



DOCÊNCIA *Vem* FORMAÇÃO
Ensina Média

Coordenação:
Antônio Joaquim Severino
Selma Garrido Pimenta

© 2009 by Martha Marandino
Sandra Escovedo Selles
Marcia Serra Ferreira

© Direitos de publicação
CORTEZ EDITORA
Rua Monte Alegre, 1074 – Perdizes
05014-000 – São Paulo – SP
Tel.: (11) 3864-0111 Fax: (11) 3864-4290
cortez@cortezeditora.com.br
www.cortezeditora.com.br

Direção
José Xavier Cortez

Editor
Amir Piedade

Preparação
Alexandre Soares Santana

Revisão
Oneide M. M. Espinosa
Rodrigo da Silva Lima

Edição de Arte
Mauricio Rindeika Seolin

Ilustração da capa
Antonio Carlos Tassara

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Marandino, Martha

Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos / Martha Marandino, Sandra Escovedo Selles, Marcia Serra Ferreira. — São Paulo: Cortez, 2009. — (Coleção Docência em Formação. Série Ensino Médio)

ISBN 978-85-249-1530-7

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino 3. Professores – Formação profissional I. Selles, Sandra Escovedo. II. Ferreira, Marcia Serra. III. Título. IV. Série.

08-08349

CDD-370.71

Índices para catálogo sistemático:

1. Professores de Biologia: Formação profissional: Educação 370.71

Impresso no Brasil – novembro de 2023

**Martha Marandino
Sandra Escovedo Selles
Marcia Serra Ferreira**

Ensino de Biologia

**histórias e práticas
em diferentes
espaços educativos**

1ª edição
5ª reimpressão

 **CORTEZ
EDITORA**

SUMÁRIO

AOS PROFESSORES	7
APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO	9
INTRODUÇÃO	19
1ª PARTE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DISCIPLINAS ESCOLARES	27
CAPÍTULO I A MODERNIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	35
CAPÍTULO II A EMERGÊNCIA DA DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA E AS FINALIDADES DA ESCOLA	47
CAPÍTULO III A DISCIPLINA ESCOLAR CIÊNCIAS E SUAS ESPECIFICIDADES	67
ATIVIDADES DE REFLEXÃO	78
1. Memórias de aluno: dimensões da trajetória pré-profissional	78
2. Marcas do ensino de Ciências e Biologia em materiais didáticos	80
3. O corpo humano nas escolas	82
2ª PARTE TRADIÇÕES CURRICULARES NO ENSINO DE BIOLOGIA	85
CAPÍTULO I OS CONHECIMENTOS ESCOLARES E OS CURRÍCULOS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA	89
CAPÍTULO II A EXPERIMENTAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO EXPERIMENTAL EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA	95

CAPÍTULO III	AS COLEÇÕES ESCOLARES E O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA	117
ATIVIDADES DE REFLEXÃO		125
	1. Produção dos conhecimentos escolares no ensino de Biologia	125
	2. Experimentação didática nas escolas e em materiais didáticos	127
	3. Coleções e objetos no ensino de Biologia	128
3ª PARTE	AS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E OS ESPAÇOS DE ENSINO E DIVULGAÇÃO	131
CAPÍTULO I	AS ATIVIDADES DE CAMPO E O ENSINO DE BIOLOGIA	137
CAPÍTULO II	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, MUSEUS E EDUCAÇÃO	151
CAPÍTULO III	MÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA	169
ATIVIDADES DE REFLEXÃO		185
	1. O diálogo na atividade de campo	185
	2. Acesso aos bens culturais	186
	3. Biodiversidade nos museus de História Natural	188
	4. Mitos e naturalizações na mídia: uma análise crítica	191
BIBLIOGRAFIA		193
SOBRE AS AUTORAS		213

AOS PROFESSORES

A Cortez Editora tem a satisfação de trazer ao público brasileiro, particularmente aos estudantes e profissionais da área educacional, a Coleção Docência em Formação, destinada a subsidiar a formação inicial de professores e a formação contínua daqueles que se encontram no exercício da docência.

