologia –, uma vez que se diferenciam de atividades didáticas utilizadas, simultaneamente, em outras disciplinas escolares. Por esse motivo, é importante investir na caracterização das atividades experimentais na escola. Afinal, entendê-las em suas especificidades é também uma forma de questionar a recorrência das dificuldades de incorporá-las às tradições de ensino dessas disciplinas escolares no Brasil.

Os processos de experimentação que se materializam na escola não podem apagar completamente os elementos identificadores da ação científica, e estes não apenas constituem atrativos para a aprendizagem, mas também são base da explicação didática. Por exemplo, para ajudar o aluno a lidar com a abstração das formas celulares expressas em ilustrações de livros didáticos ou em esquemas nos quadros de giz, nós, professores, precisamos lançar mão de aparatos e de artefatos construídos e utilizados em um contexto distinto do escolar, os quais se tornam indispensáveis para o ensino e a aprendizagem desses conteúdos.



Bancada com microscópios ópticos utilizados em aulas práticas de uma escola estadual de Niterói. Foto: Sandra Escovedo Selles, jul. 2006.

Assim, a introdução dos estudantes em procedimentos "quase" científicos – como a preparação de lâminas e o desenvolvimento de habilidades de observação – torna-se não apenas a instauração de representações simbólicas no contexto didático, mas também uma aproximação do contexto científico que dá concretude aos processos de ensinar e aprender. É preciso ressaltar, entretanto, que tais rituais transpostos dos contextos científicos são executados em um espaço e um tempo que guardam muito maior flexibilidade e não exigem os mesmos critérios de produção epistemológico-científica. Vemos, assim, que a experimentação didática difere da científica sem apagar completamente os elementos identificadores do mundo científico, mas conservando traços do contexto de produção, os quais são recontextualizados no ambiente escolar.

Na experimentação com fins didáticos, ao contrário da científica, o erro não constitui um problema para o experimento em si, senão para o controle e o funcionamento da aula. De igual modo, a experimentação didática não é em si inventiva, pelo menos do ponto de vista científico, mas, sim, demonstrativa de determinadas pesquisas já realizadas cujos sujeitos inventores e tempo de invenção não são conhecidos. A inventividade didática é, portanto, distinta de uma inventividade produzida naquele outro contexto, a qual garante autenticidade científica a um experimento. Por fim, concordando com Verret (Forquin, 1992, p. 33) quando chama a atenção para o fato de que os processos didáticos fazem a "economia do detalhe", ao focalizar os aspectos mais relevantes para fins de aprendizado, podemos dizer que, na escola, as atividades experimentais são selecionadas de acordo com os constrangimentos do tempo e com a capacidade delas de produzir, em curto prazo, resultados entre os alunos.

Quando fazemos referência à experimentação didática, somos levados a entendê-la de forma muito ampla, pois

ela parece identificar-se com diversas modalidades de ensino que possuem caráter prático ou ativo – tais como debate em grupos, construção de maquetes, jogos didáticos e atividades interativas com uso de computadores –, em oposição a atividades como realização de aulas expositivas, leitura e confecção e correção de exercícios. A necessidade de definir o sentido dessa atividade didática não requer, portanto, unicamente um exercício de nomeação. Esse esforço implica tanto distinguir a experimentação das demais atividades didáticas que têm caráter ativo nas aulas – comumente chamadas de "atividades práticas" – quanto identificar suas aproximações e afastamentos das atividades experimentais nas Ciências Biológicas.

Além disso, como parece haver dificuldade em trabalhar com uma definição geral de experimentação que inclua as diversas ciências, estaremos buscando o sentido desta nas Ciências Biológicas. A experimentação biológica adquire certo caráter polissêmico porque se refere a diferentes atividades práticas com o fim de subsidiar a produção de conhecimentos nessa área. Assim, diversas expressões aplicam-se e contrapõem-se a uma definição generalista do termo, uma vez que o conjunto das disciplinas que compõem as Ciências Biológicas é diversificado e se assenta em pressupostos teórico-metodológicos singulares.

