

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

FABRICIO BARBOSA BITTENCOURT

**O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos
brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das
contribuições de Gregor Mendel**

SÃO PAULO
2013

FABRICIO BARBOSA BITTENCOURT

**O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos
brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das
contribuições de Gregor Mendel**

Dissertação apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, modalidade Ensino de Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes

SÃO PAULO
2013

Nome: Fabricio Barbosa Bittencourt

Título: O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel.

Dissertação apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, modalidade Ensino de Biologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Ao meu pai, que a seu modo sempre esteve presente em minha vida, desejando ver cada momento meu de conquista, e que fez meu caminho se encontrar com minha amiga, e orientadora, Maria Elice, a quem também dedico este trabalho, grato por seu carinho, compreensão e atenção dispensados.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pela disponibilização à consulta dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM-2007.

Aos membros da banca de Qualificação, Profa. Dra. Lílian Al-Chueyr Pereira Martins e Prof. Dr. Paulo Alves Porto, por suas contribuições imprescindíveis na finalização desta pesquisa.

Aos membros do grupo de pesquisa SHBE, por todas as contribuições e conselhos fornecidos durante a elaboração deste trabalho.

Às pessoas do Laboratório de Licenciatura (LabLic) do IB-USP, por cederem espaço e recursos para minha pesquisa.

À Prof. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes, pelas palavras amigas e apoio em tempos difíceis.

Ao Prof. Dr. Carlos Ribeiro Vilela, pelas apaixonantes aulas de genética e por sempre estimular o pesquisador e professor existentes em mim.

À Profa. Dra. Lyria Mori, por me indicar à minha orientadora e por sempre se mostrar pronta a auxiliar e opinar em minha pesquisa.

À Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes, por todo apoio dado desde o dia em que nos conhecemos, por todas as palavras amigas humildemente fornecidas e, que ao longo dos anos de convivência, muito me ensinou, transformando-me no que eu almejava ser, e, não obstante, mostrou-me todo um novo horizonte.

“[...]May the might of destiny grant me
The supreme ecstasy of earthly joy,
The highest goal of earthly ecstasy,
That of seeing,
when I arise from the tomb,
My art thriving peacefully
Among those who are to come after me”.

“[...] que a força do destino possa me conceder
o êxtase supremo da alegria terrena,
o maior objetivo do êxtase terreno,
o de ver,
quando da tumba me erguer,
minha arte prosperar pacificamente
entre aqueles que vierem depois de mim”.

Gregor Johann Mendel (1822-1884)

RESUMO

BITTENCOURT, Fabricio B. **O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel.** 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Esta pesquisa tem o objetivo de analisar o conteúdo histórico presente, assim como sua disposição, nos livros didáticos brasileiros de Biologia recomendados pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2007. A fim de realizar essa análise foi selecionado um episódio relativo à História da Genética que se supunha, dada sua relevância, estar presente nos nove livros que compõem a lista citada: as contribuições de Gregor Mendel (1822-1884). Um segundo objetivo da pesquisa é o de fornecer um material histórico de apoio ao professor que optar por trabalhar com esse episódio em suas aulas. Nessa etapa foi seguida metodologia de pesquisa de História das Ciências, caracterizada pela análise de fontes primárias à luz de fontes secundárias. O método de trabalho para análise do conteúdo de cunho histórico consistiu na adoção, acompanhada de adaptação, de um protocolo já utilizado pela literatura da área. Trata-se de uma ferramenta de análise que leva em conta aspectos quantitativos e qualitativos da informação histórica disponibilizada. Os aspectos que foram analisados nas narrativas históricas selecionadas foram: contexto epistêmico; contexto não-epistêmico; vida dos personagens; características dos personagens; comunidade de estudiosos, abordagem de ideias; desenvolvimento da ciência. Para cada inserção detectada por essa ferramenta foi analisada a sua disposição no texto, podendo: fazer parte de seção específica de caráter histórico, constituir uma seção introdutória do capítulo, estar distribuída ao longo do texto, ou, ainda, limitada a caixas de texto. Os resultados obtidos mostram que, ainda que presente na maioria dos livros analisados, a abordagem histórica permanece mantendo vícios historiográficos, além de equívocos históricos, que já foram largamente discutidos na História da Ciência desde meados do século XX e que são descritos nessa pesquisa. Além disso, é possível que embora um livro apresente conteúdo histórico adequado, o mesmo possa estar disponibilizado de maneira não dialogada com o texto científico, podendo, assim, diminuir o objetivo educacional pretendido, fato constatado em um dos livros. Como conclusão final,

sugere-se aos professores que adotam esses livros que façam uma leitura crítica desses textos junto aos alunos, por meio de discussões meta-científicas que explicitem os efeitos de tais abordagens sobre a compreensão da Natureza da Ciência (NdC).

Palavras-chave: História da Ciência; História da Genética; Gregor Mendel; Natureza da Ciência; livro didático; PNLEM.

ABSTRACT

BITTENCOURT, Fabricio B. **O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel.** 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

This work aims to analyze the historical content present, as well its disposal, in Brazilian Biology textbooks recommended by the National Textbook for High Schools (PNLEM-2007). It was selected for analysis an episode on the History of Genetics that was supposed, given its relevance, to be present in the nine books that make up the previously mentioned list: the contributions of Gregor Mendel (1822-1884). A second objective of the research is to provide a historical material to support teacher who choose to work with this episode in their classes. This step followed History of Science's research methodology, characterized by the analysis of primary sources in the light of secondary sources. The working method for analyzing the contents of a historical nature consists in the adoption, accompanied by adaptation, of a protocol already presented in the literature. It is an analysis tool that takes into account quantitative and qualitative aspects of the historical information available. The analyzed aspects in historical narratives were: epistemic context; non-epistemic context; the characters' lives and their personalities; community of scholars; approach of ideas and development of Science. For each insertion detected by this tool, it was analyzed its arrangement in the text, which can: be part of specific section of a historical nature; constitute an introductory section of the chapter; be distributed throughout the text; or even limited to boxes. The results show that, although present in most of the analyzed books, the historical approach remains keeping historiography vices and historical misconceptions that have been widely discussed in the History of Science since the mid-twentieth century and which are described in this research. Moreover, it was found that although the book presents a proper historical content, it can be available on a non-dialogued form with the scientific text, what can reduce the desired educational objectives. As a final conclusion, It is suggested to the teachers that choose these books to make a critical reading of these texts with the students, through meta-scientific discussions that explicit the effects of such approaches to understanding the Nature of Science (NoS).

Key-words: History of Science; History of Genetics; Gregor Mendel; Nature of Science; textbooks; PNLEM.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Critérios eliminatórios e classificatórios da avaliação dos LDs....	17
Tabela 2 -	Obras aprovadas pelo PNLEM-2007.....	20
Tabela 3 -	Obras aprovadas pelo PNLD-2012.....	21
Tabela 4 -	Referências dos trechos submetidos à análise e identificação das obras.....	50
Tabela 5 -	Análise do contexto epistêmico das obras.....	58
Tabela 6 -	Análise do contexto não-epistêmico das obras.....	59
Tabela 7 -	Análise da vida dos personagens.....	61
Tabela 8 -	Análise das características dos personagens considerados centrais.....	62
Tabela 9 -	Análise da comunidade de estudiosos.....	64
Tabela 10 -	Análise da abordagem das ideias.....	64
Tabela 11 -	Análise do desenvolvimento da Ciência.....	66
Tabela 12 -	Nota geral de cada obra em ordem decrescente.....	67
Tabela 13 -	Análise da disposição da informação histórica.....	67

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL.....	16
1.1. O tratamento dado ao livro didático no Brasil.....	16
1.2. A História da Ciência no Ensino de Ciências.....	22
1.3. A História da Ciência nos Livros Didáticos.....	24
2. UMA REVISÃO BIOGRÁFICA DE MENDEL.....	27
2.1. Vida de Gregor Mendel.....	27
2.1.1. Período de 1822 a 1843: do nascimento ao mosteiro de AltBrünn.....	27
2.1.2. Período de 1843 a 1856: da entrada no mosteiro ao início de suas pesquisas.....	30
2.1.3. Período de 1856-1871: período de pesquisa.....	31
2.1.4. Período de 1871-1884: últimos anos de vida.....	35
2.2. O pensamento da época e sua possível influência em Mendel.....	35
2.2.1. O conhecimento envolvido na pesquisa de Mendel.....	36
2.2.2. Possíveis influências sobre Mendel.....	37
2.3. Período pós-Mendel.....	39
2.3.1. O destino do trabalho de Mendel.....	39
2.3.2. A “redescoberta” do trabalho de Mendel.....	40
2.4. Uma discussão sobre os resultados de Mendel no que tangem a Genética.....	44
3. MÉTODO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS.....	47
3.1. Aspectos da pesquisa empírica.....	47
3.1.1. Primeira etapa: obtenção e leitura dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM-2007.....	48
3.1.2. Segunda etapa: adequação de ferramenta de análise de inserções relativas à História da Ciência.....	50
3.1.2.1. Verificação da presença das informações de cunho histórico.....	50
3.1.2.2. Análise da disposição da informação de cunho histórico.....	56
3.2. Resultados.....	57
3.2.1. Resultados relativos à inserção das informações históricas nos livros didáticos.....	57
3.2.2. Resultados relativos à disposição das informações de cunho histórico.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	73

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa destina-se à análise da abordagem histórica contida nos nove livros didáticos brasileiros de Biologia aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM/MEC) de 2007, segundo a portaria nº 501 do Ministério da Educação (MEC), de 14 de fevereiro de 2006. A análise das inserções de cunho histórico presentes foi realizada mediante a utilização de uma ferramenta proposta originalmente por Laurinda Leite (2002) para episódios de História da Física, adaptada por Paulo Vidal (2009) em episódio da História da Química, com novas alterações na presente pesquisa. Trata-se de um guia ou protocolo de análise que pode, de fato, ser aplicado a qualquer área da História da Ciência e para qualquer tipo de episódio. Além dos aspectos avaliados por essa ferramenta, foi verificada, também, a disposição das informações históricas ao longo do texto. Essa iniciativa vem do fato de se considerar que é também relevante ao professor que selecionará seu material didático analisar como esse conteúdo histórico dialoga com o texto científico.

O episódio histórico selecionado para a análise foi o da contribuição de Gregor Mendel (1822-1884) sobre experimentos de hibridização de plantas, restringindo ao que é apresentado nos livros didáticos como primeira e segunda leis de Mendel. A delimitação foi necessária para assegurar uma análise aprofundada do episódio. Também faz parte do escopo dessa pesquisa realizar o levantamento histórico acerca da vida e pesquisa de Mendel a fim de gerar para o professor do ensino médio um material de consulta, complementar aos conhecimentos adquiridos ao longo de seu ensino superior. Por sua vez, esse tópico foi escolhido devido à sua relevância no ensino da genética clássica, além de constituir item curricular sugerido nos *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio* (PCNEM) (BRASIL, 2002a, p. 225), PCN+ (BRASIL, 2002b, p. 46), bem como, mais recentemente, na *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia* (FINI, 2008, p. 52). Além de ser um tópico presente no currículo, considera-se que a Genética em si seja considerada um assunto difícil de ensinar e aprender, com dificuldades específicas (LONGDEN, 1982, p. 135). Também é conhecida a limitação na compreensão da natureza da informação genética pelos alunos e o nível de confusão em relação às estruturas básicas biológicas, como célula, cromossomo e gene, e suas inter-relações (LEWIS;

WOOD-ROBINSON, 2000, p. 177). Tais dificuldades encontradas pelos alunos estão relacionadas ao alto grau de abstração dos conceitos genéticos (COELHO et al., 2008, p. 8; FLODIN, 2009, p. 73; TSUI; TREAGUST, 2003, p. 96). Vale ressaltar que por vezes o aprendizado de Genética e sua contextualização histórica são apontados como pré-requisitos fundamentais ao ensino posterior dos mecanismos evolutivos (BIZZO; EL-HANI, 2009, p. 236).

Assim, a reconstrução histórica de como os conceitos científicos foram sendo elaborados e propostos ao longo dos anos pode facilitar o aprendizado. Para evitar a memorização e repetição de conceitos, a História da Ciência fornece a “fundamentação da Ciência, que é constituída por certos fatos e argumentos efetivamente observados, propostos e discutidos em certas épocas. Ensinar um resultado sem a sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência” (MARTINS, 1990, p. 4).

Embora não sugira uma abordagem sistemática do uso da História da Ciência na grade curricular, os Parâmetros Curriculares Nacionais são explícitos quanto à importância do tema, como se pode verificar no trecho:

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico” (BRASIL, 1999, p. 219).

Além dessa contextualização, outros papéis são atribuídos ao ensino da História da Ciência na educação básica e superior, tais como, a humanização dos conteúdos científicos, tomando-os de modo integrado aos aspectos éticos, culturais, econômicos e políticos da sociedade (MATTHEWS, 1994a, pp. 49-50). Além disso, a História da Ciência pode constituir-se em ferramenta para promover uma melhor compreensão dos estudantes acerca da Natureza da Ciência (NdC) (LEDERMAN; ABELL, 2007, pp. 832-833; PRESTES; CALDEIRA, 2009). Ou seja, episódios históricos ausentes ou mal retratados podem levar a concepções bastante equivocadas acerca da atividade científica, criando uma pseudo-história (ALLCHIN, 2004, p. 179).

Tendo salientada a importância da História da Ciência no Ensino de Ciências, deve-se voltar à atenção em como essa informação vem sendo disponibilizada ao professor do ensino fundamental e médio. Assim, torna-se imprescindível a pesquisa em Ensino de Ciências (CACHAPUZ *et al.*, 2001, pp. 155-157), dentro da qual esta pesquisa se concentrará na análise dos livros didáticos (LDs), já que consistem em uma importante fonte utilizada para a preparação das aulas de Ciências pelos professores brasileiros (EL-HANI *et al.*, 2007, p. 494; MORTIMER, 1988, p. 35). Lembre-se que, além de material bibliográfico de apoio ao trabalho do professor, o livro didático é também amplamente utilizado pelos alunos das escolas brasileiras (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 148).

Para contextualizar essa investigação, a dissertação foi estruturada em três capítulos. No primeiro são apresentados aspectos que a inserem no âmbito das pesquisas em Ensino de Ciências. Para tanto será apresentado o histórico da avaliação do livro didático no Brasil. No segundo capítulo, para fornecer um texto de apoio ao professor que deseja utilizar História da Ciência como ferramenta de ensino em suas aulas ou que deseja complementar seu conhecimento, é apresentado um breve histórico acerca de Mendel. No terceiro capítulo é apresentada a ferramenta em si e a análise dos livros didáticos realizadas, seguida de uma discussão do encontrado. Finalmente, nas considerações finais é recuperada a informação presente nesta pesquisa de forma resumida, a fim de evidenciar a funcionalidade da ferramenta e estimular o professor a não somente utilizá-la, como também inserir em suas aulas o conteúdo apresentado no segundo capítulo.

1. O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL

1.1. O tratamento dado ao livro didático no Brasil

No Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), desenvolvido pela Fundação Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE) do Ministério da Educação (MEC), de 1994, foi responsável por uma grande melhoria na qualidade dos livros didáticos do Ensino Fundamental disponíveis no mercado. A importância do PNLD é reconhecida por tratar-se de iniciativa do Governo Federal que orienta a aquisição e distribuição de livros didáticos às escolas públicas de todo o país. Para se ter ideia do vulto dessa distribuição, o Governo Federal adquiriu, de 1994 a 2004, um volume total de 1,06 bilhão de unidades de livros didáticos, com um investimento da ordem de R\$ 3,7 bilhões (BRASIL, *Livro didático: PNLD e PNLEM*).