Resultado de reflexões, pesquisas e experiências de vários professores especialistas de todo o Brasil, a coleção propõe uma integração entre a produção acadêmica e o trabalho nas escolas. Configura um projeto inédito no mercado editorial brasileiro por abarcar a formação de professores para todos os níveis de escolaridade: educação básica (incluindo a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio) e a educação superior; a educação de jovens e adultos e a educação profissional. Completa essa formação com as problemáticas transversais e com os saberes pedagógicos.

Com mais de 25 anos de experiência e reconhecimento, a Cortez é uma referência no Brasil, nos demais países latino-americanos e em Portugal pela coerência de sua linha editorial e atualidade dos temas que publica, especialmente na área da educação, entre outras. É com orgulho e satisfação que lançamos esta coleção, pois estamos convencidos de que representa novo e valioso impulso e colaboração ao pensamento pedagógico e à valorização do trabalho dos professores na direção de uma melhoria da qualidade social da escolaridade.

José Xavier Cortez
Diretor

APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO

A *Coleção Docência em Formação* tem por objetivo oferecer aos professores em processo de formação, e aos que já atuam como profissionais da educação, subsídios formativos que levem em conta as novas diretrizes curriculares, buscando atender, de modo criativo e crítico, às transformações introduzidas no sistema nacional de ensino pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996. Sem desconhecer a importância desse documento como referência legal, a proposta desta coleção identifica seus avanços e seus recuos e assume como compromisso maior buscar uma efetiva interferência na realidade educacional por meio do processo de ensino e de aprendizagem, núcleo básico do trabalho docente social. Seu propósito é, pois, fornecer aos docentes e alunos das diversas modalidades dos cursos de formação de professores e aos docentes em exercício textos de referência para sua preparação científica, técnica e pedagógica. Esses textos contêm subsídios formativos relacionados ao campo dos saberes pedagógicos, bem como ao dos saberes ligados aos conhecimentos especializados das áreas de formação profissional.

A proposta da coleção parte de uma concepção orgânica e intencionada da educação e da formação de seus profissionais, tendo bem claro que professores se pretende formar para atuar no contexto da sociedade brasileira contemporânea, marcada por determinações históricas específicas.

Trata-se da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Essa lei aplica ao campo da educação os dispositivos constitucionais, constituindo, assim, a referência fundamental da organização do sistema educacional do país.

Os professores exercem papel imprescindível e insubstituível no processo de mudança social.

Como bem o mostram estudos e pesquisas recentes na área, os professores são profissionais essenciais nos processos de mudança das sociedades. Se forem deixados à margem, as decisões pedagógicas e curriculares alheias, por mais interessantes que possam parecer, não se efetivam, não geram efeitos sobre a sociedade. Por isso é preciso investir na formação e no desenvolvimento profissional dos professores.

As escolas precisam passar por profundas transformações em suas práticas e culturas para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Na sociedade contemporânea, as rápidas transformações no mundo do trabalho, o avanço tecnológico configurando a sociedade virtual e os meios de informação e comunicação incidem fortemente na escola, aumentando os desafios para torná-la uma conquista democrática efetiva. Transformar práticas e culturas tradicionais e burocráticas das escolas que, por meio da retenção e da evasão, acentuam a exclusão social não é tarefa simples nem para poucos. O desafio é educar as crianças e os jovens, propiciando-lhes um desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico, de modo que adquiram condições para enfrentar as exigências do mundo contemporâneo. Tal objetivo exige esforço constante de diretores, professores, funcionários e pais de alunos e de sindicatos, governantes e outros grupos sociais organizados.

Na complexa tarefa de aprimoramento da qualidade do trabalho escolar, os professores contribuem com seus saberes, seus valores e suas experiências.

Não ignoramos que esse desafio precisa ser prioritariamente enfrentado pelas políticas de governo. Todavia, os professores são profissionais essenciais na construção dessa nova escola. Nos anos 1980-90, diferentes países realizaram grandes investimentos na área da formação e desenvolvimento profissional de professores para essa finalidade. Os professores contribuem com seus saberes, seus valores, suas experiências nessa complexa tarefa de melhorar a qualidade social da escolarização.