Essa constatação levou Ernst Mayr (1998) a fazer referência a *duas* Biologias, a das "causas próximas" – a Biologia funcional – e a das "causas remotas" – a Biologia evolutiva –, afirmando que ambas, embora compartilhem um objeto unificador, possuem histórias e epistemologias distintas. É por isso que, quando o autor se refere a diferentes métodos nas Ciências Biológicas, ele discorda que a experimentação seja o método dessa ciência. Para Mayr, na Biologia evolutiva e na Oceanografia, por exemplo, outros métodos são importantes, enquanto na Fisiologia "o método experimental não apenas é apropriado, mas a bem

dizer, a única aproximação que conduz a resultados" (Mayr, 1998, p. 47).

Apoiando-nos nesse entendimento, percebemos que a experimentação biológica corresponde a atividades de pesquisa científica que envolvem tanto o trabalho laboratorial quanto trabalhos de campo, os quais se desdobram em práticas de classificação e de identificação de espécies. Essas atividades estão profundamente associadas às tradições de pesquisa que constituíram os conhecimentos biológicos. Os trabalhos de campo, por exemplo, têm origem nos estudos de História Natural e são bastante representativos para diversos ramos das Ciências Biológicas, tais como a Zoologia, a Botânica e a Ecologia. De forma análoga, os trabalhos práticos podem incluir montagem de coleções zoológicas, botânicas e paleontológicas. Os trabalhos laboratoriais – comumente chamados nos meios universitários de "experimentos de bancada" – são acompanhados por protocolos de observação e de transformação para os quais a indumentária do pesquisador – jalecos, óculos de segurança, luvas – assim como as aparelhagens, utensílios e reagentes são indispensáveis. Também representam o trabalho laboratorial os experimentos de Fisiologia – zoológica, vegetal e humana –, tributários das mais antigas tradições experimentais das Ciências Biológicas, nos quais os limites entre as Ciências Biológicas e a Medicina experimental ainda não estão claramente distintos.

Na escola, o que temos chamado de experimentação didática acompanha essas tradições, mas sofre transformações em resposta às finalidades escolares historicamente consideradas. Nessa instituição, a preocupação não é formar biólogos, e sim proporcionar a todos os alunos vivências culturais criativas por meio das atividades experimentais que os ajudem a fazer relações com os conhecimentos escolares em Biologia. Assim, é possível desenvolver trabalhos práticos experimentais – por

exemplo, de caráter fisiológico, como a identificação de certa ação enzimática, atividades de observação, descrição e classificação –, relacionados à identificação anatômica de organismos vegetais e animais, à identificação microscópica de certas estruturas, à montagem de coleções e aos trabalhos de campo ou estudos do meio.



Organização de coleções de animais marinhos em uma escola estadual de Niterói por uma licencianda do curso de Ciências Biológicas da UFF. Foto: Sandra Escovedo Selles, jun. 2006.

Embora muitos de nós, professores, desejemos ampliar as oportunidades de atividades práticas laboratoriais para os estudantes, nem sempre conseguimos superar as dificuldades encontradas no cotidiano escolar. Em muitas escolas, as atividades experimentais são episódicas, e, quando a escola dispõe de um laboratório, a visita a esse espaço constitui, em certos casos, verdadeira "excursão" que atrai a curiosidade dos alunos, quebrando a "monotonia" das aulas expositivas. Partindo dessa realidade, percebemos que os principais problemas para a não realização de aulas práticas de Ciências dizem respeito à ordem estrutural, ao tempo curricular, à insegurança em ministrar essas aulas e à falta de controle sobre um número grande de estudantes dentro de um espaço desafiador como o laboratório.

É comum, nos espaços escolares, escutarmos que "não é possível deixar de dar um conteúdo teórico para ministrar uma aula prática". Por um lado, essa fala sugere uma noção comumente aceita de que aula prática "foge do conteúdo programático" e, portanto, tem um caráter excepcional, secundário e até mesmo dispensável. Por outro lado, a impossibilidade institucional de administrar tanto os tempos e espaços curriculares quanto a divisão dos estudantes, para garantir o uso do laboratório, reafirma o caráter facultativo da experimentação na escola. Embora esses problemas escapem dos limites de uma intervenção imediata dos próprios professores, muitos de nós nos sentimos frustrados ao deixar de implementar atividades experimentais regularmente.