Em 2004, o Programa expandiu-se com a implantação do Plano Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM). Até o início de 2005, atendeu 1,3 milhão de alunos da primeira série do ensino médio de 5.392 escolas das regiões Norte e Nordeste, distribuindo 2,7 milhões de livros de Matemática e Português. Em 2006, com a universalização da distribuição de livros didáticos dessas duas disciplinas, 7,01 milhões de alunos tiveram acesso a esse material. Nos anos de 2006 e 2007, o MEC divulgou a avaliação de livros didáticos de Biologia, Física, Química, Geografia e História, que passaram a ficar disponíveis para escolha dos professores (BRASIL, *PNLD*).

A sistemática de avaliação dos livros didáticos de Biologia foi feita a partir de obras inscritas pelas próprias editoras, chamadas por meio de anúncio público, e consistiu de duas etapas, uma técnica realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, e outra pedagógica. Para a segunda etapa foi montado um grupo de 26 professores universitários e 2 professores do Ensino Médio de Biologia pelo Ministério da Educação (MEC) para promover a avaliação. Dentre os professores universitários, todos deveriam: possuir título de doutor, atuar em campos distintos das Ciências Biológicas ou em pesquisa em Ensino a fim de contemplar todas as áreas da Biologia, metade deles deveria ser oriundo de outra instituição que não a Universidade Federal da Bahia (UFBA), instituição de origem do então coordenador do Processo de Avaliação, e serem de regiões brasileiras distintas a fim de se levar

em conta a diversidade regional. Os educadores de Ensino Médio atuaram como leitores críticos dos manuais para os professores das obras indicadas. Dentre os professores universitários da banca, dois fizeram os relatórios acerca das obras excluídas (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 510). Para tal foi criado um protocolo de análise, constituído por um conjunto de critérios reunidos em quatro grandes classes: (1) correção conceitual e adequação, assim como precisão da informação básica, (2) adequação metodológica e coerência, (3) promoção de visão adequada sobre a construção do conhecimento científico e (4) princípios éticos (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 507). Cada uma dessas grandes classes possui critérios eliminatórios e classificatórios (Tabela 1), reproduzidos a seguir na íntegra.

Para fins da presente pesquisa, é possível notar que o critério (3), em seus critérios classificatórios, e tão somente ele, aborda a História da Ciência, fato que discutiremos adiante na seção 1.2.

Tabela 1. Critérios eliminatórios e classificatórios da avaliação dos LDs.

Grandes classes	Critérios	
	Eliminatórios	Classificatórios
(1) correção conceitual e adequação, assim como precisão da informação básica	<ul style="list-style-type: none"> - elaboração de conceitos errôneos; - presença de informações erradas ou desatualizadas; - indução do aluno a construir conceitos ou procedimentos incorretos através da forma em que o conteúdo é apresentado; 	<ul style="list-style-type: none"> - qualidade geral do tratamento dos conceitos; - uso correto da linguagem; - clareza e suficiência de texto que permitam uma compreensão adequada do conteúdo, assim como uma avaliação crítica; - uso adequado de analogias na explicação de conceitos, teorias e fenômenos biológicos; - explicações apropriadas de terminologia específica (por exemplo a presença de um glossário);
(2) adequação metodológica e coerência	<ul style="list-style-type: none"> - ausência das escolhas teórico-metodológicas no manual do professor; - falta de articulação entre as escolhas metodológicas; 	<ul style="list-style-type: none"> - uso adequado do conhecimento prévio do estudante e sua realidade; - estímulo ao desenvolvimento das habilidades de comunicação oral e científica;

continua

continuação

Grandes classes	Critérios	
	Eliminatórios	Classificatórios
(2) adequação metodológica e coerência	<ul style="list-style-type: none"> - alto grau de dificuldade das atividades propostas aos alunos e professores ou ausência da informação de riscos potenciais para aquelas realizadas fora do âmbito escolar; - não contribuição para os objetivos estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDB, n. 9394/96. - estímulo do aprendizado mecânico, não crítico e sem correlação com a vida do estudante; - propostas de experimentos que não podem ser efetuados ou que conduzam a resultados implausíveis ou ideias errôneas acerca dos conceitos e modelos; - propostas de atividades que não levem em conta impactos ambientais causados por resíduos; - incoerência entre as atividades do livro do aluno e aquelas propostas no manual do professor; 	<ul style="list-style-type: none"> - incentivo às atividades em grupo; - orientações claras e precisas no manual do professor; - descrição geral do livro do aluno, incluindo os objetivos de cada seção no manual do professor; - sugestão de atividades complementares e proposta de leituras no manual do professor -- estabelecimento de relação entre as ideias científicas e a realidade brasileira, particularmente no que tange a fauna e flora; - presença de base consistente para correção dos exercícios e atividades; - avaliação gráfica geral (fontes, imagens, entre outros)
(3) promoção de visão adequada sobre a construção do conhecimento científico	<ul style="list-style-type: none"> - apresentação da Ciência como a única forma de conhecimento ou ausência de outras formas, assim como suas diferenças; - apresentação da Ciência como uma verdade absoluta ou como um retrato da realidade; - descrição da Ciência como neutra e liberta de valores sociais e interesses humanos; - destacar conceitos e teorias secundários ou aqueles que não se encontram ainda estabelecidos ou ainda os ditos pseudocientíficos; - não tratamento dos conceitos de forma agradável e que estimule o aluno a integrá-los em seu sistema de conhecimento; 	<ul style="list-style-type: none"> - uso adequado da História da Ciência, não limitado a biografias dos cientistas ou descobertas isoladas; - abordagem adequada dos modelos científicos; - discussão apropriada dos métodos científicos; - proposta de atividades que estimulem a atividade investigativa; - estímulo à compreensão dos problemas sociais atuais relevantes utilizando o conhecimento científico;

continua

continuação

Grandes classes	Critérios	
	Eliminatórios	Classificatórios
(4) princípios éticos	<ul style="list-style-type: none"> - indução ao preconceito de qualquer espécie; - inclusão de material ilegal cujo enfoque seja a criança ou o adolescente; - exibição de marcas de produtos comerciais; - presença de doutrinação religiosa; - destacar algum grupo social ou regional, preterindo outros; - transmissão de ideias que desrespeitem o meio ambiente; 	<ul style="list-style-type: none"> - promoção positiva de minorias sociais; - afastamento de abordagens antropocêntricas; - incentivo ao respeito ao meio ambiente; - tratamento crítico acerca dos diferentes grupos de indivíduos de nossa sociedade;

conclusão

(Fonte: EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, pp. 507-510)

A avaliação dos livros produziu dois documentos resultantes: um guia de orientação aos professores para a escolha dentre os livros aprovados (ROCHA *et al.*, 2006) e um informe sobre as razões pelas quais as demais obras foram excluídas daquele guia (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007). Na avaliação realizada em 2005 para os livros de Biologia, foram submetidas 20 obras distintas, das quais 2 foram excluídas por não atenderem às especificações técnicas exigidas e 9 por aspectos pedagógicos. Como resultado dessa avaliação, foram aprovadas e sugeridas nove obras, conforme Portaria nº 501, de 14 de fevereiro de 2006, como aparece na Tabela 2.

Na avaliação seguinte do PNLEM, em 2008, optou-se por manter a mesma relação de livros sugeridos. Foi montado o *Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM-2009)* que conta com a justificativa da decisão de manter as obras selecionadas anteriormente, além de uma resenha de cada obra, contendo síntese avaliativa, sumário, análise da obra e recomendações aos professores, e a ficha de avaliação utilizada pelo avaliador (BRASIL, 2008).

Segundo tal documento, como seria realizada uma escolha geral de livros didáticos de Biologia, Matemática, Física, Química, Geografia, Português e História em 2011, optou-se por repetir as obras selecionadas no PNLEM-2007 (BRASIL, 2008, p. 5).

Tabela 2. Obras aprovadas pelo PNLEM-2007.

Títulos e autores dos LDs aprovados	Editora
Biologia – Lopes, S.G.B.C., Rosso, S.	Saraiva
Biologia - Frota-Pessoa, O.	Scipione
Biologia - Coleção Vitória Régia: Crozetta, M.A.S., Lago, S.R., Borba. A.A.	IBEP
Biologia - Favaretto, J.A., Pifaia, C.M.L.	Moderna
Biologia - Linhares, S.V. Gewandsznajder, F.	Ática
Biologia - Martho, G.R., Amabis, J.M.	Moderna
Biologia - Sasson, S., Silva Júnior, C.	Saraiva
Biologia - Paulino, W.R.	Ática
Biologia - Laurence, J. (Fernandes, M.P.)	Nova Geração

(Fonte: BRASIL, *PNLD*)

A ficha avaliativa é dividida em três seções: (A) pequena descrição, (B) critérios eliminatórios e (C) critérios de qualificação.

A segunda seção possui 15 perguntas de sim ou não, relacionadas a três critérios: (B.1) aspectos sobre correção conceitual, (B.2) aspectos pedagógico-metodológicos e (B.3) aspectos sobre a construção do conhecimento científico.

A terceira seção da ficha avaliativa contém um total de 60 perguntas, nas quais o avaliador deve atribuir um conceito dentre as seguintes possibilidades: ótimo, bom, regular e insatisfatório. O avaliador deve, ainda, justificar sua escolha e exemplificar com trechos retirados do livro. Os critérios de qualificação dividem-se em: (C.1) aspectos sobre correção conceitual e correção, (C.2) aspectos pedagógicos-metodológicos, (C.3) Aspectos sobre a construção do conhecimento científico, (C.4) aspectos sobre a construção da cidadania, (C.5) aspectos sobre o livro do professor e (C.6) aspectos gráfico-editoriais.

Pertinente à História da Ciência, há apenas duas avaliações a serem feitas dentre os critérios de qualificação:

- seção C.3 – item 31a: “Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Biologia, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências” (BRASIL, 2008, p. 104).

- seção C.3 – item 31b: “Tratamento da história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumir a biografias de cientistas ou a descobertas isoladas” (BRASIL, 2008, p. 104).

Em 2011, foi montado o *Guia de Livros Didáticos - PNLD-2012 – BIOLOGIA – ENSINO MÉDIO* com o intuito de fazer o professor entender os critérios utilizados e conhecer a lista de obras aprovadas em tal ano (BRASIL, 2011, p. 9). Tal guia não faz menção alguma acerca de qualquer avaliação do ponto de vista da História da Ciência, embora na resenha de um dos livros comente sobre a abordagem histórica no manual do professor (BRASIL, 2011, p. 62), além de simples menção sobre o caráter histórico da Ciência e a necessidade de reinterpretação e contextualização (BRASIL, 2011, p. 18). Dessa avaliação participaram 16 obras, sendo que oito foram aprovadas conforme mostrado na Tabela 3, seguindo mesma padronização de títulos e nome de autores encontrados no catálogo em questão.

Não será feito aqui uma análise das obras do PNLD-2012 devido ao fato de o catálogo ter sido divulgado quando essa pesquisa já estava muito avançada, não havendo, porém, prejuízo para os objetivos explicitados anteriormente.

Tabela 3. Obras aprovadas pelo PNLD-2012.

Títulos e autores dos LDs aprovados	Editora
Bio – Sônia Lopes e Sérgio Rosso	Saraiva
Ser Protagonista Biologia – André Catani, Antonio Carlos Bandouk, Elisa Garcia Carvalho, Fernando Santiago dos Santos, João Batista Vicentin Aguilar, Juliano Viñas Salles, Maria Martha Argel de Oliveira, Tatiana Rodrigues Nahas, Silvia Helena de Arruda Campos, Virgínia Chacon	Edições SM
Novas Bases da Biologia – Nélio Bizzo	Ática
Biologia Hoje - Fernando Gewandsznajder e Sérgio de Vasconcelos Linhares	Ática

continua

continuação

Títulos e autores dos LDs aprovados	Editora
Biologia – Gilberto Rodrigues Martho e José Mariano Amabis	Moderna
Biologia – César, Sezar e Caldini	Saraiva
Biologia – Pezzi, Gowdak e Mattos	FTD
Biologia para a nova geração- V. Mendonça e J. Laurence	Nova Geração

conclusão

(Fonte: BRASIL, 2011)

Passa-se agora a uma análise das possibilidades e vantagens advindas do uso da História da Ciência e uma análise da presença desse critério nos protocolos de avaliação de livro didático apresentados.

1.2. A História da Ciência no Ensino de Ciências

Conforme indicado na Tabela 1, a terceira classe de critérios gerais do protocolo de avaliação das obras, “promoção de visão adequada sobre a construção do conhecimento científico”, incluiu itens relacionados a aspectos da História da Ciência e de o que se convencionou chamar de Natureza da Ciência (NdC).

A NdC pode abranger diversos itens, havendo divergência entre os quesitos apontados pelos autores da área (ALTERS, 1997; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; LEDERMAN E ABELL, 2007; MARTIN *et al.*, 1990; MCCOMAS *et al.*, 1998). Assim, apesar da reconhecida complexidade do conceito da NdC e do caráter multifacetado do trabalho científico, a posição do comitê avaliador foi o de concentrar-se nos itens desfavoráveis à uma visão adequada dos *processos científicos*, que costumam ser mais consensuais dentre os pesquisadores, e naqueles que pareçam mais gerais e que abranjam uma intersecção dentre as falas dos estudiosos da área (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 509).

Tal qual postulado no próprio documento que estabelece os critérios de avaliação (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 509), é impossível tomar um consenso do que seja a visão de Natureza da Ciência desejada. Para esta pesquisa optou-se por adotar os preceitos adotados em Lederman (2007): não neutralidade

do conhecimento científico, papel da imaginação no processo de elaboração de explicações científicas para os fenômenos observados, distinção entre observação e teoria, amplitude do contexto cultural no qual a ciência é praticada, afetando e sendo afetada por vários elementos de outras esferas intelectuais (filosofia, religião, política, entre outros) e a transformação dos conhecimentos e métodos científicos ao longo do tempo.

Assim, para avaliar o critério classificatório dessa terceira classe considera-se que deve haver “um tratamento adequado da história da ciência nos livros didáticos, que não deve ser limitado a biografias de cientistas ou descobertas isoladas, mas, ao contrário deve ser integrada apropriadamente no tratamento dos conteúdos” (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 509). Assim, é aceitável estabelecermos que para os membros do comitê avaliador, o uso de História da Ciência é visto como uma ferramenta que possibilita uma maior adequação da visão da Natureza da Ciência por parte dos alunos. O uso de História da Ciência no Ensino de Ciências, portanto, está relacionada a um critério classificatório no PNLEM-2007, sendo representado por duas perguntas dentre sessenta, ainda nos critérios classificatórios, no PNLEM-2008, mas vale ressaltar que sua menção é descartada na avaliação do PNLD-2012 para o Ensino Médio.