Entendendo que a democratização do ensino passa pelos professores, por sua formação, por sua valorização profissional e por suas condições de trabalho, pesquisadores têm defendido a importância do investimento no seu desenvolvimento profissional. Esse processo de valorização envolve formação inicial e continuada, articulada, identitária e profissional. Essa formação identitária é epistemológica, ou seja, reconhece a docência como um campo de conhecimentos específicos configurados em quatro grandes conjuntos, a saber: 1) conteúdos das diversas áreas do saber e do ensino, ou seja, das ciências humanas e naturais, da cultura e das artes; 2) conteúdos didático-pedagógicos, diretamente relacionados ao campo da prática profissional; 3) conteúdos ligados a saberes pedagógicos mais amplos do campo teórico da prática educacional; 4) conteúdos ligados à explicitação do sentido da existência humana individual, com sensibilidade pessoal e social. E essa formação identitária é também profissional, ou seja, a docência constitui um campo específico de intervenção profissional na prática social.

O desenvolvimento profissional dos professores é objetivo de propostas educacionais que valorizam a sua formação não mais baseada na racionalidade técnica, que os considera meros executores de decisões alheias, mas em uma perspectiva que reconhece sua capacidade de decidir. Ao confrontar suas ações cotidianas com as produções teóricas, é necessário rever as práticas e as teorias que as informam, pesquisar a prática e produzir novos conhecimentos para a teoria e a prática de ensinar. Assim, as transformações das práticas docentes só se efetivarão se o professor ampliar sua consciência sobre a própria prática, a de sala de aula e a da escola

A formação docente é um processo permanente e envolve a valorização identitária e profissional dos professores.

A identidade do professor é simultaneamente epistemológica e profissional, realizando-se no campo teórico do conhecimento e no âmbito da prática social.

A transformação da prática do professor decorre da ampliação de sua consciência crítica sobre essa mesma prática.

como um todo, o que pressupõe os conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade. Tais propostas enfatizam que os professores colaboram para transformar a gestão, os currículos, a organização, os projetos educacionais e as formas de trabalho pedagógico das escolas. Assim, reformas produzidas nas instituições sem tomar os professores como parceiros/autores não transformam a qualidade social da escola. Em consequência, valorizar o trabalho docente significa dar aos professores condições para analisar e compreender os contextos histórico, social, cultural e organizacional que fazem parte de sua atividade docente.

Têm-se cobrado dos professores responsabilidades que ultrapassam suas atribuições no plano individual.

Cabe-lhes, sim, apontar coletivamente caminhos institucionais para enfrentar essas novas demandas.

Na sociedade brasileira contemporânea novas exigências são acrescentadas ao trabalho dos professores.

Com o colapso das velhas certezas morais, cobra-se deles que cumpram funções da família e de outras instâncias sociais; que respondam à necessidade de afeto dos alunos; que resolvam os problemas da violência, da droga e da indisciplina; que preparem melhor os alunos para as áreas de matemática, de ciências e tecnologia para colocá-los em melhores condições de enfrentar a competitividade; que restaurem a importância dos conhecimentos e a perda da credibilidade das certezas científicas; que sejam os regeneradores das culturas/identidades perdidas com as desigualdades/diferenças culturais; que gerenciem as escolas com parcimônia; que trabalhem coletivamente em escolas com horários cada vez mais reduzidos. Em que pese a importância dessas demandas, não se pode exigir que os professores individualmente as atendam. Espera-se, pois, que, coletivamente, apontem caminhos para o enfrentamento dessas exigências.

É nesse contexto complexo que se faz necessário ressignificar a identidade do professor. O ensino, atividade característica dele, é uma prática social complexa, carregada de conflitos de valor e que exige posturas éticas e políticas. Ser professor requer saberes e conhecimentos científicos, pedagógicos, educacionais, sensibilidade, indagação teórica e criatividade para encarar as situações ambíguas, incertas, conflituosas e, por vezes, violentas, presentes nos contextos escolares e não escolares. É da natureza da atividade docente proceder à mediação reflexiva e crítica entre as transformações sociais concretas e a formação humana dos alunos, questionando os modos de pensar, sentir, agir e de produzir e distribuir conhecimentos.

Problematizando e analisando as situações da prática social de ensinar, o professor utiliza o conhecimento elaborado das ciências, das artes, da filosofia, da pedagogia e das ciências da educação como ferramenta para a compreensão e a proposição do real.