Para entender as dificuldades de integração das atividades experimentais aos procedimentos rotineiros das aulas de Ciências e Biologia, precisamos reconhecer que, ao lado do funcionamento estrutural das escolas, existem elementos associados às tradições de ensino da escolaridade brasileira que não romperam completamente com uma cultura enciclopédica. Dois elementos exemplificam a redução do espaço curricular dedicado à experimentação e mostram a tensão que envolve sua implementação em bases regulares. Em primeiro lugar, é preciso compreender que essa seleção está associada às formas históricas de funcionamento de nossas escolas, que, defasadas numericamente em relação às demandas populacionais, assumiram um modo específico de organização de seus tempos e espaços. O funcionamento da escola em diversos turnos provocou um modo de organização curricular que adensou o conjunto das disciplinas escolares distribuídas ao longo da semana, favorecendo métodos de ensino expositivos em detrimento de atividades práticas.

Em segundo lugar, a vinculação do ensino médio a exames nos quais inexitem possibilidades de avaliação

de caráter prático – uma vez que as atividades experimentais não são testadas em exames vestibulares, por exemplo – tem feito o ensino experimental ser justificado intrinsecamente como um método opcional. Além disso, existem limitações oriundas tanto dos processos de formação docente quanto do domínio mais amplo das políticas curriculares, as quais deixam de considerar as atividades experimentais como parte integrante e as percebem como acessórias no ensino de Ciências e Biologia.

Muitas vezes, o que causa frustração no ensino experimental é a nossa tentativa de realizar experimentos complexos ou "cientifizados" que pouco potencializam as experiências na escola. Um planejamento de atividades experimentais difícil de ser realizado no ambiente escolar é aquele nos quais criamos expectativas de que o laboratório escolar seja uma "réplica" científica e os alunos se comportem na condição de pequenos cientistas. Nesse contexto, por mais que nos esforcemos, revela-se tarefa árdua ajustar as finalidades da atividade experimental ao âmbito escolar.

Os professores cuja formação docente se deu em universidades com tradição de pesquisa tendem a criar expectativas de reprodução de suas experiências acadêmicas, mas, ao longo da carreira, aprendem a produzir propostas criativas ajustadas às condições encontradas na escola, uma vez que raramente é possível realizar experimentos individualizados e atividades que dependam de aparelhagem mais sofisticada. Na maioria dos casos, os experimentos selecionados constituem demonstrações a ser desenvolvidas em grupos, experiências que podem ser realizadas dentro de certo limite de tempo e com maior possibilidade de êxito. Isso não significa dizer que só resta a nós, professores, selecionar práticas "mecanizadas" que, em última instância, apenas substituem uma atividade passiva por uma ativa, mas reconhecer que as especificidades da experimentação didática exigem de nós a ressignificação das noções de erro, de controle e de obtenção de resultados.

Cabe, portanto, destacar a existência de professores que enfrentam, apesar dos obstáculos, os condicionantes dificultadores do trabalho experimental e produzem práticas criativas que, embora não sejam representativas da maioria das escolas, têm evitado o completo silêncio da experimentação escolar nas aulas de Biologia.

É razoavelmente consensual admitir a impossibilidade de desenvolver um ensino experimental sem que sejam oferecidas condições mínimas para a realização dessas atividades; entretanto, tais condições mínimas não são as mesmas para qualquer professor, que atue em qualquer escola com quaisquer estudantes do ensino médio. Dependendo do contexto escolar de realização, podemos questionar se é somente dentro de um laboratório que se podem efetuar atividades experimentais, que materiais seriam indispensáveis, quantos alunos o local comportaria, que tipo de atividades se desenvolveriam a fim de permitir a participação intensa de todos os alunos e não apenas de alguns, etc. Em outras palavras, diante da diversidade de contextos escolares existentes em nosso país, ainda que não queiramos nos acomodar a condições insuficientes para o ensino de Biologia, não podemos ignorar que os problemas de cada escola resistem a respostas padronizadas.



Alunos realizando experimentos em uma escola estadual de Niterói, RJ. Foto: Sandra Escovedo Selles, jun. 2006.



Professora de Biologia conduzindo experimentos em uma escola estadual de Niterói, RJ.