Diversos pesquisadores da área de Ensino, como será exposto, vão ao encontro dessa conclusão, ao afirmarem que quando utilizada de forma consistente, a História da Ciência contribui ao Ensino de Ciências na medida em que é um meio propício ao desenvolvimento de uma compreensão adequada da Natureza da Ciência (LEDERMAN; ABELL, 2007, pp. 832-833; PRESTES; CALDEIRA, 2009). O conhecimento de episódios históricos de uma disciplina científica conduz os estudantes a compreenderem aspectos relacionados ao modo de produção do conhecimento científico, ao modo como a ciência se altera ao longo do tempo e como seus aspectos epistêmicos estão vinculados a contextos social, moral, ético e cultural de cada época (SILVA; MARTINS, 2003, pp. 54-55). Quando os episódios históricos pertinentes estão ausentes ou mal retratados podem, contudo, levar à criação de uma pseudo-história ou mitos científicos (ALLCHIN, 2004, p. 179). Na visão de Allchin (2004) dada a falta de percepção, entendimento e conhecimento acerca da história de determinado episódio da Ciência a ser trabalhado em sala de aula, acabam criando uma história distorcida e simplificada na tentativa de usar a História da Ciência como ferramenta pedagógica. Desta maneira acabam por

ênfatizar aspectos caricaturais dos cientistas, reforçando a ideia de genialidade, limitando-se, por vezes, a datas e nomes, idealizando as realizações e produzindo um drama afetivo durante suas explicações, transmitindo uma visão errada sobre a Ciência (PAGLIARINI; CELESTINO, 2007).

As Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecem, na definição dos conteúdos curriculares básicos, um eixo de fundamentos filosóficos e sociais, envolvendo “conhecimentos básicos de História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos” (Brasil, 2001, p. 6). Matthews (1994a, p.165) concorda com isso ao postular que a solução para um ensino de qualidade se encontra na inclusão da história, da filosofia e da sociologia. Além disso, também é atribuído à História da Ciência o papel de humanização dos conteúdos científicos, tomando-os de modo integrado aos aspectos éticos, culturais, econômicos e políticos da sociedade (MATTHEWS, 1994a, pp. 49-50). A inserção da História da Ciência promove o interesse do aluno, tornando-o mais próximo da Ciência em si e, também, auxilia o professor em suas aulas, ao fornecer-lhe mais uma ferramenta pedagógica, conferindo-lhe uma maior compreensão da NdC e evitando que estereótipos supracitados acerca da Ciência e do método científico sejam perpetuados aos alunos e entremeiem a cultura (ALLCHIN, 2004).

Assim, a História da Ciência dá condições para que o aluno possa estabelecer relações entre o que existe e o passado, caracterizando o processo de produção do conhecimento como uma dinâmica de busca da compreensão da realidade, com idas e vindas ao longo do tempo. Durante esse processo histórico de construção de conhecimento científico é possível apresentar os aspectos e fatores que contribuíram para o surgimento e desenvolvimento do assunto que está sendo estudado. Tal enfoque, para Matthews, geraria uma maior possibilidade de análise e reflexão dos objetos de estudo, e assim tornaria evidente ao alunado o processo ativo e dinâmico no qual consiste a construção do conhecimento (MATTHEWS, 1994a).

1.3 A História da Ciência nos Livros Didáticos

Dentre a literatura especializada acerca da estruturação do livro didático, encontra-se Cecília Santos, que afirma haver uma deficiência muito grande de coesão interna e aponta como uma das razões disso e de eventuais erros conceituais decorrentes o fato de que a História da Ciência contida nos livros didáticos apresenta as informações desconexas do texto, dos acontecimentos e relatos sobre cientistas que contribuíram para o desenvolvimento do assunto (SANTOS, 2006, p. 28). Assim, na opinião da autora a abordagem utilizada pelo livro didático não utiliza a história como um instrumento para a compreensão do conteúdo, mas somente para a sua ilustração, o que não gera, necessariamente, uma completa ineficácia de seus objetivos de ensino. Em outras palavras, essa inserção pode acrescentar informação pertinente ao aluno, porém poderia ser utilizada de maneiras mais interessantes se estivesse relacionada ao restante do texto.

Consoante a Santos, Cibelle Silva e Pagliarini pesquisam essa disposição de informação a partir de critérios facilmente utilizáveis por professores do Ensino Médio: a localização dessas informações ao longo das páginas da obra (SILVA; PAGLIARINI, 2008).

Esse posicionamento, intuitivamente, diminui do ponto de vista do aluno o prestígio da informação ali contida, além de, por não estar contextualizada constituir num acréscimo de conteúdos desnecessários ao ensino de ciências que só resulta num “emaranhado de pensamentos frágeis demais para fornecer uma base sólida, porém complicados o suficiente para gerar confusão” (MACH¹ *apud* MATTHEWS, 1994b, p. 257). Vale ressaltar que existem outras situações em que essa informação de cunho histórico pode estar posicionada no livro didático de forma a resultar interpretação semelhante por parte do aluno por não se encontrar articulada ao texto científico. Se houvesse uma abordagem explícita da história da Ciência, bem dialogada com o texto, o professor poderia ainda, ilustrar as principais características da NdC através da HC (METZ *et al.*, 2007; MCCOMAS, 2008) .

Dessa maneira, percebeu-se a importância, de além de estar presente a contextualização histórica do episódio sob análise, do seu diálogo com o restante do texto. Na presente pesquisa, portanto, pretende-se analisar a disposição de informação de cunho histórico ao longo dos livros didáticos, verificando se a

¹ MACH, E. On Instruction in the Classics & the Sciences. *Popular Scientific Lectures*: Open Court, LaSalle, 1895/1943, p. 366.

encontramos dentro de seções delimitadas conhecidas por *caixas de texto*, ou no final do capítulo, após o término do texto de caráter científico.

Concluindo, considera-se relevante que o professor que queira fazer uso da História da Ciência como ferramenta de ensino, verifique além da qualidade da informação presente no livro didático, como se encontra disposta no mesmo.

Para que possamos mostrar as relações que um professor pode fazer ao conhecer episódios históricos, tanto para se ter uma abordagem diferenciada da tradicional, quanto com o intuito de promover um melhor entendimento da NdC, faremos uma breve explanação no capítulo seguinte do episódio histórico acerca das contribuições e vida de Gregor Mendel. Não obstante, ressaltamos que para a escolha do material a ser utilizado com os alunos, a ferramenta proposta neste não prevê necessidade de conhecimento sobre o episódio histórico em si, mas sim o entendimento de como as informações contidas num livro didático podem ser danosas ou contribuir para o desenvolvimento das habilidades e conhecimento do aluno.

2. UMA REVISÃO BIOGRÁFICA DE MENDEL

Neste capítulo apresentaremos a biografia científica² de Gregor Mendel mostrando os principais acontecimentos retratados nos livros didáticos analisados nesta pesquisa e disponibilizando informações complementares.

A ideia principal deste capítulo é fornecer um texto informativo ao professor que queira fazer uso da História da Ciência no Ensino de Ciência nos moldes de Clough e Lonsbury e Ellis, que usaram o episódio de Mendel para, com uma abordagem histórica, discutir o desenvolvimento do conteúdo pertinente, assim como possibilitar uma melhor compreensão da Ciência em si (CLOUGH *et al.*, 2007; LONSBURY e ELLIS, 2012).

2.1. Vida de Gregor Mendel

2.1.1. Período de 1822 a 1843: do nascimento ao mosteiro de AltBrünn

Johann Mendel (1822-1884), filho de lavradores, nasceu no vilarejo de Heizendorf (Hynčice, atual região da Silésia-Morávia, República Tcheca). O nome Gregor somente foi adicionado, quando da sua entrada para o mosteiro em 1843.

Durante sua infância, Mendel ajudava seu pai no cultivo e colheita de frutos, ambos sob o sistema de corvéia (HUCKABEE, 1985, p. 85). Na região da Silésia-Morávia, o sistema feudal, ao qual pertence a prática da corvéia, perdurou até 1848 (CONSULADO GERAL DA REPÚBLICA TCHECA EM SÃO PAULO). Mendel era obrigado a trabalhar três dias de toda semana para o senhor das terras, sendo um dia e meio com os cavalos e a outra metade praticando trabalhos manuais HUCKABEE, 1985, p. 85).

Também, frequentava, a escola, na qual Thomas Makitta era o professor, que, além das disciplinas da educação básica, lecionava História Natural e Ciência Natural (ILTIS, 1932, p. 32). Essas disciplinas, nessa época, ainda não faziam parte da grade do ensino médio de outras escolas, porém foram introduzidas por Makitta a

² Com esta terminologia referimo-nos tanto à sua vida pessoal, incluindo seus afazeres profissionais e pensamentos, quanto a suas descobertas no campo científico.

pedido da Condessa Waldburg, a senhora daquelas terras. Num jardim anexo à escola, as crianças de Heizendorf e vilarejos próximos aprendiam sobre as ciências modernas, além de tópicos específicos comuns como a fruticultura e a apicultura (ibid.).

Em 1833, Makitta recomendou Mendel, além de outro garoto, para que complementassem seus estudos na *Piarist High School*, em Leipnik. A mãe de Mendel fora favorável a essa recomendação, porém isso desagradou seu pai, já que Johann era seu único filho do sexo masculino e tinha a intenção de passar a fazenda aos seus cuidados no futuro (OLBY, 1985, p.91). Deixou-se convencer ao reconhecer que os estudos seriam a única forma de Mendel escapar da prestação de serviços aos senhores daquelas terras, e que, assim, teria a chance de um futuro distinto da vida camponesa (ILTIS, 1932, p. 33).

No final de 1834, devido ao seu bom desempenho, foi admitido na *Troppau High School*³, dessa vez com total aprovação de seus pais. O diretor da escola era o padre Ferdinand Schaumann, um agostiniano do mosteiro de Altbrünn.

Devido a um período de doença, afastou-se da escola em 1838, retornando no ano seguinte, e formando-se em 1840, com menção de destaque em seu histórico escolar por se manter entre os três melhores alunos (ILTIS, 1932, p. 34). Acerca desse momento de sua vida, encontra-se em sua autobiografia:

Durante 1838, como resultado de uma rápida sucessão de percalços, seus pais [a autobiografia está na terceira pessoa] estavam impossibilitados de pagar as despesas de sua escola, e o estudante, então com 16 anos de idade, infelizmente foi obrigado a manter-se por conta própria. Este ano, portanto, ele frequentou o curso de “candidatos a escola e professores particulares” na escola superior de Troppau, e, depois de ter garantido um “especialmente recomendado” no exame, ele foi capaz, durante o estudo de se manter de alguma maneira (Mendel *apud* ILTIS, 1932, p. 35).

Em sua autobiografia, escrita em diários ao longo da sua vida, Mendel afirmou que ao terminar seu curso em Troppau, sua principal necessidade era uma compreensão maior de Filosofia, já que essa disciplina não fazia parte de seu currículo (ibid., p.38). Essa matéria era ensinada no Instituto Filosófico de Olmütz

³ A *Troppau High School* situava-se no atual distrito de Opava, República Tcheca, e ficava a aproximadamente 35 quilômetros de distância da sua casa. Essa grande distância aliada à falta de dinheiro da sua família fizeram com que muitas vezes passasse fome, sendo que quando um transporte saía de Heizendorf com destino a Troppau, seus pais enviavam-lhe um novo estoque de pão e manteiga.

(Olomouc, República Tcheca), porém era pago e seus pais não possuíam condições de financiar esse investimento, tampouco ele próprio possuía dinheiro suficiente para arcar com esses estudos. Buscou trabalho como tutor na cidade, sem sucesso, por não ter amigos, nem recomendação na região (OLBY, 1985, p. 92). Na sequência dessa tentativa infrutífera, Mendel adoeceu novamente, retornando à sua casa por aproximadamente um ano. Nesse momento, o pai de Mendel já estava trabalhando bem menos, dado um acidente que sofrera anos antes (ILTIS, 1932, p. 38). Havia passado a fazenda ao genro, com a condição, em contrato, que uma parte do dinheiro fosse destinada ao pagamento dos estudos de Mendel (OLBY, 1985, p. 92). Este, então, retornou aos estudos em 1841 e, mais uma vez, adoeceu no ano seguinte, o que o forçou a fazer uma prova de suplementação para receber os créditos correspondentes (Huckabee, 1985, p. 85).

No Instituto Filosófico de Olmütz (hoje Universidade de Olomouc) cursou matérias relacionadas à religião, filosofia, matemática elementar, literatura latina e física (ILTIS, 1932, p. 40). Devido a suas condições não cursou as disciplinas de História Universal, Ciência Natural e História Natural (*ibidem*). Desta última, o professor era o Dr. Johann Helcelet, que depois se mudou para Brünn, onde foi substituído por Mendel por um tempo.

Mendel mostrava grande interesse em Física, lecionada pelo professor Friedrich Franz, cujo papel na vida desse aluno foi fundamental, pois, além de diversas discussões entre os dois acerca de Filosofia e Ciência, foi ele que indicou Mendel ao Mosteiro de São Thomas. O professor já lecionava no Instituto há aproximadamente vinte anos, quando, na época em que Mendel foi seu aluno, foi convidado para a Universidade.

Ao terminar seu curso de filosofia, Johann percebeu que era necessário arranjar uma profissão que o livrasse da preocupação de sustento (OLBY, 1985, pp. 92-93). Assim, buscou a ajuda de Friedrich Franz, que em 14 de julho de 1843, enviou uma carta a um amigo num mosteiro de Altbrünn (Königinkloster), recomendando o nome de Mendel. Nessa carta, comentou sobre seu sólido caráter e empenho nos estudos (ILTIS, 1932, p. 42). Em 7 de setembro do mesmo ano, Johann foi aceito no mosteiro e em 9 de outubro assumiu sua posição de noviço no mosteiro. Nessa ocasião é que o nome Gregor foi colocado antes de seu nome de batismo, resultando em Gregor Johann Mendel.

2.1.2. Período de 1843 a 1856: da entrada no mosteiro ao início de suas pesquisas

Segundo Olby (1985, p. 93), é possível depreender da autobiografia de Mendel, que este não se sentia chamado pela Igreja, mas que em suas palavras: “suas circunstâncias decidiram sua escolha vocacional” (Mendel *apud* OLBY, 1985, p. 93).

Assim, livrou-se das preocupações financeiras que rondaram seu passado e conseguiu inscrever-se no centro cultural e científico da Morávia. Muitos dos membros do mosteiro eram professores de tempo integral do Instituto Filosófico de Brno ou no *Gymnasium*⁴ (OLBY, 1985, p. 93).

Como membro do mosteiro Mendel tinha funções pastorais a exercer, como, por exemplo, cuidar de pessoas doentes. Porém, Mendel sentia-se muito mal ao cuidar dos enfermos, chegando a ficar perigosamente doente e apresentar reações violentas. Por esse motivo, o prelado Cyril Franz Napp decidiu retirar suas funções pastorais (*ibid.*). No lugar destas, foi-lhe atribuído, em 1849, o cargo de professor substituto no *Gymnasium* em Znaim (Znojmo, República Tcheca).

Considerando o ofício agradável, submeteu-se ao exame para concorrer à efetivação da vaga que ocupava no verão de 1850. Este exame consistia em três partes, sendo, a primeira, a escrita de um ensaio com caráter eliminatório. Foi-lhe solicitado um ensaio sobre as propriedades químicas e físicas do ar e outro sobre rochas sedimentares e ígneas⁵ (OLBY, 1985, p. 94). O primeiro, segundo o professor Baron von Baumgartner, foi considerado satisfatório, porém o outro não agradou o professor Rudolf Kner; mesmo assim foi-lhe permitido que avançasse no exame (ILTIS, 1932, pp. 66-67).