Esta coleção investe na valorização da capacidade de decisão dos professores. Assim, discutir os temas que permeiam o cotidiano das atividades escolares, como projeto pedagógico, autonomia, identidade e profissionalismo dos professores, violência, cultura, religiosidade, importância do conhecimento e da informação na sociedade contemporânea, a ação coletiva e interdisciplinar, as questões de gênero, o papel do sindicato na formação, entre outros, articulados aos contextos institucionais, às políticas públicas e confrontados com experiências de outros contextos escolares e com teorias, é o caminho que esta coleção propõe.

Os livros que a compõem apresentam um tratamento teórico-metodológico relacionado a três premissas:

Para enfrentar os desafios das situações de ensino, o profissional da educação precisa da competência do conhecimento, de sensibilidade ética e de consciência política.

Valorizar o trabalho docente implica dar aos professores condições para análise crítica do contexto em que se realiza sua prática educativa.

O caminho proposto por esta coleção é o da discussão dos temas do cotidiano escolar, ligados aos contextos institucionais e às políticas públicas e confrontados com as teorias e a experiência.

1. Há estreita vinculação entre os conteúdos científicos e pedagógicos. 2. Produz-se conhecimento de forma construtiva. 3. Existe estrita ligação entre teoria e prática.

Assim, de um lado, é preciso considerar que a atividade profissional de todo professor possui uma natureza pedagógica, isto é, vincula-se a objetivos educativos de formação humana e a processos metodológicos e organizacionais de transmissão e apropriação de saberes e modos de ação. O trabalho docente está impregnado de intencionalidade, pois visa à formação humana por meio de conteúdos e habilidades, de pensamento e ação, o que implica escolhas, valores, compromissos éticos. Isso significa introduzir objetivos de natureza conceitual, procedimental e valorativa, em relação aos conteúdos da matéria que ensina; transformar o saber científico ou tecnológico em conteúdos formativos; selecionar e organizar conteúdos de acordo com critérios lógicos e psicológicos, em função das características dos alunos e das finalidades do ensino; utilizar métodos e procedimentos de ensino específicos, inserindo-os em uma estrutura organizacional em que participe de decisões e ações coletivas. Por isso, para ensinar, o professor necessita de conhecimentos e práticas que ultrapassem o campo de sua especialidade.

De outro lado, é preciso levar em conta que todo conteúdo de saber é resultado de um processo de construção de conhecimento. Por isso, dominar conhecimentos não quer dizer apenas apropriação de dados objetivos pré-elaborados, produtos prontos do saber acumulado. Mais do que dominar os produtos, interessa aos alunos compreender que estes são resultantes de um processo de investigação humana. Assim trabalhar o conhecimento no processo formativo dos alunos

significa proceder à mediação entre os significados do saber no mundo atual e aqueles dos contextos nos quais foram produzidos. Significa explicitar os nexos entre a atividade de pesquisa e seus resultados; portanto, instrumentalizar os alunos no próprio processo de pesquisar.

Na formação de professores, os currículos devem considerar a pesquisa como princípio cognitivo, investigando com os alunos a realidade escolar, desenvolvendo neles essa atitude investigativa em suas atividades profissionais e assim tornando a pesquisa também princípio formativo na docência.

Além disso, é no âmbito do processo educativo que mais íntima se afirma a relação entre a teoria e a prática. Essencialmente, a educação é uma prática, mas uma prática intencionada pela teoria. Disso decorre atribuímos importância ao estágio no processo de formação do professor. Entendendo que ele faz parte de todas as disciplinas, percorrendo o processo formativo desde o início, os livros desta coleção sugerem várias modalidades de articulação direta com as escolas e demais instituições, nas quais os professores atuarão, apresentando formas de estudo, análise e problematização dos saberes nelas praticados. O estágio também pode servir de espaço de projetos interdisciplinares, ampliando a compreensão e o conhecimento da realidade profissional de ensinar. As experiências docentes dos alunos que já atuam no magistério, como também daqueles que participam da formação continuada, devem ser valorizadas como referências importantes para serem discutidas e refletidas nas aulas.

Considerando que a relação entre as instituições formadoras e as escolas pode representar a continuidade da formação para os professores das escolas, assim como

A construção do conhecimento se dá através da prática da pesquisa. Ensinar e apreender só ocorrem significativamente quando decorrem de uma postura investigativa de trabalho.

No processo educativo, teoria e prática se associam e a educação é sempre prática intencionalizada pela teoria.