Foto: Sandra Escovedo Selles, jun. 2006.

Os trabalhos apresentados nos encontros da área de ensino de Biologia - Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia (Epeb), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (Enebio) e Encontro Regional de Ensino de Biologia (Erebio) - constituem rica fonte de socialização de nossas experiências de ensino na educação básica. Nas publicações desses eventos, encontramos inúmeros relatos de atividades experimentais desenvolvidas por professores em suas escolas.

Historicamente, os professores têm sido sensíveis a essas dificuldades e vêm produzindo um conjunto de práticas nem sempre socializadas de forma devida. Seja atuando em cursos regulares ou noturnos, em experiências com crianças, adolescentes ou adultos, os professores produzem atividades práticas que provocam a participação dos alunos e ampliam as possibilidades de aprendizado. Ainda que não provoquem uma mudança radical no quadro do ensino de Biologia experimental, tais ações constituem exemplos de resistência de valor inestimável. Essas práticas realizam-se de múltiplas formas, seja como iniciativas individuais, no anonimato das salas de aula, seja induzidas por projetos institucionais, seja ainda por meio de apoio governamental. As soluções envolvem a produção de materiais próprios - de modo geral, com custos baixos -, o desenvolvimento

de projetos escolares, o sistema de empréstimo, a realização de experimentos expostos em atividades escolares, a visitação a laboratórios universitários, etc.

Os problemas decorrentes da carência estrutural não podem levar-nos a pensar ser apenas nesse aspecto que reside o motivo de uma tradição não experimental no ensino de Biologia no Brasil. Na verdade, existem obstáculos que superam as condições físicas, ainda que delas jamais possamos prescindir quando realizamos atividades dessa natureza. Tais obstáculos dizem respeito às decisões curriculares mais amplas, que implicam reestruturar os conteúdos de ensino e os processos avaliatórios a fim de incluir a atividade experimental não como um episódio lúdico ou esporádico no interior de uma densa programação de estudos dos conteúdos. Trata-se de incorporar a atividade experimental como uma reinvenção curricular - uma vez que não se pode denominá-la novidade, após meio século de tentativas de sua inserção em nosso país - que deve encontrar as bases para tornar-se uma tradição de ensino das Ciências Biológicas. Essa reinvenção requer a sua localização em tempos regulares e uma revisão curricular mais ampla.

Acreditando que tais reinvenções não são produzidas em meio a imposições, mas devem estar conectadas a projetos construídos pelos diversos professores em seus espaços e em suas possibilidades de exercitar as ações docentes, pensamos ser oportuno articular as atividades experimentais aos diferentes programas de estudos, resistindo a fazer dessas atividades mera demonstração de conteúdos. Consideramos ser importante que nossos planejamentos, sempre que possível, incluam atividades experimentais provocativas não apenas *depois*, mas também *antes* do desenvolvimento de uma unidade temática, a fim de levantar questões e orientar o aprendizado dos estudantes.

Entendemos que a riqueza de uma atividade experimental reside mais na possibilidade de gerar questionamentos

Existem, nos encontros da área, diversos exemplos de materiais produzidos por professores e disponibilizados para empréstimos a outras escolas a fim de serem utilizados como subsídios em aulas experimentais, tais como os materiais que utilizam resina para fixar animais e peças anatômicas produzidos pelos professores do Colégio de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, da UERJ. Cf., nesse sentido: DORVILLE, L. F. M.; OLIFIERS, M. H. Insetos em resina acrílica: uma proposta de material didático para o ensino de Ciências e Biologia. In: SELLES, S. E. *et al* (Org.). *Anais do I Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES*. Niterói: UFF: SBEEnBio RJ/ES, 2001. p. 165-167; ARAÚJO, D. P. F.; ANDRADE, C. B. V.; SCHAWANKE, C. Proposta de utilização de coleções didáticas paleontológicas no ensino básico do Rio de Janeiro. In: AYRES, A. C. M. *et al* (Org.). *Anais do I Encontro Nacional de Ensino de Biologia & III Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES*. Rio de Janeiro: UFRJ: SBEEnBio, 2005. p. 290-293.