Assim, Mendel foi convocado para a segunda etapa do processo em agosto do mesmo ano, porém uma carta foi enviada a ele, remarcando o evento para o ano seguinte. Como, segundo Olby (1985, pp. 94-95), Mendel afirma em sua autobiografia que não ter recebido essa carta, apresentou-se pessoalmente a Baumgartner e convenceu-o a aplicar a segunda etapa, uma prova oral imediatamente. Novamente, tal qual na primeira etapa, sua resposta acerca da

⁴ *Gymnasium* referia-se a um tipo de escola da República Tcheca que oferecia o equivalente ao atual ensino médio. Existiam três tipos diferentes pela duração do estudo: oito, seis ou quatro anos. Isso leva o estudante, entre 19 e 20 anos, ao exame *maturita* (PORTAL TOL).

⁵ Os ensaios de Mendel encontram-se no Museu Mendel de Genética em Brno (MUSEU MENDEL DE GENÉTICA).

classificação de mamíferos não foi satisfatória para Kner. Assim, Mendel foi reprovado e Kner aconselhou-o a tentar novamente num período não menor que um ano (*ibid.*).

O prelado Napp, vendo o desapontamento de Mendel, escreveu a Baumgartner perguntando sobre os motivos de sua reprovação e recebeu como resposta a sugestão de enviá-lo à Universidade de Viena para aprimorar seus conhecimentos sobre Ciência Natural (*ibid.*).

Assim, Mendel tornou-se aluno da Faculdade de Filosofia da Universidade de Viena no período compreendido entre 1851 e 1853. Nesse período, foi aluno do alemão Andreas Freiherr von Ettingshausen⁶ (1796-1878), do austríaco Christian Andreas Doppler⁷ (1803-1853) e do austríaco Franz Joseph Andreas Nicolaus Unger⁸ (1800-1870). Com as aulas desses e outros professores da Universidade, Mendel pôde aprofundar seus conhecimentos sobre as Ciências Naturais, a Física e a Matemática.

De volta a Olmütz, Mendel fez um curso de dois meses de Física baseado na obra, de 1836, *Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande mit Rücksicht auf mathematische Begründung (As Ciências Naturais no seu atual estado no que diz respeito ao raciocínio matemático)* de Baumgartner (OLBY, 1985, p. 98).

Em 1854, retomou suas funções como professor substituto, agora no *Oberrealschule* em Brno. No ano seguinte prestou novamente o exame em Viena a fim de efetivar-se na vaga, porém desta vez não chegou a completar o ensaio, pois após responder a primeira questão, passou mal e ficou doente, retornando a Brno (*ibid.*, p.99-100). Nunca mais prestou o exame e permaneceu por mais quinze anos como professor substituto, ensinando Física e História Natural.

2.1.3 Período de 1856-1871: período de pesquisa

⁶ Ocupava as cadeiras de Matemática (1821) e de Física (1834) na Universidade de Viena. É atribuído a Ettingshausen o primeiro projeto de uma máquina eletromagnética que utilizava a indução elétrica para gerar energia. No campo da matemática, publicou um livro sobre análise combinatória (1826) e introduziu a notação utilizada até hoje para o coeficiente binomial.

⁷ Doppler era físico, matemático e astrônomo e dedicou-se a estudar a explicação das cores de certas estrelas, postulando, assim, o princípio que hoje é conhecido como Efeito Doppler (1842) e atribuído também aos sons, além da luz. Em 1850, tornou-se diretor do Instituto de Física de Viena.

⁸ Unger foi um dos maiores contribuidores para o campo da Paleontologia, tendo, também, atuado no campo da Fisiologia e Anatomia Vegetais. É atribuída a ele a elaboração da hipótese de que a simples combinação de elementos internos da célula vegetal determinaria a hereditariedade da planta.

Mendel era membro da Sociedade Agrícola da Silésia, cujos encontros, acompanhava. Foi na Sociedade que ouviu o trabalho de Lauer, em 1850, intitulado *Concernente ao híbrido da ervilha e ervilhaca (Concerning a Hybrid of the Pea and the Vetch)*, entre outros de mesma temática (ILTIS, 1932, p. 101).

Em 1862, fundou a Sociedade de Brünn para o Estudo das Ciências Naturais. Juntaram-se a ele: J. Nave (especialista em algas), Alexander Makowsky (botânico e geólogo), J. Auspitz (diretor da Escola Moderna de Brünn), Dr. J. Kalmus (estudioso de musgos), Prof. Gustav Von Niessl (1839-1919, geodesta, astrônomo, meteorologista, botânico e músico).

Niessl, também conhecido na literatura por Gustav Niessl Von Mayendorf (ou simplesmente Mayendorf), relatam Iltis e Bateson, discutiu diversas vezes com Mendel sobre a problemática da origem das espécies. Niessl relata que Mendel tinha esperança que suas experiências viessem a completar as lacunas deixadas nos trabalhos que leu de Charles Darwin (1809-1882): *A origem das espécies por meio da seleção natural*, 1859; *Sobre as várias maneiras pelas quais as orquídeas são fertilizadas por insetos*, 1862; e *A variação de animais e plantas sob domesticação*, 1868. Mendel também haveria dito a Niessl ter lido a obra de Erasmus Darwin (1731-1802) *Zoonomia*, 1794-1796. Segundo Niessl, Mendel ainda achava a teoria de evolução de Charles Darwin inadequada, embora não o visse como adversário⁹ (ILTIS, 1932, p. 103). Conta, ainda, que Mendel tentou produzir variações permanentes de um indivíduo transplantando-o de seu habitat natural. Uma vez encontrou um espécime de *Ficaria calthaefolia multiflora*, uma variedade de *Ficaria ranunculoides* (flor celidónia), e plantou-as lado a lado por muitos anos, sem haver aproximação entre elas (BATESON, 1902, p. 329). Quando Niessl visitou Mendel, discutiram sobre esse experimento, considerando que ilustrava e sustentava a visão de Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) no que tange a influência do meio ambiente sobre as plantas. Os resultados desse cultivo, entretanto, eram quase sempre que não se notava nenhuma mudança como resultado de mudança do meio. Completava, ainda, que como a natureza não influenciava a ponto de modificar espécies de qualquer maneira, deveria haver alguma outra força operando.

⁹ Vale ressaltar que quando Darwin publicou sua obra mais famosa em 1859, Mendel já conduzia desde 1856, tornando assim impossível a ideia de que o trabalho do evolucionista tenha suscitado a pesquisa do monge.

Como professor de História Natural, Mendel comprou para si um microscópio (fig. 1) para examinar as partes diminutas das flores, tais como o ovário, anteras e pólen. Embora as atividades e interesses relacionados às Ciências Naturais pudessem incomodar outros membros do mosteiro, o objeto de estudo de Mendel eram as plantas, que não chamam muita atenção, e que eram utilizadas como ornamento nos jardins, além de ter propriedades terapêuticas e alimentares que poderiam ser utilizadas na cozinha (ILTIS, 1932, p. 105).

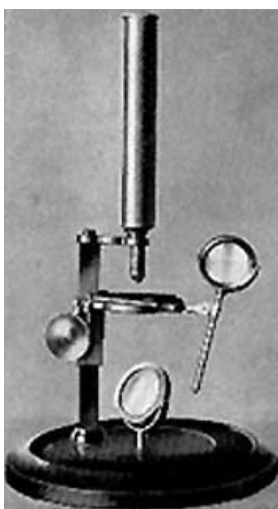


Figura 1 – Microscópio usado por Mendel.

Fonte: Cortesia do Mendelianum, Moravian Museum, Brno pra fins educacionais.

Em 1865, Mendel apresenta o seu depois famoso artigo *Ensaios com plantas híbridas (Versuche über Pflanzenhybriden)* no encontro da Sociedade de Brno, e é publicado em 1866 na revista da Sociedade. Logo no primeiro parágrafo, Mendel aponta que o que levou a essa pesquisa foram a beleza das flores da região e o fato de que após a hibridização de indivíduos de mesma espécie era recorrente a regularidade com que apareciam indivíduos com características semelhantes entre si (Mendel, 1866, p. 3).

Sobre as experiências contidas no *Versuche*, Olby (1966) obteve um relato de C. W. Eichling, um horticulturista que visitara Mendel em 1878, e que veio a publicar um artigo, em 1942, contendo informações do que se lembrava desse seu encontro com o monge. Eichling descreve Mendel, nessa época com 56 anos de idade, como uma pessoa muito simpática que o recebera de forma calorosa, providenciando-lhe almoço e após a refeição uma visita completa pelo mosteiro. Segundo Olby (1966),

Mendel orgulhava-se de seu jardim e o mostrava a todos os visitantes. Tanto era o orgulho que chamava sorridentemente suas ervilhas de “suas crianças” (ILTIS, 1932, p. 108). Eichling descreve diversas fileiras de ervilhas crescendo com frutos, os quais Mendel disse ter alterado para melhor servir à alimentação do mosteiro. Ao ser interpelado pelo visitante sobre o método que usou, desconversou dizendo que era “um pequeno truque dele e que se relacionava a uma história muito longa para ser contada” (EICHLING *apud* HUCKABEE, 1989, p. 87). Mendel havia importado 25 variedades de ervilhas, que logo cresceram, mas não se reproduziram bem por serem do tipo arbustivo. Disse ainda ter cruzado essas espécies com a espécie alta local usada no mosteiro e ao ser lembrado pelo jovem que ele reportaria o visto a Ernest Benary, um hibridista experiente da época, Mendel pela segunda vez, teria desviado o assunto, solicitando ao rapaz que fosse inspecionar a estufa, segundo relato de Eichling (EICHLING *apud* HUCKABEE, 1989, p. 87).

Em suas experiências, o “pequeno truque” de Mendel resumia-se, segundo Ittis (1932, pp. 107-108), a utilizar um processo de fertilização que consistia em ir de flor em flor, e com um fórceps pequeno e fino abrir as flores que ainda não o haviam feito espontaneamente, removendo a carena, e cuidadosamente destacando as anteras. Em seguida, com um pincel de pêlo de camelo ele espalhava pólen no estigma de outra planta e a enrolava numa pequena trouxa de papel ou calico¹⁰ para evitar a ação de abelhas operárias e dos brucos¹¹ de transferirem o pólen de uma planta para outra, invalidando, assim, a experiência de hibridização (ibid.).

Na segunda carta que Mendel envia, em 1867, para o suíço Karl Wilhelm Naegeli¹² (1817-1891), relata esse experimento de fertilização artificial dizendo que, por ser muito lento, começara a fazer diversos simultaneamente (STERN; SHERWOOD, 1966, pp. 60-71). Na mesma carta afirma que seus experimentos datam do período compreendido entre 1856 e 1863 a fim de mostrar a Naegeli que entendia sua desconfiança com relação aos resultados obtidos quanto à proporção de 3:1 para os descendentes. Mendel sabia que sua publicação era a única que

¹⁰ Um tipo de tecido de algodão.

¹¹ Os brucos constituem uma categoria de insetos considerada praga para ervilhas. No caso, Mendel preocupava-se com *Bruchus pisorum*. Esse inseto havia sido tema de um artigo seu publicado em 1854 (*Anais do Zoológico de Viena e da Sociedade de Botânica*), no qual cultivou ervilhas por dois anos. Após esse trabalho começou a plantar ervilhas extensivamente.

¹² Naegeli foi um botânico muito respeitado do século XIX, sendo, inclusive apontado por Franz Unger como o “homem que se aprofundou na obscura pesquisa acerca da arquitetura vegetal, sendo o responsável pela solidificação da base do conhecimento existente sobre isso e levantamento de algumas estruturas vegetais” (Unger *apud* OLBY, 1985, p. 96).

trazia esse tipo de informação e relata ao colega que ao longo desse período havia se esforçado em repetir as experiências com *Pisum* (ibid., p. vii).

Além de seu trabalho com ervilhas, em paralelo, Mendel dedicava sua atenção a outros objetos de estudo, tal como abelhas, tentando identificar padrões de hereditariedade nas 50 colméias que mantinha sob observação (BATESON, 1902, pp. 329-330). Também estudou Meteorologia nesse período final da sua carreira de pesquisa, tendo publicado anualmente artigos na *Brünn Abhandlungen* (Anais da Sociedade de Brno) (ibid., p. 331).

2.1.4 Período de 1871-1884: últimos anos de vida

Na carta de 1867 a Naegeli, também reclamou que se sentia espremido fisicamente no mosteiro já que o Prelado Napp havia disponibilizado para ele apenas parte do jardim. Assim, em 1868 tornou-se abade, e segundo Mendel, a falta de espaço tornou-se falta de tempo, dada as atribuições que o novo cargo exigia. Segundo Oborny¹³, a indisponibilidade de Mendel prosseguir com sua pesquisa é evidenciada pelo fato de não ter sobrado um único pé de *Hieracia* (ILTIS, 1932, p. 111).

Além da falta de tempo gerada pelas novas funções, somaram-se a partir de 1874 as brigas que manteve até o final de sua vida com o Governo por causa dos impostos, que considerava abusivos, incidentes sobre o mosteiro (ILTIS, 1932, p. 265).

Nesse período da vida, não publicou mais nenhum artigo, tendo insistido nos cruzamentos de *Hieracium*. Além de ter que lidar com os problemas do mosteiro, também foi mal sucedido nos experimentos envolvendo *Hieracium*, não conseguindo reproduzir os resultados que obteve com as ervilhas (OLBY, 1985).

2.2 O pensamento da época e sua possível influência em Mendel

Em seu artigo *Versuche*, Mendel chega à proporção de 3:1 para a prole resultante do cruzamento de indivíduos híbridos, além de adotar uma simbologia própria para representar esses cruzamentos. Para entender as conclusões de

¹³ Autor de uma monografia sobre *Hieracia* da Moravia, planta tema de uma publicação de Mendel em 1870.

Mendel, faz-se necessário entender a evolução das ideias contemporâneas a ele que as alicerçam, e também, dessa maneira seremos capazes de indicar quais foram as contribuições próprias do monge.

Para isso, será feita uma breve apresentação de como algumas ideias acerca da hereditariedade modificaram-se ao longo dos anos, discutindo, também, algumas técnicas de hibridização que se encontravam disponíveis a Mendel.

2.2.1 O conhecimento envolvido na pesquisa de Mendel

A questão da transmissão de caracteres aos descendentes já era discutida há muitos séculos, desde a Antiguidade, época em que podemos citar Aristóteles (384-322 a.C.), chegando aos séculos anteriores a Mendel, nos quais destacamos o médico inglês William Harvey¹⁴ (1578-1657), o médico alemão Johann Joachim Becher¹⁵ (1635-1682), o cientista holandês Antonie Philips van Leeuwenhoek¹⁶ (1632-1723), o cientista alemão Caspar Friedrich Wolff¹⁷ (1733-1794) e o biólogo francês Jean Baptiste Lamarck¹⁸ (1744-1829).

Quanto à hibridização, já era uma técnica discutida e relativamente conhecida antes de Mendel, não podendo ser a ele atribuída a ideia. Por exemplo, o naturalista George Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) que fala sobre casos de hibridização que tomara conhecimento: canário x pintassilgo, lugre x pintarroxo, ovelha x cabra, lobo x mastim, burro x cavalo e égua x burro. Porém, como não havia supervisionado nenhum desses cruzamentos, sentiu que precisava de mais evidências e solicitou que seus leitores conduzissem processos de hibridização. Contudo, isso demandava tempo, paciência e dinheiro.

¹⁴ Harvey estudou os embriões de veados, percebendo que em nada se parecia com o indivíduo, mas que ao longo da gravidez ia se assemelhando.