O estágio e as experiências docentes acumuladas assumem papel relevante na formação do professor.

Formar o profissional de educação exige um investimento competente e crítico nas ofertas do conhecimento da ética e da política.

para os formadores, os livros sugerem a realização de projetos conjuntos. Essa relação poderá propiciar ao aluno em formação oportunidade para rever e aprimorar sua escolha pelo magistério.

Para subsidiar a formação inicial e continuada dos professores onde quer que se realize, nas faculdades isoladas, nos centros universitários e no ensino médio, esta coleção está assim estruturada:

Educação Infantil

profissionais de creche e pré-escola

Ensino Fundamental

professores da 1^a à 4^a série e da 5^a à 8^a série

Ensino Médio

professores do ensino médio

Ensino Superior

professores do ensino superior

Educação Profissional

professores do ensino profissional

Educação de Jovens e Adultos

professores de jovens e adultos em cursos especiais

Saberes Pedagógicos e Formação de Professores

Problemáticas Transversais e Formação de Professores

Em síntese, a elaboração dos livros desta coleção baseia-se nos seguintes pontos:

- Investir no conceito de desenvolvimento profissional, superando a visão dicotômica de formação inicial e de formação continuada.
- Investir em sólida formação teórica nos campos que constituem os saberes da docência.
- Considerar a formação voltada para o profissionalismo docente e para a construção da identidade de professor.
- Tomar a pesquisa como componente essencial da/na formação.
- Considerar a prática social concreta da educação como objeto de reflexão/formação ao longo do processo formativo.
- Assumir a visão de totalidade do processo escolar/educacional em sua inserção no contexto sociocultural.
- Valorizar a docência como atividade intelectual, crítica e reflexiva.
- Considerar a ética como fundamental à formação e à atuação docente.

Investir em uma concepção orgânica de formação dos professores mediante um tratamento metodológico que vincula os campos dos saberes da docência: o propósito dos livros desta coleção.

Antônio Joaquim Severino
Selma Garrido Pimenta
coordenadores

INTRODUÇÃO

Introdução

Este livro trata de histórias e práticas das Ciências Biológicas e de seu ensino em diferentes espaços e tempos educativos.

Dirige-se a todos os professores e futuros professores que desejem compreender como se dão os processos sócio-históricos produtores do que conhecemos por ensino de Biologia.

Desejamos oferecer material reflexivo que auxilie na sustentação de práticas docentes, aproximando os sentidos entre o que se trabalha na formação profissional e o que é realizado nos diferentes espaços do ensino de Biologia.

Começamos problematizando o objeto deste livro. O ensino de Biologia remete-nos à existência de um campo de estudos, de pesquisas e de práticas sustentado por uma comunidade de educadores e de pesquisadores cuja referência são as atividades de cunho didático que conferem sentidos a esse campo. Existe uma interdependência social e epistemológica entre as dinâmicas que constituem teoricamente esse campo e as que constituem o ensino de Biologia em seus diferentes espaços. Na perspectiva que defendemos neste livro, o que chamamos de ensino de Biologia não possui uma existência abstrata ou anistórica; assim, existem muitos ensinos de Biologia, ou muitas versões de ensino de Biologia, inscritos e produzidos em múltiplos contextos e em intrincadas relações, envolvendo sujeitos e instituições em seus espaços e tempos. Queremos, portanto, neste livro, compreender algumas dessas versões.

Ao nos referirmos a um *campo* de ensino de Biologia, reconhecemos a existência de comunidades de educadores, em diversas partes do mundo, que vêm produzindo e

O emprego da terminologia "ensino de Biologia" não é consensual; em diferentes contextos e sociedades, tem sido adotado o termo "educação em Biologia". Neste livro, adotamos a terminologia "ensino de Biologia" por ser a mais usada no Brasil.

disseminando conhecimentos e práticas reconhecidos como legítimos entre seus próprios membros. Os pesquisadores que partilham dessas comunidades estão em contato com os professores de Ciências e Biologia por meio dos mais variados mecanismos de comunicação – tais como eventos e publicações –, de modo que estes profissionais passam também a integrar *o campo de ensino de Biologia*, o qual assume um sentido mais amplo.