nos alunos do que na de desenvolver habilidades técnicas específicas. Embora reconheçamos ser possível e desejável desenvolver habilidades "quase" científicas por meio da realização de experimentações didáticas – tais como a observação acurada, o reconhecimento de padrões, a identificação e o manuseio de equipamentos –, percebemos que nossas aulas de Ciências e Biologia se enriquecem ao voltarmos a atenção às questões suscitadas em nossos alunos pelas atividades experimentais. Assim, antes de propor qualquer atividade experimental, é importante gastar um tempo perguntando-nos: em que medida esta atividade ajuda meus alunos a entender determinado tema e/ou conceito? Como posso instigar a criatividade deles com esta atividade? Em que medida a atividade proposta pode estimulá-los a formular questões? Essas e outras perguntas ajudam-nos a entender o lugar da experimentação didática no ensino de Ciências e Biologia e, certamente, contribuem para problematizar essa condição sócio-historicamente produzida de atividade acessória e menos importante no aprendizado dos alunos.

É muito comum os licenciandos, nas atividades de estágio supervisionado dos cursos de formação inicial de professores, realizarem atividades experimentais com os alunos da escola. Preparam materiais didáticos, elaboram experimentos, trazem reagentes e instrumentais da universidade, vestem-se como cientistas no laboratório da escola. Com esse empenho, produzem novos materiais para o acervo da escola, introduzem muitos alunos no mundo microscópico e contribuem, ainda que parcialmente, para atenuar algumas das necessidades estruturais para a realização das atividades. Entretanto, existem alguns aspectos formativos que se apresentam em dimensões pouco visíveis e se destacam quando os licenciandos realizam experimentações nas escolas. Trata-se da interação de diferentes contextos e sujeitos, entre instituições escolares e universitárias e entre professores experientes e novatos.

A presença dos licenciandos, com experiências em atividades vividas na formação universitária, agrega um caráter científico à realização das atividades, uma marca que a experimentação didática mantém, embora de forma recriada. A experiência anterior dos futuros professores em um contexto acadêmico-científico, realizando pesquisas com seus professores universitários, confere legitimidade ao que fazem na escola. Ao mesmo tempo, essa experiência proporciona uma interpenetração de diferentes culturas – a acadêmica e a escolar –, enriquecendo as possibilidades de aprendizado dos alunos. Quando realizam atividades práticas de fácil execução, utilizando materiais simples e baratos e, sobretudo, respondendo às demandas específicas da classe, os licenciandos contribuem para que as atividades experimentais sejam propostas com maior frequência, o que estimula os professores a repensar suas formas de ensino. Por sua vez, são os professores da escola, com os saberes que vieram produzindo ao longo de suas carreiras profissionais, que modulam as atividades experimentais, revestindo-as de características próprias da escola, alertando os licenciandos contra os perigos de determinados procedimentos, ajustando o emprego de termos e selecionando temas e materiais mais apropriados aos interesses e à faixa etária dos estudantes.

Podemos dizer então que encontramos, nessa cooperação entre licenciandos em formação e professores no exercício da profissão, sentidos institucionais e formativos mais amplos. Primeiro, porque ela ressitua a relação universidade-escola na formação inicial em uma posição de diálogo e de reciprocidade. Segundo, porque reconfigura a atividade experimental nos limites da ação didática, ajustando-a aos objetivos mais amplos da escola. Isso porque a interação entre licenciandos e professores funciona como um espaço de mediação que tanto informa a especificidade científica desse tipo de experimentação quanto a submete aos

condicionantes escolares. Assim, as atividades experimentais realizadas por licenciandos podem ser entendidas como formas produtivas para compreendermos alguns dos mecanismos de transformação dos conhecimentos escolares em Biologia e podem ajudar-nos a repensar tempos e modos de encaminhamento da problemática da experimentação nas aulas de Ciências e Biologia.