¹⁵ Becher faz observações acerca de híbridos e investiga a transmissão de certos caracteres em aves, plantas e nos seres humanos. É autor da obra *Physica subterranea* (1669), na qual encontram-se seus pensamentos acerca da hereditariedade.

¹⁶ Leeuwenhoek melhorou o microscópio e dedicou-se, entre outras coisas, ao estudo da transmissão da cor da pelagem em coelhos, identificando, em 1683, numa carta encaminhada a *Royal Society of London*, a dominância do caráter aguti, porém atribuindo ao sêmen masculino a manifestação de tal característica.

¹⁷ Wolff propôs a Teoria da Epigênese, na qual indica que tanto óvulo quanto espermatozóide contém partículas que se unem para formar os órgãos do corpo.

¹⁸ Lamarck sugeriu que certos traços poderiam ser modificados de acordo com o uso ou falta de uso dos mesmos. Essa ideia ficou conhecida como a Lei do Uso e Desuso.

O uso de plantas em experimentos de hibridização foi realizado pelo botânico alemão Rudolf Jakob Camerarius (1665-1721). Em 1691, Camerarius identificou as partes sexuais dos vegetais.

Com relação ao uso de ervilhas e alguns caracteres vale ressaltar que em 1822, os horticultores ingleses John Goss e Alexander Seton e o botânico inglês Thomas Andrew Knight (1759-1838), independentemente, realizaram cruzamentos entre espécies de ervilhas, obtendo híbridos, porém não analisaram as gerações posteriores, nem quantificaram os resultados obtidos (WELDON, 1902).

Dessa maneira, Mendel não viveu numa comunidade científica alheia às questões de hibridização ou hereditariedade, tendo literatura a ser consultada.

2.2.2 Possíveis influências sobre Mendel

Vamos agora analisar as pessoas e materiais com que há evidências de Mendel teve contato direto, dando indícios de como procedeu em sua pesquisa.

Franz Unger foi professor de Fisiologia Vegetal na Universidade de Viena de 1849 a 1866, onde chegou a ser muito criticado pela sua ideologia acerca da hereditariedade em plantas ser baseada em elementos celulares, sendo, inclusive chamado por membros do clero, que pediam sua demissão da Universidade, de corruptor da juventude (OLBY, 1985, pp. 95-96). Publicou em 1852, a obra *Botanische Briefe (Cartas sobre Botânica)*, na qual nega o fixismo das espécies e afirma que o mundo das plantas “tem se desenvolvido gradualmente, passo a passo” (Unger *apud* OLBY, 1985, p. 96). Nessa obra cita os trabalhos de Naegeli e Schleiden acerca da divisão celular perpétua no ápice caulinar e nas raízes, assim como o padrão de diferenciação celular encontrado por eles (*ibid.*, p. 97). Em 1855, publica a sua principal obra *Anatomie und Physiologie der Pflanzen (Anatomia e Fisiologia das Plantas)*.

Como Mendel foi aluno de Unger de 1852 a 1853 e retornou a Viena em 1856, segundo Olby (1985, p. 87), é de se esperar que ele tenha tido contato com as duas obras aqui citadas. Olby salienta a grande probabilidade de Mendel ter tido contato com os trabalhos de hibridizadores anteriores dessa obra, já que nela Unger incluiu um breve resumo de experiências envolvendo hibridização, citando os trabalhos do alemão Joseph Gaertner (1732-1791), e, também, indicou nas

referências bibliográficas os livros de Gaertner e do alemão Joseph Gottlieb Koelreuter (1733-1806)¹⁹ (OLBY, 1985, p. 97).

É possível, também, que Mendel tenha aprendido a identificar variáveis significativas, isolar seus efeitos e a fornecer resultados de forma quantitativa passíveis com expressões matemáticas, enquanto trabalhava fazendo demonstrações no Instituto de Física em Viena, utilizando o aprendizado com Doppler (OLBY, 1985, p. 97).

De volta a Olmütz, Mendel fez um curso de dois meses de Física baseado na obra, de 1836, *Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande mit Rücksicht auf mathematische Begründung (As Ciências Naturais no seu atual estado no que diz respeito ao raciocínio matemático)* de Baumgartner (ibid.). Neste livro dava-se ênfase à observação, organização e repetição dos experimentos, além do uso de probabilidades (Baumgartner, 1836, p. 5).

Após a morte de Mendel, foram encontradas obras de seu pertence que nos permitem supor sobre o que lhe chamava a atenção, mostrando que ele tentava se manter atualizado com a literatura contemporânea. Dentre essas, merecem destaque: *Princípios de Botânica (Grundzüge der Botanik, 1843)* de Endlicher e Unger e *Princípios da Botânica Científica (Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, 1842/43)* de Schleiden (ILTIS, 1932, p. 104). Nesses dois livros, Mendel teria tido acesso à estrutura e função das flores e aos processos de fertilização.

Ressaltam-se, também, duas palestras realizadas perante a Sociedade Horticultural de Londres sobre cruzamentos de ervilhas de tons verdes e amarelos na década de 20 do século XIX. Os palestrantes foram John Goss e Alexander Setton, cientistas que estudaram esse tipo de cruzamento, dada a polêmica de 1820 em que se envolveram sobre sexualidade plantas, acreditando que a cor do pólen influenciava em algo a semente tendo opiniões contrárias (OLBY, 1966, p. 39-40). Embora esses cruzamentos já tivessem sido feitos e observados, nunca foram tabulados para análise estatística, grande distinção para o trabalho de Mendel e nem se aproximando nas conclusões tiradas (MARTINS, 2002)

¹⁹ As contribuições de Gaertner e Koelreuter à Botânica serão discutidas numa seção mais adiante ao se tratar dos hibridizadores pré-Mendel. Cabe ressaltar, para um entendimento maior da influência destes pesquisadores sobre Mendel, que os trabalhos de Koelreuter tornaram compreensíveis o papel do pólen na reprodução das plantas.

2.3 Período pós-Mendel

Agora que foi apresentada uma breve contextualização científica acerca da época em que Mendel viveu, algumas ideias aceitas antes e durante sua pesquisa, resta expor algumas considerações sobre o período posterior ao seu trabalho, denotando o impacto na comunidade científica.

2.3.1 O destino do trabalho de Mendel

Após a chamada “redescoberta” de Mendel, em 1905, William Bateson (1861-1926) foi a Brno, local onde Mendel desenvolveu seu trabalho, levantar documentos que permitissem esclarecer certos dados sobre a pesquisa e vida do cientista. Lá descobriu que, aparentemente, o sucessor de Mendel, abade Anselm Rambousek, queimara todos os seus documentos pessoais (OLBY, 1985; Henig, 2001; Rédei, 2002).

Acerca da pesquisa sobre abelhas, que teria realizado, não se sabe ao certo o que aconteceu com as notas. Não há nenhuma menção nas revistas locais especializadas no assunto, embora as colmeias estivessem ainda dispostas em seus locais em 1905, conforme relata Bateson (1902, p. 330) a partir de sua visita ao mosteiro.

No que tange a seus estudos sobre Meteorologia, Mendel interessava-se pelas manchas solares, anotando a ocorrência e frequência, tentando relacioná-las com eventos climáticos terrestres (BATESON, 1902, p. 331).

Quanto aos seus estudos sobre as ervilhas, não se sabe ao certo o porquê de seus ensaios não terem recebido grande atenção da comunidade científica contemporânea, embora tenham sido apresentados em encontro da Sociedade de Brno e publicados. Há, contudo, diversas hipóteses lançadas por historiadores e biógrafos sobre o que realmente aconteceu com esse trabalho de Mendel, tais quais: uma total rejeição²⁰ (BATESON, 1902, p. 332), uma “redescoberta”²¹ de seu trabalho por três pesquisadores com igual mérito (ROBERTS, 1929, p. 357), um clima de dúvida sobre a “redescoberta” (OLBY, 1985, pp. 109-133), uma diferença de mérito

²⁰ No caso específico de Bateson, ele assume a existência de uma referência sobre Mendel em Focke (1881, p. 444) e atribui a essa a possibilidade da redescoberta.

²¹ A questão da “redescoberta” será retomada na seção seguinte.

entre os três pesquisadores, havendo apenas dois redescobridores (ibid.; STERN; SHERWOOD, 1966, p. x).

Segundo Sandler e Sandler (1985), a revista em que Mendel publicou seus estudos era de difícil acesso, dada a região em que se faziam as reuniões e a instabilidade política da época. Porém, segundo as anotações de Mendel e cartas enviadas a Naegeli, o monge encaminhou 40 exemplares às principais sociedades científicas e pesquisadores. Não há registros conhecidos do que aconteceu com esses exemplares, exceto o que foi encontrado na biblioteca de Hugo de Vries e outro encaminhado a Karl Naegeli, além de dez cartas e algumas sementes para que o experimento pudesse ser replicado. Naegeli não aceitou bem o trabalho de Mendel, julgando-o muito empírico e fazendo a sugestão de que o monge trabalhasse com *Hieracium* para analisar e comparar os resultados. Sabe-se que Mendel ficou desapontado por Naegeli ou qualquer outro não ter replicado seu experimento, mas não deixava de repetir em seu diário que “seu tempo chegaria” (Bateson, 1902, p. 332). Além disso, Mendel foi mencionado, também, no livro de Botânica do alemão Hermann Hoffmann, *Investigações sobre a determinação dos caracteres de uma espécie e sua variedade (Untersuchungen zur Bestimmung des Wertes von Spezies und Varietät, 1869, p. 52).*

No levantamento de dados em que Bateson não obteve grande sucesso, no ano de 1906, Hugo Iltis, professor local, e um jovem padre Anselm Matousek tiveram êxito. Recuperaram os documentos oficiais relativos a Mendel que estavam arquivados no mosteiro, sendo que o professor foi além, entrevistando colegas tanto do clero quanto da área das ciências naturais que conheceram, conviveram, visitaram ou trocaram correspondências com Mendel, assim como com os descendentes de suas irmãs. Esse trabalho foi compilado e encontra-se exposto no Salão Memorial de Mendel no Departamento de Genética Gregor Mendel do Museu da Morávia, República Tcheca (MUSEU MENDEL DE GENÉTICA).

2.3.2 A “redescoberta” do trabalho de Mendel

Como é bem conhecido, somente após 16 anos da morte de Mendel, em 1900, suas ideias foram abordadas novamente. Ou seja, elas não foram consideradas ou discutidas por um tempo considerável. Segundo Sandler e Sandler (1985, p. 68), isso se deve a um maior interesse dos contemporâneos na teoria

evolutiva e também à estranheza e novidade dos métodos utilizados pelo pesquisador tcheco. Além disso, também deve ser considerada o estágio da pesquisa na segunda metade do século XIX sobre hereditariedade de certos traços e desenvolvimento desses traços na prole, tendo Mendel respondido uma questão que nem fora ainda formulada, tornando-se incompreensível aos seus contemporâneos (SANDLER; SANDLER, 1985, p. 69). Este último argumento tornou-se de difícil aceitação para a região da Moravia, na qual Napp, mentor de Mendel, já havia feito apresentações na Associação de Criadores de Ovelhas (*Sheep Breeders Association*) em 1836 acerca dos princípios da hereditariedade (OREL, 1984). Também esteve presente em um encontro de agricultores em 1840, no qual defendeu o uso de hibridização para obtenção de novas variedades de frutos (OREL, 1983).

Na passagem do século XIX para o século XX, três pesquisadores anunciaram ideias semelhantes às de Mendel, Hugo de Vries (1848-1935), Carl Correns (1864-1933) e Erick von Tschermak-Seysenegg (1871-1962). Trata-se de um assunto bastante estudado na historiografia. A seguir será apresentado um sumário dessas discussões.

H. F. Roberts pontua, em seu livro *Hibridização em plantas antes de Mendel* (*Plant Hybridization before Mendel*, 1929), que cada um dos três, assim chamados, “redescobridores”, produziu independentemente pelo menos um artigo referente a experimentos próprios que corroboravam o trabalho de Mendel entre os meses de março e abril de 1900. Quando escrevia esse livro, Roberts solicitou aos três cientistas europeus que informassem como obtiveram notícias sobre o trabalho de Mendel.

Hugo de Vries respondeu por carta em inglês, em dezembro de 1924, e mencionou sua tentativa de provar sua teoria de pangênese intracelular baseada na hipótese da pangênese de Darwin. Para tal, admitia a existência de caracteres unitários, o que o conduzia a ideia da origem das espécies por meio de mutações e a explicação do fenômeno de hibridização por meio da combinação daqueles. Assim, deu início a uma sequência de experimentos que envolvia cruzamentos de espécies e produção de híbridos que durou de 1893 a 1895. Ao terminar a maioria de seus experimentos leu o livro *Cultivo de plantas* (*Plant Breeding*) de L. H. Baileys de 1895. Nas referências desse livro encontrou pela primeira vez uma citação a

Mendel, a qual instigou sua vontade de lê-lo e estudá-lo. Publicou seus resultados e conclusões em 1900.

Roberts indica uma troca de correspondência entre de Vries e Baileys, que ocorreu entre 1905 e 1906, na qual o primeiro agradece a gentileza do segundo ter lhe enviado o artigo *Cruzamento e Híbridização (Cross-Breeding and Hybridization)* de 1892. Vries obteve através das referências contato com o artigo de Mendel, que na época desta correspondência já ganhava bastante crédito. Roberts, ainda, indica que na versão do livro de Baileys citada por de Vries, a de 1895, não havia a tal referência a Mendel, sendo esta somente incluída na segunda edição de 1902, posterior às publicações do pesquisador. Bailey afirma que nunca lera o trabalho de Mendel, tendo visto e reproduzido a referência do livro de Focke, *Híbrido de plantas: uma contribuição para a Botânica (Pflanzen-Mischlinge: ein Beitrag zur Biologie der Gewächse, 1881, p. 444)*. O autor do livro, também, faz a ressalva de que na primeira publicação deste “redescobridor”, em francês, não há qualquer menção a Mendel, constando apenas seus resultados, o que é distinto de sua segunda publicação, em alemão, na qual Mendel é discutido em detalhes e comparado ao encontrado por de Vries.

Outro autor a publicar a “redescoberta” de Mendel foi Correns, que afirmou em carta a Roberts, em alemão, ter recebido em 21 de abril de 1900 o artigo francês de de Vries, e no, dia seguinte, ter terminado de escrever sua contribuição. Acrescentou que, na verdade, seus esforços e experimentos, que ocorriam desde 1894, não eram na direção de encontrar algo relacionado à hereditariedade, já que trabalhava na produção de um livro sobre outra espécie de planta, cuja impressão ocorreu em 1899. Conta que, como um *flash* que veio à sua cabeça enquanto estava acordado na cama repassando os resultados de seus experimentos, deu-se conta de que os seus resultados eram coincidentes com os de Mendel. A data exata ele não pode fornecer por não ter notas sobre o assunto, porém contou recordar-se que a primeira vez que leu o trabalho de Mendel foi algumas semanas depois de ter tirado suas próprias conclusões. Afirmou, também, desconhecer que outros investigadores caminhavam na mesma direção, pois então, teria apressado a publicação de seu artigo e acredita ser irrelevante para a Ciência determinar quem foi o primeiro a atingir uma interpretação mais profunda dos resultados, já que o importante seria o mundo ter, finalmente, este conhecimento que por décadas ficara perdido. Em outra carta a Roberts, reafirma a irrelevância de se saber quem foi o

primeiro a reproduzir o conteúdo encontrado em Mendel; que embora tenha lido o livro de Focke, dedicou-se a uma seção na qual não havia referência a Mendel e que se tornou ciente das investigações do monge através de seu professor Naegeli (botânico com o qual Mendel trocou cartas relatando seus experimentos e algumas conclusões). As cartas de cunho científico trocadas por Mendel e Naegeli só teriam chegado a Correns em 1904, quando o mesmo tornou-as públicas.