Neste livro, vamos explicitar algumas das inter-relações que ocorrem no referido campo para, especificamente, buscar compreender alguns dos caminhos do ensino de Biologia no Brasil em muitas de suas práticas e de seus espaços educativos. É necessário salientar, entretanto, que esses caminhos ainda demandam um número maior de estudos, a serem examinados por meio de variados referenciais teórico-metodológicos. Os aspectos históricos que serão aqui abordados inserem-se, portanto, em amplo e promissor programa de estudos, o qual busca mapear os elementos e as tensões presentes na constituição dos currículos de Ciências e Biologia no país. Assim, as temáticas examinadas nesta obra refletem estudos que vimos realizando acerca do ensino de Ciências e Biologia em espaços formais e não formais de educação, em diálogo com diferentes pesquisadores da educação e, particularmente, do ensino de Biologia, além da historiografia e da própria história das Ciências Biológicas.

É importante sublinhar que o material aqui exibido é fruto de algumas opções e escolhas, garantindo a inclusão de conteúdos, temas e reflexões considerados de grande importância para o ensino de Biologia e, a nosso ver, organizados de modo rico e problematizador para o enfrentamento dos desafios desse ensino na atualidade. A perspectiva dos estudos no campo do Currículo e, particularmente, das disciplinas escolares foi assumida, assim como a percepção de que o ensino de Biologia ocorre tanto na escola quanto em

diferentes espaços de educação e de divulgação das ciências. Ao optarmos por uma abordagem histórica, não deixamos de problematizar temáticas relativas aos processos de planejamento, avaliação e ensino-aprendizagem e à formação de professores. O leitor perceberá, portanto, a inclusão dessas temáticas tanto nas discussões curriculares quanto nas análises do ensino e da divulgação das ciências nos espaços de educação não formais e nos usos das várias mídias.

A noção de ensino de Biologia de que nos ocupamos neste livro toma a escola e os espaços educativos não formais como seu foco de estudo. No primeiro caso, encontramos nas disciplinas escolares Ciências e Biologia material para explorar práticas escolares de valor significativo para o ensino de Biologia no Brasil. Na escola, os conteúdos biológicos encontram-se presentes tanto na disciplina Ciências – que possui caráter mais genérico e não terminal – quanto na disciplina Biologia – que guarda maior proximidade com o campo especializado das Ciências Biológicas e se situa ao final da escolaridade básica. Trata-se, portanto, de disciplinas distintas, nas quais os conhecimentos escolares em biologia – vinculados às demandas socioculturais dos alunos das diversas faixas etárias – se apresentam diferenciados.

A instituição escola é o espaço onde se dão os encontros entre professores e alunos, entre currículos, materiais de ensino e processos formativos, os quais nos permitem compreender como as práticas de ensino de Biologia se articulam com os diversos elementos sócio-históricos que as constituem. Isso implica considerar que na escola existem transformações dos conhecimentos biológicos em conhecimentos mais diretamente relacionados às finalidades de ensino, um movimento que ocorre em meio a processos sociais mais específicos. Ao longo do tempo, a constituição das disciplinas escolares Ciências e Biologia

vem-se dando com base em vinculações não apenas com práticas e conhecimentos científicos e acadêmicos, mas também com outras modalidades de práticas, conhecimentos e valores em circulação na sociedade, sustentando os propósitos mais amplos da escolarização. Esses processos originaram outras formas de conhecimento materializadas nas disciplinas escolares, o que as fazem distintas das disciplinas científicas e acadêmicas. Neste livro, vamos problematizar alguns dos caminhos percorridos por essas disciplinas escolares, buscando explicitar os processos sócio-históricos – com suas tensões – que se estabeleceram nas seleções e nas organizações dos conteúdos escolares em Biologia integrantes de seus programas e métodos, tratando mais detalhadamente da disciplina escolar Biologia.

No que se refere aos chamados espaços não formais de educação, processo semelhante pode ser notado. Ao serem concebidos como locais de educação e de divulgação das ciências, esses espaços já não apresentam os conhecimentos científicos do modo como foram produzidos, mas os reelaboram com fins específicos, buscando torná-los compreensíveis para os diversos públicos com os quais trabalham, entre eles o escolar.