Capítulo III

AS COLEÇÕES ESCOLARES E O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

As coleções escolares e o ensino de Ciências e Biologia

No decorrer do século XIX, ao mesmo tempo que os museus de todo o mundo constituíam uma espécie de afirmação do desenvolvimento das Ciências Naturais, tendo o paradigma do conhecimento biológico marcado a forma de organizar e apresentar as coleções ao público, outra categoria de museu também se impôs nesse período. Particularmente no Brasil, os museus escolares, segundo Diana Gonçalves Vidal (1999, p. 109), surgiram no fim desse mesmo século, desde o início com a função de reunir material para o ensino intuitivo. Previa-se, nesse momento, a distinção entre os chamados museus pedagógicos e os museus escolares. Os primeiros eram formados por coleções de objetos relacionados ao ensino – mobílias escolares, materiais de ensino, lápis, ardósia, métodos de ensino, etc. – dispostas de modo que fossem estudadas pelos professores e lhes fornecessem objeto de estudo pedagógico prático (Vidal, 1999, p. 110).

Já os museus escolares reuniam objetos comuns e usuais – coleções mineralógicas, zoológicas e botânicas; coleções de instrumentos ou objetos fabricados; desenhos, modelos para o ensino concreto – com a função de auxiliar o professor no processo de ensino das diferentes disciplinas escolares.

De acordo com a autora, havia orientações nesse período que propunham o uso dos museus "não apenas para a lição das coisas, mas para qualquer lição da escola, e a necessidade de organização dos museus segundo os reinos da natureza: objetos minerais, animais e vegetais" (Vidal, 1999, p. 110).

Na 1ª Parte
contextualizamos o
ensino intuitivo no
boxe da página 72.

Esse movimento de valorização dos museus escolares estava no bojo da adequação da produção do conhecimento escolar aos novos parâmetros científicos da época, a qual reforçava os métodos intuitivos na perspectiva do "olhar", em detrimento do "ouvir", e da prática de memorização, desprestigiada em um momento de forte influência positivista.

A chamada "lição de coisas" esteve fortemente presente no ensino de Ciências brasileiro a partir da Primeira República. Esse ensino voltava-se para a promoção de hábitos de observação precisa, de descrição correta e de juízo exato das coisas da natureza. O método intuitivo, assim, tinha proximidade com o modelo científico da época, já que, segundo Vidal (1999, p. 112), "*o conhecimento da natureza e as lições das coisas preparavam o escolar para uma concepção evolucionista da ciência e do homem*". Por conta das características desse método, a autora constata que "*as Ciências Naturais precederiam as Ciências Sociais no trabalho escolar*" (Vidal, 1999, p. 112).

Os objetos que compunham esses espaços, no período, punham-se a serviço do ensino dos diferentes ramos da ciência para incluir aqueles relativos a indústrias diversas, como produtos alimentares, materiais de construção e combustíveis. Nos espaços reservados às coleções, especialmente para os ramos das Ciências da Natureza, encontravam-se objetos de Botânica e Zoologia – incluindo aqueles animais e plantas considerados antropocentricamente como "úteis" e "nocivos" –, bem como de Física e Química, além de gravuras. Como complemento, eram considerados relevantes, nessa lista, os aparelhos utilizados para projeções, fotografias e gravuras.

Vidal (1999) ainda chama a atenção para a forma pela qual esses objetos foram apropriados nos ambientes escolares. Se, por um lado, havia, na montagem das coleções, preocupações que destacavam aspectos do ensino ativo,

por outro, a rigidez e o detalhamento da classificação tornavam tais coleções estáveis. Acondicionadas em "armários envidraçados que permitiam sua visibilidade", impedia-se o manuseio dos objetos, e o uso das coleções escolares restringiu-se "ao sentido do olhar". Assim, embora o ensino intuitivo pretendesse desenvolver todos os demais sentidos, a apropriação escolar tornou-se uma "pedagogia do olhar", reforçando uma forma de passividade nos alunos (Vidal, 1999, p. 114).

Tais objetos, programados para constituírem os museus escolares com objetivos de ensino no século XIX, foram, com o passar do tempo, formando os acervos de materiais didáticos que hoje conhecemos. Assim, se o contexto histórico da seleção desses objetos esclarece as razões das escolhas feitas e dos objetivos de ensino a eles relacionados em determinado período, leva-nos também a pensar sobre os usos e finalidades deles em nossas salas de aula nos dias de hoje.