Tschermak, o último a publicar naquele mesmo ano um trabalho que remete a Mendel, respondeu em alemão a Roberts que iniciou seus experimentos em época semelhante aos demais “redescobridores”, tendo obtido seus resultados sobre cruzamentos de ervilhas verdes e amarelas, e lisas e rugosas em 1899. No mesmo ano, leu a obra de Focke que continha a referência a Mendel no capítulo sobre ervilhas. Assim, ao encontrar o artigo de Mendel ficou surpreso em saber que a mesma regularidade que havia encontrado entre os descendentes já era conhecida. Terminou seu artigo, ainda neste ano, e no seguinte recebeu o de de Vries, no qual percebeu termos que faziam menção a Mendel, mesmo não havendo a referência explícita, entendendo que não tinha sido o único a ter contato com o trabalho de décadas atrás. Segundo Tschermak, devido às publicações dos outros dois “redescobridores” e alguns atrasos de edição, seu artigo acabou sendo publicado algum tempo depois.

Assim, Roberts colocou os três personagens como igualmente merecedores de crédito pelos seus trabalhos.

Posição diferente é defendida por Curt Stern e Eva Sherwood, que se recusam a aceitar Tschermak como um “redescobridor” de Mendel e o excluíram do capítulo de seu livro *The Origin of Genetics: A Mendel Source Book* (1966). No prefácio justificam essa exclusão baseados no fato de que Tschermak recuperou o artigo original de Mendel, mas ao contrário de de Vries e de Correns não evidenciou compreender os aspectos essenciais das descobertas de Mendel: a inferência de que pares de determinantes estavam presentes nos híbridos, que seriam segregados nas células germinativas e que daí ter-se-ia as proporções evidenciadas em diversos tipos de cruzamentos. Tschermak em seus artigos não desenvolveu uma análise dos resultados, além de ser contraditório em algumas conclusões.

Por sua vez, o historiador Robert Olby (1985) concorda com as críticas de Stern quanto a Tschermak, que segundo ele, cita uma proporção 1:1 e não a retoma ou explica em 90 páginas de trabalho. Mas, acha injusto diminuir seu mérito ou

retirá-lo da história da redescoberta já que percebeu a importância do artigo original de Mendel. Acrescenta que embora não seja a intenção mostrar que um dos três foi desonesto quanto às suas explicações acerca do contato com o trabalho de Mendel, é impossível retirar a dúvida que paira sobre os três, já que não se conseguirá provar quando de fato realizaram seus experimentos, quando chegaram a suas conclusões e quando efetivamente leram o trabalho de 35 anos antes.

2.4 Uma discussão sobre os resultados de Mendel no que tangem a genética

Como será mostrado nessa seção, muito já foi discutido em revistas especializadas em História da Ciência sobre os experimentos de Mendel e suas intenções ao fazê-los e acerca da sua real contribuição. Assim sendo, diversas visões distintas surgem sobre a pesquisa mendeliana e sua repercussão na sociedade desde o século XIX até os dias de hoje.

Parece ser uniforme a percepção de que Mendel sistematizou o processo de pesquisa com sua técnica de cruzamento e com seu tratamento de dados, sendo o primeiro a publicar um artigo contendo a relação numérica na progênie de híbridos (HARTL; OREL, 1992, p. 245).

Quanto à busca pelas regras que regem a hereditariedade, há uma grande discussão se realmente fazia parte das intenções de Mendel ou se está relacionada a uma interpretação *whiggista*, conforme acredita Olby (1979, p. 53). Tal pesquisador pontua que se um pesquisador mendeliano é aquele que crê num número finito de elementos hereditários, dos quais apenas um formará a célula germinativa, o próprio Mendel não se enquadraria nessa definição²² (OLBY, 1979, p. 68). Assim, alguns pesquisadores, como Monaghan e Corcos (1990, p. 268), acreditam que a preocupação de Mendel estava mais relacionada ao estudo dos híbridos, embora não fizesse a distinção entre as espécies de ervilhas usadas²³. Na introdução de seu artigo, confirma essa busca por uma lei geral aplicável a formação

²² Mendel não menciona em seu trabalho como se daria a segregação em casos de genótipos homocigotos, dando a entender, na concepção de Olby, que ele não acreditava na paridade dos alelos e que não estava interessado na segregação independente, mas sim dedicado ao estudo dos híbridos (OLBY, 1979, p. 66).

²³ Esse argumento já foi muitas vezes utilizado para tentar mostrar que Mendel não estava interessado em estudar hibridização, afinal não o conseguiria fazer adequadamente sem se preocupar com a sistemática. Ernst Mayr derrubou esse argumento ao evidenciar que era prática comum no século XIX entre os botânicos não ter esse tipo de preocupação (HARTL, Orel, 1992, p. 248).

e desenvolvimento de híbridos, que seria imprescindível à história evolutiva das formas orgânicas (Mendel, 1865, p. 2). Em contra partida há o argumento de que a busca pelas regras da hereditariedade também interessavam a Mendel, pois realizava fertilizações artificiais em plantas ornamentais a fim de produzir novas colorações na progênie (Mendel, 1865, p. 1).

Callender (1988) crê que o que motivou a pesquisa de Mendel foi uma tentativa de mostrar que a prole de híbridos seria constante, podendo constituir novas espécies, sem variações numéricas, contrariando dessa maneira a ideia darwinista de descendência com modificação. Vale ressaltar que a *Origem das Espécies* havia sido publicada em alemão em 1863 e havia um exemplar na biblioteca de Brno com anotações de Mendel em suas páginas (HARTL; OREL, 1992, p. 247), o que torna plausível que as ideias darwinistas terem inspirado a pesquisa mendeliana.

Há quem vai mais longe, como Di Trocchio (1991, p. 515), que afirma que os experimentos de Mendel jamais foram realizados na prática. Ajuda no pensamento destes, o argumento de Notizblatt, que se trata de uma página não publicada escrita por Mendel, datada de 1875, na qual se encontram diversos símbolos relativos a genética e a proporção 7:2:3. Dessa maneira, acredita-se que após a publicação de seu principal artigo, Mendel ainda tentava encontrar uma relação para seus resultados, porém não se sabe a que experimento esses dados pertencem exatamente (HARTL; OREL, 1992; HEIMANS, 1968; OLBY, 1979; RICHTER, 1924).

Realmente diversos pesquisadores pontuam a duvidosa precisão dos resultados de Mendel, sem possuir qualquer desvio padrão grande, como se não houvesse viés algum contrariando a expectativa de qualquer cientista (FISHER, 1936; WRIGHT, 1966). Alguns pesquisadores, como Edwards (1986), percebem que claramente alguns dados foram eliminados de sua publicação, mas não por má fé, mas como explica Dobzhanski:

“poucos pesquisadores têm a sorte de não cometer nenhum erro ou acidente durante seu experimento, e é senso comum descartar essas falhas. O risco evidente é que ao atribuir os resultados a um erro de procedimento e conseqüentemente retirá-los de sua amostragem, geram-se dados perfeitos, que contrariam a expectativa de qualquer um. Como Mendel não estava familiarizado com teste de chi-quadrado ou outros parâmetros estatísticos, ele teve que, conscientemente, descartar alguns cruzamentos em que

suspeitara ter havido contaminação de pólen ou outro acidente qualquer” (DOBZHANSKI, 1967, p. 1589).

Mendel teria contabilizado o número de indivíduos obtidos de cada fenótipo e verificado uma relação constante entre eles, assim como “descoberto um elemento celular que determina os traços hereditários²⁴, hoje chamados de genes, que existem em pares e estão submetidos a segregação e aleatoriedade, e que persistem inalterados e sendo transmitidos sucessivamente ao longo das gerações” (HARTL; OREL, 1992, p. 248).

Além disso, Mendel também deu início ao uso de símbolos adotados até hoje na genética, como, por exemplo, o *a* e *A*, porém, possivelmente, com significados distintos. Para Mendel a notação *A* implicava num valor lógico verdadeiro para a característica *A*, enquanto *a* representaria o valor lógico verdadeiro para a característica *a*, podendo representar os indivíduos de três maneiras *A*, *Aa* ou *a* (Mendel, 1865, p. 29ff). Dessa maneira, é possível aceitar que Mendel ou não acreditava na paridade desses traços (MONAGHAN; CORCOS, 1990; OLBY, 1979) ou de que em termos de valores lógicos, seria redundante escrever *AA* no lugar de *A* (MEIJER, 1983). Em outras palavras é difícil decidir sobre a questão e mantêm-se dúvidas acerca do experimento, motivação, real interesse e conclusões de Mendel.

No próximo capítulo será apresentado a análise dos livros didáticos, a elaboração da ferramenta e os resultados obtidos.

²⁴ Vale ressaltar que é impossível depreender do texto de Mendel ao que ele se refere ao falar de tais traços (*Merkmal*), podendo ser pensado tanto em alelo quanto em fenótipo, dependente do contexto, mostrando certa dúvida e confusão de Mendel sobre o assunto. Orel pela sua declaração aceita o entendimento mais próximo a alelo por parte de Mendel.

3. MÉTODO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Neste capítulo serão apresentados, aspectos da pesquisa empírica realizada sobre o episódio das contribuições de Gregor Mendel.

Tal qual apresentado na Introdução deste trabalho, a História da Ciência auxilia o entendimento do desenvolvimento da Ciência, além da percepção dos elementos que a constituem, resultando numa visão mais real de sua natureza.

Não podemos mais nos basear no simples ensino do conteúdo de Genética, mas ampliarmos-la a uma Ciência, de tal forma que o aluno perceba essa caracterização e possa entender o seu desenvolvimento, seus problemas e sua relação com o mundo macroscópico (ALBERTS, 2009, p. 323; MOORE, 1986, p. 573).

Dessa maneira, os alunos que tivessem aulas baseadas nos princípios apresentados de NdC neste trabalho de forma explícita apresentariam um melhor entendimento dos termos básicos, conceitos e fatos científicos, uma maior compreensão das evidências científicas, a capacidade de desenvolver literatura na área e diferenciar claramente a ciência da pseudociência (RUTHERFORD; AHLGREN, 1991; *Science Engineering Indicators*, 2010, p. 17). Esse efeito já foi estudado em salas de aula no trabalho de El-Hani, Tavares e Rocha (2004).

Assim, propõe-se o uso de uma ferramenta que avalie, de forma simples, se os livros didáticos utilizam a História da Ciência de forma adequada, a fim de que os objetivos supracitados possam ser atingidos.

3.1. Aspectos da pesquisa empírica

O uso das obras aprovadas pelo PNLEM-2007, embora não sejam a totalidade de livros do Brasil, representam uma amostragem significativa deste tipo de literatura, justamente por serem fonte de informação e consulta de professores do ensino médio, além dos alunos que os recebem nas escolas públicas do país – um total de 9,1 milhões de exemplares distribuídos (BRASIL, *Programa nacional do livro didático para o ensino médio – PNLEM*).

A análise foi realizada sobre as inserções de cunho histórico e, também, sobre sua disposição na obra. O raciocínio empregado aqui se refere à necessidade de uma abordagem da História da Ciência integrada ao conteúdo em si (SILVA; PAGLIARINI, 2008) e que apareça de forma explícita (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; BELL, 2001).

Este estudo foi dividido basicamente em três etapas principais que serão analisadas na sequência:

- obtenção e leitura dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM-2007;
- adequação de ferramenta de análise de inserções relativas à História da Ciência;
- análise das informações de cunho histórico.

3.1.1. Primeira etapa: obtenção e leitura dos livros didáticos aprovados pelo PNLEM-2007

A primeira etapa foi o levantamento das obras aprovadas no PNLEM 2007. Como mostra a Tabela 1, a Portaria nº 501 relaciona os títulos, nomes dos autores e editoras dos livros aprovados, não sendo informado o número da edição, nem o ano da publicação. As informações de forma mais precisa foram obtidas a partir do catálogo de obras avaliadas disponibilizado na internet (ROCHA *et al.*, 2006). Para obter as obras a fim de análise foi feito contato telefônico e por email com as editoras. Contudo, as respostas obtidas foram que os livros não poderiam ser disponibilizados porque foram objeto de venda exclusiva ao MEC. Diante dessa dificuldade, buscou-se localizar os livros em centros de pesquisa em ensino, tal qual laboratórios de Ensino de Biologia da Faculdade de Educação e Laboratório de Licenciatura do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, em bibliotecas de escolas públicas da educação básica e junto a seus professores. O critério utilizado foi o de procurar os livros que tinham o selo ou equivalente do PNLEM-2007 na capa (Figura 2).



Figura 2 - Exemplos de selos de identificação de obra recomendada pelo PNLEM-2007 em capas de livros de análise do professor. (a) J. Laurence. (b) Sasson e Silva Júnior. (c) Crozetta, Lago e Borba.

Contudo, persistia a dúvida a respeito de tais livros representarem efetivamente os textos aprovados pelo PNLEM 2007, já que se desconhecia a edição e ano corretos da publicação. Além disso, nem sempre o selo estava presente. Para buscar sanar o problema, foi realizado contato com o coordenador do Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia que coordenou a avaliação dos livros didáticos de Biologia do PNLEM-2007, Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani. Foi franqueado um período de estágio de uma semana, de 26 a 30 de julho de 2010, que possibilitou o acesso direto às cópias cegas dos livros que foram submetidas pelas editoras para avaliação, permitindo a comparação com os textos que haviam sido previamente levantados, folha a folha, buscando por eventuais diferenças.

Desse modo, podemos assegurar que esta pesquisa foi feita sobre os livros efetivamente aprovados pelo PNLEM 2007 de Biologia.

Com o material devidamente identificado e em mãos, iniciou-se a análise. O primeiro passo foi a localização dos capítulos ou trechos em que eram apresentadas as leis de Mendel. Os trechos selecionados foram xerocados para facilitar o tratamento com o protocolo de análise. A Tabela 4 contém as referências de onde foram extraídos os trechos encontrados, assim como a identificação das obras que será utilizada doravante.

Tabela 4 - Referências dos trechos submetidos à análise e identificação das obras.