A maneira pela qual as Ciências Biológicas são apresentadas nesses espaços é também sócio-historicamente produzida, sendo influenciada pelos contextos educacionais, culturais e científicos mais amplos e pelas demandas das sociedades pela apropriação de conhecimentos em uma perspectiva de alfabetização científica. Na interação dos diversos públicos com a ciência apresentada em mídias diversas, como exposições, vídeos e imagens fotográficas, as significações sobre a própria ciência, sobre os cientistas e sobre o ensino de Biologia vão sendo construídas e reconstruídas. Tais significações são mediadas por outros atores sociais – isto é, o professor, o monitor, o

animador ou o guia turístico, entre outros – e possibilitam a ampliação do repertório de elementos culturais para uma compreensão do mundo em que vivemos.

As questões relativas tanto às práticas escolares quanto às experiências educativas em espaços não formais provocam-nos a compreender as relações estabelecidas entre os processos de produção dos conhecimentos biológicos e a constituição de instituições educativas e culturais na sociedade. A despeito dos caminhos diversificados que, por um lado, originaram os sistemas escolares e, por outro, instituíram os espaços não formais, os educadores de ambas as instituições vêm mantendo uma aproximação com as comunidades de cientistas e acadêmicos, socializando e legitimando os conhecimentos oriundos das Ciências Biológicas.

Essa aproximação vem-se mantendo ao longo de toda a história do ensino de Biologia e tem deixado marcas visíveis, o que não impede que diferenças importantes sejam identificadas. Nesse sentido, passam a existir diversas esferas de produção e de socialização dos conhecimentos biológicos, tanto as educativas quanto as científicas, que partilham alguns processos, mas são capazes de constituir-se de forma diferenciada e legítima. É assim que as esferas educativas – escolar e não formal –, a despeito de estarem a serviço da socialização dos conhecimentos biológicos, possuem dinâmicas muito específicas, gerando práticas e saberes próprios. Desse modo, cada uma dessas esferas educativas assimila e produz nova modalidade de conhecimentos biológicos, em sintonia com finalidades sociais específicas, demandando e gerando outras práticas e processos formativos para seus profissionais.

Neste livro, propomo-nos examinar e problematizar historicamente a natureza e a legitimação de tais produções

no interior das disciplinas escolares Ciências e Biologia bem como dos espaços não formais, analisando os processos formativos que as sustentam no âmbito do ensino de Biologia. Esperamos que as questões aqui abordadas possam provocar nossos leitores a continuar produzindo múltiplas versões de ensino de Biologia em seus espaços de atuação, inventando e reinventando muitas possibilidades de diálogo nas escolas e nos espaços não formais.

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 |

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.

Agradecemos a Luís Fernando Marques Dorvillé 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).

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

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 Elice 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

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.

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).

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.

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.

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 a Evolução: "*Os biometristas não tinham chance de derrotar os mendelistas no que dizia respeito à hereditariedade. Aliás, estavam errados a respeito do mecanismo da herança. Ela era particulada e 'consistente', como Mendel havia proposto. O problema que lhes restava [aos mendelianos] era desenvolver sua própria teoria da Evolução, já que não podiam aceitar nada do raciocínio dos biometristas, pautado na seleção, em virtude da associação espúria entre as teorias darwinianas da adaptação e herança miscível, um 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 do 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 mascarou 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.

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).

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

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 in Biology makes sense except in the light of Evolution" -, foi publicado no periódico da American Biology Teacher Association. Cf. em *The American Biology Teacher*, março de 1973 (n. 35, p. 125-129).

É necessário ressaltar que essa influência modernizadora nas 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. Não se trata apenas de uma onda modernizadora, fruto de novas técnicas e abordagens, mas também, em consonância com esse processo real, da consolidação e justificação do predomínio de certas escolhas - advindas de certas áreas - sobre outras, sob a chancela do manto da inovação modernizadora. Essa modernização não apenas renova cada uma das áreas, mas em cada uma delas simultaneamente, e como parte do mesmo processo, procura silenciar e abafar pontos de vista dissonantes. Em resumo, a hegemonia da Biologia molecular e sua extensão nas mais diversas especialidades das Ciências Biológicas não são fruto apenas das consequências trazidas por suas inovações técnicas ou por novas abordagens - em outras palavras, não apenas de suas influências -, mas também das disputas travadas com as ideias provenientes das mais diversas áreas da Biologia, que em muitos casos experimentam a 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.