Como já nos referimos anteriormente, em meados do século XX, no Brasil, o ensino laboratorial na escola ganhou força ante o movimento escolanovista, que atualizava o ideário implícito no método intuitivo e na "lição de coisas". A ideia principal dessa vertente era a de instituir uma *ciência laboratorial pura* que deveria dominar os currículos, e a formação dos alunos estava mediada pelo contato com os muitos equipamentos disponíveis. Nesse cenário pedagógico é que se fortaleceu o ensino da disciplina escolar Biologia, impactada pelo movimento de unificação das Ciências Biológicas, explicitado na 1ª Parte, em torno da constituição de uma ciência laboratorial, experimental e realizada com rigor. Gradualmente, as mudanças foram-se operando no ensino de Biologia, deixando marcas nas várias vertentes das coleções de objetos existentes nas escolas, ao mesmo tempo que estas iam incorporando as metodologias experimentais.

Na 1ª Parte
contextualizamos o
"lição de coisas"
no boxe da página 72.

É assim que a experiência do museu escolar, seja por suas características, seja por sua forma de apropriação pela escola, precisa ser compreendida nas relações de proximidade e de afastamento que mantém com os procedimentos de cunho científico. Nas coleções biológicas, há uma série de normas e de ações necessárias para sua constituição e manutenção, as quais englobam aspectos como o valor inerente dos exemplares, o balanço entre uso e preservação, o cuidado com as coleções de exemplares, o valor da documentação e dos registros de arquivo, entre outros (Papavero e Llorente-Bousquets, 1999), visando, principalmente, à pesquisa. De modo distinto, as coleções didáticas nem sempre passam pelas mesmas formas de cuidado, de conservação, de documentação e de uso. A definição de coleção didática pressupõe uma utilização voltada para o ensino, em demonstrações e em atividades de preparação para o trabalho docente. Essas coleções podem ser organizadas tanto em instituições de ensino superior, associadas ou não à pesquisa, quanto em escolas de ensino fundamental e médio. Diferentemente da coleção científica, as coleções didáticas têm curta duração, uma vez que seu manuseio constante provoca danos, e, por conta disso, requerem renovação permanente, o que, em uma perspectiva histórica, não constitui um processo trivial diante do conjunto de atividades que os docentes têm de desempenhar.

Nas universidades e nos museus nos quais se realizam pesquisas biológicas, a exigência relativa às normas de coleta e de cuidado com os exemplares é intensa, a fim de não comprometer a produção de conhecimentos que tomam por base esses objetos. Em tais espaços, muitas vezes, existe alguma separação entre os objetos usados na pesquisa e aqueles usados no ensino, apesar de essa diferenciação não ser muito clara em grande parte das instituições. Há casos em que, em determinadas épocas, os objetos usados em pesquisas seguem para exposição, algo muito comum nos

acervos e museus vinculados a instituições que atuam, simultaneamente, em atividades de pesquisa e de ensino.

Em outros casos, os professores universitários já organizam suas coleções com objetivos de ensino e, segundo Martins (1994, p. 23), podem utilizar exemplares com dados incompletos de procedência ou espécies parcialmente danificadas. Nos museus universitários que possuem exposições voltadas ao público, as peças expostas, em geral, não fazem parte da coleção de pesquisa e, em alguns casos, não se submetem aos mesmos critérios de cuidado e de documentação. Os aparelhos e instrumentos também passam por histórias semelhantes. Algumas vezes têm origem em contextos de pesquisa e são levados aos museus para "contar" a história da ciência, ou são produzidos, de modo específico, para contextos de ensino e de demonstrações públicas.

Na escola, a experiência vem mostrando outros usos, cuidados e finalidades das coleções didáticas. Com objetivos específicos para o ensino, os objetos que as compõem são, muitas vezes, coletados não só pelos professores, mas também pelos alunos e familiares, ou são doados por outras instituições. Pelas limitações já conhecidas, as escolas nem sempre desenvolvem uma política de aquisição desses objetos, e, quando estes se apresentam organizados, isso normalmente decorre das iniciativas dos professores. Sua organização no espaço escolar também depende muito do papel que o ensino experimental adquire na unidade escolar e das possibilidades de os professores de Ciências e Biologia organizarem os espaços e os tempos de estudo com os alunos. Os tipos de objetos selecionados na montagem das coleções também têm relação com os conteúdos a ser ensinados e com as propostas de ensino, dentro do contexto específico da escola.