Código de identificação das obras	Títulos e autores dos LDs aprovados	Páginas	Total de páginas
LD1	Martho, G.R., Amabis, J.M. <i>Biologia</i> , volume 3. São Paulo: Moderna, 2005	18-32 63-95	48
LD2	Silva Júnior, César, & Sasson, Sezar. <i>Biologia</i> , volume 3. São Paulo: Saraiva, 2005.	12-32 100-108	30
LD3	Frota-Pessoa, O. <i>Biologia</i> , volume 3. São Paulo: Scipione, 2005.	53-66 74-78	18
LD4	Paulino, W.R. <i>Biologia</i> , volume 3. São Paulo: Ática, 2005.	59-85	27
LD5	Linhares, S.V. Gewandsznajder, F. <i>Biologia</i> , volume único. São Paulo: Ática 2005	356-380	25
LD6	Laurence, J. <i>Biologia</i> , volume único. São Paulo: Nova Geração, 2005.	595-609 620-627	23
LD7	Adolfo, A.; Crozetta, M., & Lago, S. <i>Biologia</i> , volume único. São Paulo: IBEP, 2005.	260-268	9
LD8	Favaretto, J. A. & Mercadante, C. <i>Biologia</i> , volume único. São Paulo: Moderna, 2005.	118-127 138-148	21
LD9	Lopes, S. & Rosso, S. <i>Biologia</i> , volume único. São Paulo: Saraiva, 2005.	424-465	42

3.1.2. Segunda etapa: adequação de ferramenta de análise de inserções relativas à História da Ciência

3.1.2.1. Verificação da presença das informações de cunho histórico

Como mencionado anteriormente, a análise foi realizada com uso de ferramenta proposta por Laurinda Leite (2002), adaptada por Paulo Vidal (2009). Na presente pesquisa, novas alterações foram realizadas, de modo que foram adotadas as seguintes categorias de análise: contexto epistêmico, contextualização histórica do episódio, vida dos personagens, características dos personagens considerados centrais, comunidade dos estudiosos, abordagem das ideias e desenvolvimento da Ciência

(I) Contexto epistêmico.

O objetivo dessa categoria é verificar se estão presentes ilustrações e menções que possam permitir ao aluno a construção de uma visão ampla da época, percebendo limitações, bem como o impacto causado em seu próprio tempo ou na posteridade. Nesta categoria, foi verificada a presença de elementos diversos que fornecem o contexto epistêmico do episódio histórico em questão. Voltamos a frisar que a História da Ciência auxilia o entendimento por parte dos estudantes de genética de como a Ciência em si funciona, seja com o uso de fontes primárias (WESTERLUND; FAIRBANKS, 2010, p. 293) ou com o uso de outros elementos. Ressaltamos que os alunos não devem memorizar esse tipo de informação, mas ser capaz de utilizá-la numa reflexão, questionando e discutindo o desenvolvimento da Ciência (ibid., p. 297). A seguir, listam-se alguns desses elementos:

- 1.1. Menção aos personagens: retratos, gravuras, pinturas, fotografias, desenhos e número de personagens mencionados no texto.
- 1.2. Instrumentos: imagem e descrição de instrumentos desenvolvidos e utilizados.
- 1.3. Objeto de estudo: ilustração e descrição do que foi focado nos estudos do personagem.
- 1.4. Técnicas: menção, descrição e ilustração de técnicas utilizadas.
- 1.5. Experimentos históricos feitos por ou atribuídos a personagens da ciência: menção, descrição, ilustração de experimentos clássicos.
- 1.6. Fontes primárias da História da Ciência: trechos traduzidos de originais escritos pelos personagens analisados, página de rosto de obras originais, ilustrações contidas em obras originais etc.
- 1.7. Fontes secundárias da História da Ciência: referência a textos, modelos, ilustrações realizadas por historiadores da ciência que analisaram o episódio em questão.
- 1.8. Outros: selos, carimbos, poesias, pinturas sobre elementos da pesquisa que está sendo apresentada.

(II) Contextualização histórica do episódio.

O objetivo é verificar se a ciência aparece como sendo um domínio isolado da sociedade ou se são fornecidos elementos que permitem compreender que o conhecimento científico é parte integrante da cultura e da sociedade. Nesta

categoria, foi verificada a menção a aspectos amplos da época. Utilizando conceitos relativos à NdC, esse item mostra-se extremamente importante, pois o conhecimento científico encontra-se diretamente relacionado a meio em que os experimentos são conduzidos, assim como ocorre com a interpretação dos resultados²⁵. Foram buscados elementos do âmbito:

- 1.9. Científico: a informação histórica está relacionada ao conhecimento científico disponível ou ausente na época.
- 1.10. Tecnológico: a informação histórica está relacionada ao conhecimento tecnológico disponível ou ausente na época.
- 1.11. Social: a informação histórica está associada às condições de vida e aos valores da época.
- 1.12. Político-econômico: a informação histórica está associada à questões políticas e econômicas da época.
- 1.13. Religioso: a informação histórica está associada às crenças religiosas da época.

(III) Vida dos personagens (estudiosos, filósofos, cientistas, pensadores).

O objetivo é verificar se foram apresentados dados que indicam aspectos da vida comum. Nesta categoria, foi verificada a presença de informações biográficas sobre o(s) personagem(ns)²⁶ envolvidos no episódio histórico em questão, bem como a acuidade e modo pelo qual essa informação foi fornecida. Foi verificado se há informação sobre:

- a. Nome completo: se ocorre ou não essa inserção na obra.
- b. Data de nascimento e morte.
- c. Nacionalidade.
- d. Dados sobre a formação e atividade profissional do personagem central: onde estudou, andamento dos estudos, locais em que trabalhou etc.

²⁵ Indicamos como exemplo o artigo de Roberts (1965) que discute sobre os motivos que levaram Mendel a utilizar *Pisum sativum* como objeto de estudo. Orel (1996) discute o porquê de Mendel não ter conseguido prever o que ocorreria na progênie de ovelhas de sua região. Blixt (1975) discorre sobre o motivo de não se ter percebido a ideia de ligação gênica. Kampourakis (2010) trabalha com o desenvolvimento do trabalho de Mendel correlacionado à esfera social.

²⁶ Adotamos neste protocolo a sugestão de Paulo Vidal (2009) que sugeriu o uso do termo "personagem" em vez de "cientista" (utilizado por Laurinda Leite), considerando que este último termo só foi cunhado no século XIX, não sendo, portanto, adequado para referir-se aos estudiosos da natureza que trabalharam nos séculos anteriores.

- e. Episódios e curiosidades da vida pessoal do personagem central: casamento, viagens, morte, etc.

(IV) Características dos personagens considerados centrais.

O objetivo é verificar se os personagens foram apresentados de modo realístico, humanizado, ou idealizado em estereótipos de pessoas incomuns. Nesta categoria, foi verificada a presença de informações sobre as características pessoais e intelectuais dos personagens centrais envolvidos no episódio histórico em questão, bem como a acuidade e modo pelo qual essa informação foi fornecida. Foram verificadas se há informações sobre:

- a. Características pessoais: sentimentos, caráter, humor, fama.
- b. Características intelectuais: habilidades, informações das quais se possa fazer um juízo de valor da capacidade intelectual do personagem.
- c. Aposto ou feitos extraordinários conferidos aos personagens: se é atribuída alguma expressão para reconhecimento do personagem ou alguma realização que leve a um juízo de valor.

(V) Comunidade de estudiosos.

O objetivo é verificar se o conhecimento científico aparece como resultado do trabalho de pessoas isoladas ou que se relacionam de diferentes modos. Nesta categoria, foi verificada a menção a grupos de pesquisa e/ou à comunidade de estudiosos em geral, assim como a leitura de trabalhos de outros pesquisadores. Foram buscadas menções a:

- a. Personagens individuais: um personagem é apontado como sendo o único responsável por uma ideia ou descoberta.
- b. Grupos de personagens: mais de um personagem trabalhando em conjunto e com o mesmo propósito.
- c. Interação com personagem: estudiosos em contato direto ou indireto com o personagem central.

(VI) Abordagem das ideias.

O objetivo é verificar se a ideia, conceito, teoria ou descoberta foi apresentada pronta, acabada, ou se foram fornecidos dados que permitem conhecer o modo

como foi desenvolvida, fundamentada e validada pela comunidade científica. Nesta categoria, foi verificada a presença de simples menção ou descrição da ideia, conceito, teoria, descoberta científica do episódio histórico em questão, bem como a acuidade e modo pelo qual essa informação foi fornecida. Foram buscadas:

- a. Simples menção: se a ideia é simplesmente citada pelo autor.
- b. Desenvolvimento: se há detalhamento da ideia desenvolvida pelo autor.
- c. Fundamentação: se são apresentadas informações que fundamentem o pensamento do personagem.
- d. Aceitação ou não na época: análise de como se deu a repercussão das ideias apresentadas pelo personagem, seja na época ou em algum período posterior.
- e. Correlação com ideias posteriores e/ou atuais: encadeamento com pensamentos futuros à ideia apresentada.
- f. Aplicação prática da ideia nos dias de hoje: ressalva de alguma prática atual que de algum modo possa ter se originado da ideia apresentada.

(VII) Desenvolvimento da ciência.

O objetivo é verificar se os conhecimentos científicos são retratados com ausência de menção cronológica; como eventos não interligados; desenvolvidos de maneira linear e progressiva ou, finalmente, se aparecem em um compasso mais realístico, sujeito a idas e vindas, a controvérsias, a becos sem saída. Nesta categoria, foi verificado o modo pelo qual foi apresentado o desenvolvimento da ciência ao longo do tempo. Vale ressaltar que o conhecimento científico transforma-se ao longo do tempo, sendo complementado, substituído e por vezes até por algo contraditório ao conhecimento prévio (Maienschein, 1999, p. 83). Foram buscadas:

- a. Ausência de menção a algum período: sem informação cronológica alguma.
- b. Menção explícita a um único período: trata de apenas um momento histórico, sem interligar com outros.
- c. Menção a períodos discretos, isolados: períodos ou ideias mencionadas não são relacionados entre si.

- d. Desenvolvimento linear: desenvolvimento progressivo de um evento a outro, relacionando entre si diferentes períodos e ideias, mas sendo diretamente ligados entre si segundo uma cronologia progressiva.
- e. Desenvolvimento histórico: são relacionados entre si diferentes períodos e ideias, indicando os eventuais movimentos de “idas” e “voltas”, incluindo controvérsias.

Além da contagem de menções realizadas (representado por “M” nas Tabelas 6 a 10) nesta pesquisa baseando-se em Laurinda (2002) e Vidal (2009), também foi realizada uma escala de valoração (representada por “V” nas Tabelas 5 a 10) que não estava presente nos demais trabalhos. Essa escala tem a finalidade de que, para cada categoria, possamos atribuir uma nota ao livro de forma comparativa aos demais de acordo com o tratamento dispensado à História da Ciência. Para tal, tem-se os seguintes critérios de valoração:

- para cada menção individual distinta da subcategoria analisada que contribua para uma melhor interpretação da NdC, é conferido um valor (+1).
- para cada menção de determinada subcategoria que contenha uma mesma contribuição para uma melhor visão da NdC já evidenciada ou uma que não contenha nem melhora, nem piora da compreensão da NdC, é conferido a esse quesito o valor (0).
- se em uma determinada subcategoria analisada, não há nenhuma inserção que a represente, é conferido o valor (-1).
- para cada presença de menção distinta da subcategoria analisada que seja prejudicial à visão da NdC, é conferido a esse quesito o valor (-2).

Assim, teremos para cada uma das categorias uma somatória de pontos. Como temos categorias que têm um maior número de subdivisões e outras um menor número, com diferença significativa, optou-se por ter uma nota parcial para cada uma das sete categorias analisadas.

Essa nota parcial (N) que cada livro recebe por categoria, passou por um processo de normalização de zero a dez. Esse tratamento matemático foi aplicado para causar assim um contraste mais visível entre a qualidade das informações de cunho histórico, pois temos muitas vezes uma nota muito distante de outra,

indicando a grande distinção entre as obras. Além disso, esse tratamento também denota que um livro pode ser adequado numa determinada categoria, mas menos interessante em outra. Essa análise mais minuciosa possibilita ao professor que adota o livro conhecer seus pontos fracos e fortes e, assim, planejar suas aulas a fim de compensar esse fato.

Portanto, ao final das análises é realizada a média aritmética dessas notas parciais (N1 a N7) obtendo-se uma nota geral (NG) para o tratamento histórico do episódio analisado em cada obra.

3.1.2.2. Análise da disposição da informação de cunho histórico

Além da adaptação da ferramenta de análise, considerou-se importante a proposta de Silva e Pagliarini (2008) para episódios de História da Física, acerca da análise da disposição da informação ao longo do livro didático. A linha de raciocínio estabelecida, como já comentado neste, diz respeito ao fato de que não necessariamente uma obra que possua bom conteúdo histórico, ou seja, a insere em seu conteúdo e não distorce a visão de Ciência do seu leitor, tenha esse tipo de informação disposta de maneira sistemática. Portanto, o professor que pretende utilizar a História da Ciência como uma ferramenta de ensino, precisa saber também como o livro dispõe essa informação ao longo de seu texto. Essa análise será feita ao se correlacionar a avaliação que os livros receberam segundo a abordagem das informações históricas e a disposição das mesmas contidas neles.

Foram feitas adaptações e criaram-se categorias para classificar a disposição do conteúdo histórico presente na obra:

1. ausência de material de cunho histórico ou conteúdo muito reduzido: o livro em questão não traz informações históricas acerca do quesito analisado ou então foi considerado que a obra traz pouco conteúdo histórico adequado. Esta última classificação ocorreu em livros que ficaram com uma nota atribuída por Bittencourt e Prestes (no prelo) inferior a 50% da média total dos livros analisados. Foi necessário estabelecer esse critério a fim de se evitar que livros com baixíssimo conteúdo histórico adequado pudessem dar a impressão de serem melhores escolhas que outros, já que os dados da disposição ao longo da obra foram tabulados em valores percentuais;

2. apresentação específica e isolada: os conteúdos históricos têm seu lugar próprio durante o desenvolvimento do texto, não havendo articulação com o texto científico apresentado. Assim, esse item fica dividido nas seguintes subcategorias:

2.1. seções introdutórias: um texto com caráter histórico encontra-se presente no livro, porém apenas serve para iniciar o capítulo. Esta seção encontra-se delimitada ou formatada de maneira distinta do restante do texto;

2.2. *caixas de texto* posicionados no decorrer do texto científico: seções específicas sobre História da Ciência delimitadas e que não estabelecem uma comunicação direta com o texto científico apresentado pelo autor, embora estejam inseridos ao longo desse texto e possuam certo grau de correlação com a discussão do mesmo;

2.3. *caixas de texto* posicionados no término do capítulo: seções específicas sobre História da Ciência adicionados após ter sido exposto conteúdo científico pertinente;

3. conteúdo histórico distribuído ao longo do capítulo: a História da Ciência encontra-se no LD com seus conteúdos, abordagens e discussões dispersas ao longo do texto, juntamente com o desenvolvimento formal de teorias, conceitos, definições, dialogando entre si.

4. capítulo específico sobre História da Ciência: a obra dedica um ou mais capítulos inteiros à História da Ciência, separando esse conteúdo da informação teórico-científica.

3.2 Resultados

3.2.1. Resultados relativos à inserção das informações históricas nos livros didáticos

Após a leitura e reconhecimento dos trechos analisados, foi feita a seleção das passagens a serem contabilizadas e atribuídos os valores conforme as regras

especificadas. Assim, foi realizado o preenchimento de tabelas correspondentes a essa análise dos livros LD1 ao LD9.

CATEGORIA (I)

A primeira categoria diz respeito à análise do contexto epistêmico apresentado no livro (Tabela 5).

Tabela 5. Análise do contexto epistêmico das obras

	LD1			LD2			LD3			LD4			LD5			LD6			LD7			LD8			LD9			
	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	I	T	V	
1. Contexto epistêmico																												
1.1 Personagens	4	4	+4	0	1	-1	1	1	+1	2	1	+2	1	9	+1	2	1	+1	0	1	0	0	1	-1	1	1	+1	
1.2 Instrumentos	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2	0	0	-2	2	1	+2	0	0	-2	1	1	+2	1	0	0	
1.3 Objeto de estudo	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	1	1	+2	
1.4 Técnicas	1	1	+2	0	2	+1	0	1	0	0	0	-2	0	0	-2	2	1	+2	0	0	-1	1	1	+2	1	0	0	
1.5 Experimentos históricos	2	4	+6	2	2	+4	2	2	+4	2	2	+4	2	2	+4	2	2	+4	2	2	+1	2	2	+4	2	2	+4	
1.6 Fontes primárias	0	3	+3	0	0	-1	0	3	+3	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	
1.7 Fontes secundárias	0	2	+2	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1	
1.8 Outros	0	2	+2	1	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	9	17	+21	5	6	+3	4	9	+10	5	4	+4	4	12	+1	9	6	+10	3	4	-2	5	6	+6	6	4	+5	
Nota parcial normalizada (N1)	10,00			2,17			5,22			2,61			1,30			5,22			0,00			3,48			3,04			

Legenda: I = imagem; T = texto; V = valoração.

Nesta categoria, apenas, foi feita a separação de imagem (I) e texto (T), verificando, assim, se a subcategoria aparece somente de uma dessas formas, nenhuma ou ambas. Como a análise é sobre as leis de Mendel, não foi atribuído ponto à menção desse personagem no texto, por se tratar de algo que obviamente deveria ocorrer. Caso um livro não trate do episódio histórico em questão e ele seja considerado imprescindível ao ensino de Ciências, ele deve automaticamente receber a nota zero, sem haver a necessidade de se preencher as tabelas, e fazer parte da normalização das notas gerais das demais obras.

Vemos que existe uma grande discrepância entre o LD1 e os demais, já que apresenta o dobro de pontos em relação ao segundo colocado (LD3 e LD6 empatados). Vale ressaltar a escassez de uso de fontes primárias, sendo encontradas em apenas dois livros (LD1 e LD3). Por exemplo, encontramos:

Em maio ele [Mendel] escreveu a seu colega Nagëli [sic], contando a respeito da promoção: ‘... aconteceu uma virada inesperada em meus afazeres. Em 3 de março, minha modesta pessoa foi eleita chefe vitalício do mosteiro ao qual pertencço. Da modesta posição de professor de Física Experimental, vi-me movido para uma esfera que me parece muito estranha, e levará algum tempo e esforço antes que eu me sinta à vontade nela. Isso não me impedirá de dar continuidade aos experimentos de hibridização, dos quais me tornei tão aficionado; espero mesmo poder dedicar mais tempo e atenção a eles, tão logo me torne mais familiarizado com minha nova posição (LD1, p. 30).

Para minha surpresa [Tschermack], verifiquei que Mendel já havia realizado experiências semelhantes [...], tinha notado as mesmas regularidades e já havia dado a explicação para a relação 3:1 (LD3, p. 75).

No caso de um livro possuir fonte primária e não fazer uso de fonte secundária, caso do LD3, não deve ser descontado dele os pontos referentes à segunda categoria, pois se assume que a partir do momento em que o autor utilizou as fontes primárias, não é prejudicial à visão de ciência a ausência das secundárias.

CATEGORIA (II)

A seguir, verificamos a inserção da história do episódio analisado correlacionada a outras esferas do conhecimento (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise do contexto não-epistêmico das obras.

	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8		LD9	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
2. Contexto não epistêmico																		
2.1 Científico	3	+3	7	+7	3	0	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	2	-1	0	-1
2.2 Tecnológico	0	-1	1	+1	0	-1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
2.3 Social	0	-1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
2.4 Político-econômico	1	+1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
2.5 Religioso	0	-1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
Total	4	+1	11	+11	3	-4	2	-1	0	-5	0	-5	0	-5	2	-5	0	-5
Nota parcial normalizada (N2)	3,75		10,00		0,63		2,50		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

Legenda: M = menção; V = valoração.

Percebe-se a falta de apresentação do contexto mais amplo ao leitor. Isto seria possível, tendo em vista que o LD2 apresenta uma contextualização em todos os aspectos, de onde ressaltamos uma na esfera científica e outra na tecnológica, respectivamente:

Até meados do século XIX, no entanto, tudo isso [ideia de gene e cromossomo, divisão celular, DNA] era desconhecido; a hereditariedade ainda não tinha uma explicação científica (LD2, p. 13).²⁷

Repare numa ideia importante: Mendel não vê os fatores cuja existência postula, apenas deduz sua presença pela análise dos cruzamentos. (LD2, p. 14).

Vê-se, também, que a maioria dos livros recebe pontos positivos ao correlacionar a História da Ciência com o campo científico da época. Contudo, a maioria não faz o mesmo com outros eventos e situações de cunho não-científico, que aparecem relacionados ao episódio de Mendel, gerando a idéia de que a Ciência estaria isolada do restante do mundo e fosse independente do que esteja acontecendo neste. O contra-exemplo abaixo mostra a possibilidade:

Não era comum, na época, ensinar essa disciplina [ciências naturais] nas escolas; no entanto, a dona das terras acreditava que as colheitas aumentariam se o camponês aprendesse técnicas agrícolas (LD2, p. 25).

CATEGORIA (III)

Na próxima análise, vida dos personagens (Tabela 7), há um campo novo em relação às outras tabelas. Na linha com o nome da categoria foi inserida para cada livro um número entre parênteses que representa o número de personagens mencionados. Assim a valoração é realizada para as três primeiras subcategorias de forma diferente. Foi considerado que a partir do momento em que o autor cita uma personalidade, ele deve incluir os dados biográficos mínimos (nome completo, datas de nascimento e morte e nacionalidade). Se isso for cumprido o livro recebe (+1), caso não seja cumprido, para cada personagem, recebe (-1). Caso o autor não complete as três informações nem para o personagem que julgou central, atribui-se valor (-1) para cada uma das subcategorias (caso do LD7). A partir da subcategoria 3.4 esse aspecto não é mais considerado.

Vemos, inicialmente, que a quantidade de personagens abordada no mesmo trecho ao longo dos livros é bastante distinta, mostrando a diversidade de inter-relações que podem ser estabelecidas.

²⁷ Havia explicação para a herança, porém foram suplantadas pelas de Mendel, assim temos um exemplo de erro histórico conceitual.

Tabela 7. Análise da vida dos personagens das obras.

	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8		LD9	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
3. Vida dos personagens	(8)		(6)		(3)		(7)		(9)		(1)		(1)		(1)		(6)	
3.1 Nome completo	8	+1	3	-3	3	+1	7	+1	9	+1	1	+1	0	-2	1	+1	6	+1
3.2 Data de nascimento e morte	8	+1	3	-3	-3	-3	5	-2	4	-5	1	+1	0	-2	0	-1	6	+1
3.3 Nacionalidade	6	-2	2	-4	-3	-3	7	+1	4	-5	1	+1	0	-2	0	-1	3	-3
3.4 Dados sobre formação e atividade profissional do personagem considerado como central pelo autor	9	+9	12	+12	1	+1	3	+3	2	+2	1	+1	0	-1	0	-1	2	+2
3.5 Episódios e curiosidades da vida pessoal do personagem considerado central pelo autor	5	+5	6	+6	1	+1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
Total	36	+14	26	+8	-1	-3	23	+4	19	-6	4	+3	0	-8	1	-3	17	0
Nota parcial normalizada (N3)	10,00		7,27		2,27		5,45		0,91		5,00		0,00		2,27		3,64	

Legenda: M = menção; V = valoração.

Assim, considera-se uma inserção minimamente adequada:

A maior contribuição para a Genética atual²⁸ foi dada pelo monge Gregor **Mendel** (1822-1884), que realizou experimentos com ervilhadas cultivadas em seu jardim, no mosteiro de Brünn, na Áustria (atualmente Brno, na República Tcheca) (LD9, p. 424).

Por exemplo, para a subcategoria 3.4 podemos usar como exemplo:

"Durante seu noviciado aprendeu ciências agrárias e técnicas de polinização artificial, que permitiam realizar cruzamentos entre variedades de plantas." (LD1, p. 19)

E na subcategoria 3.5:

"Mendel querendo continuar a estudar, porém impossibilitado de fazê-lo porque seus pais eram agricultores pobres, resolveu entrar como noviço no mosteiro agostiniano de São Tomás, na cidade Brünn. Quatro anos mais tarde, em 1847, ele ordenou-se padre" (LD1, p. 19)

"Retornou ao mosteiro de Brno, em 1853 e, em 1856, voltou a Viena para submeter-se aos exames para o magistério, tendo sido novamente reprovado. Ao que tudo indica, o motivo da reprovação deveu-se à divergência entre as idéias de Mendel e as de um

²⁸ Ressaltamos que na análise desse item estamos com nossa atenção voltada para as informações acerca de Mendel, e não para problemas frequentemente relatado em pesquisas de HC, que poderiam ser exemplificados pelo começo da frase.

examinador quanto à reprodução sexuada em plantas (segundo os historiadores, Mendel é quem tinha razão)." (LD1, p. 19)

De acordo com as demais subcategorias percebemos uma maior atenção dos autores à quantidade de informação acerca da vida profissional e pessoal do personagem considerado central por parte dos LD1 e LD2, o que resulta numa maior nota parcial destes dois.

CATEGORIA (IV)

A seguir, foi feita uma análise das características dos personagens apontadas pelo autor (Tabela 8).

Tabela 8. Análise das características dos personagens considerados centrais.

	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8		LD9	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
4. Característica dos personagens considerados centrais pelo autor																		
4.1 Características pessoais, sentimento, caráter, humor, fama	3	+3	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	+1	1	-2	0	-1	0	-1
4.2 Características intelectuais (habilidades)	2	-1	1	-2	2	-1	1	-2	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
4.3 Aposto ou feitos extraordinários conferidos	0	+1	1	-1	3	-3	1	-1	1	-1	1	-1	0	-1	1	-1	1	-1
Total	5	+3	2	-4	5	-5	2	-4	1	-3	2	-1	1	-4	1	-3	1	-3
Nota parcial normalizada (N4)	10,00		1,25		0,00		1,25		2,50		5,00		1,25		2,50		2,50	

Legenda: M = menção; V = valoração.

Nesta busca, encontramos em cinco obras o uso da expressão “pai da Genética”, atribuída a Mendel. O emprego deste aposto traz implicitamente uma idéia que afasta o aluno da concepção de Ciência que se considera adequada, ao sugerir que Mendel foi o criador da Genética, tendo cunhado o termo e não tendo havido personagens relevantes antes de seu tempo ou mesmo contemporâneo a ele. Perceba que nesse caso à presença do aposto é conferida uma pontuação negativa (-1), seja por transformar o cientista num ser superior aos demais humanos, seja por apresentar a falsa ideia de que o conhecimento científico é produzido por indivíduos isolados.

Aproveitemos duas passagens do LD1 na subcategoria 4.2 para exemplificarmos particularidades da ferramenta:

Com o objetivo de obter um diploma definitivo de professor, ele submeteu-se a exames de competência em Viena, mas foi reprovado. Os examinadores, no entanto, o recomendaram à universidade vienense, pois o viam como alguém que poderia aprofundar-se nos estudos (LD1, p. 19).

Suas idéias eram tão avançadas que não foram compreendidas na época, só vindo a ser redescobertas 35 anos mais tarde (...) (LD 1, p. 19).

O primeiro trecho selecionado trata de suas habilidades de forma natural, sem sobrevalorizar o personagem. Mostra que ele foi reprovado, como pode ocorrer na vida de qualquer outro ser humano. Por sua vez, o segundo trecho erra ao julgar as ideias de Mendel tão a frente de seu tempo. Lembremo-nos que mostramos no segundo capítulo que há diversos fatores que explicam o porquê de seu trabalho ter sido negligenciado e que Mendel trabalhava com dados e ideias disponíveis na época compreensíveis a qualquer contemporâneo. Dessa maneira o primeiro excerto recebe o valor (+1), porém o segundo ganha (-2), resultando então no valor (-1) presente na tabela.

CATEGORIA (V)

Quanto à comunidade de estudiosos (Tabela 9), verifica-se que cinco obras fazem menção à interação de personagens com Mendel, sejam contemporâneos a ele ou posteriores. Nesse caso específico, não foi descontado ponto das obras que o classificam como personagem individual, já que Mendel realmente conduziu suas experiências dessa maneira.

Assim ocorre no LD5 que ao tratar de Mendel gera uma visão incorreta, mas ao tratar dos “redescobridores” atua de forma mais adequada, embora caiba a interpretação que seja para aumentar a genialidade de Mendel:

Mesmo antes dessa descoberta [genes], as leis básicas da hereditariedade começaram a ser desvendadas por Mendel em um mosteiro da cidade de Brünn na Áustria (hoje Brno, na República Tcheca) (LD 5, p. 356).

[Correns, de Vries e Tschermak] trabalhando de forma independente e sem conhecimento das experiências de Mendel, descobriram as mesmas leis da hereditariedade. Quando consultaram a literatura

especializada, verificaram que ele já tinha antecipado suas conclusões 34 anos antes (LD5, p. 368).

Neste ponto, vale ressaltar que a pessoa que vier a utilizar essa ferramenta não precisa ter domínio sobre o conteúdo histórico em questão, pois, caso não soubesse dessa informação sobre o monge, teria pontuado todas as obras com valor (-1) e como estamos num estudo comparativo, e todas receberiam essa pontuação negativa, não haveria prejuízo causado à análise.

Tabela 9. Análise da comunidade de estudiosos.

	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8		LD9	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5. Comunidade de estudiosos	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5.1 Personagens individuais	2	-1	1	0	1	0	1	0	2	-1	1	0	1	0	1	0	1	0
5.2 Grupos de personagens	0	0	0	-1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
5.3 Interação com personagem	4	+4	4	+4	3	+3	2	+2	2	+2	0	-1	0	-1	0	-1	4	+4
Total	6	+3	5	+3	3	+4	3	+1	4	0	1	-2	1	-2	1	-2	5	+3
Nota parcial normalizada (N5)	8,33		8,33		10,00		5,00		3,33		0,00		0,00		0,00		8,33	

Legenda: M = menção; V = valoração.

CATEGORIA (VI)

Finalmente chegamos à análise das ideias propostas por Mendel e como se dá sua abordagem (Tabela 10). Duas obras (LD7 e LD8) trabalham com a simples menção da segunda lei de Mendel, sem explicar como a ideia se desenvolveu. Vale perceber que esses dois livros resultam nas menores notas por, também, não trabalharem a fundamentação das duas leis, nem a aceitação delas ou mesmo aplicação nos dias de hoje.

Tabela 10. Análise da abordagem das ideias.

	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8		LD9	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
6. Abordagem das ideias	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
6.1 Simples menção	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	0	0
6.2 Desenvolvimento	2	+2	2	+2	2	+2	2	+2	2	+2	2	+2	1	+1	1	+1	2	+2
6.3 Fundamentação	2	+2	6	+6	2	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
6.4 Aceitação ou não na época	2	+2	2	+2	1	+1	2	+2	2	+2	0	-1	0	-1	0	-1	2	+2
6.5 Correlação com ideias posteriores e/ou atuais	3	+3	5	+5	3	0	2	+2	4	+4	3	+3	0	-1	2	+2	5	+5
6.6 Aplicação prática da ideia nos dias de hoje	1	+1	0	-1	0	0	0	-1	1	+1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1
Total	10	+10	15	+14	8	+3	6	+4	9	+8	5	+2	2	-4	4	-1	9	+7
Nota parcial normalizada (N6)	7,78		10,00		3,89		4,44		6,67		3,33		0,00		1,67		6,11	

Legenda: M = menção; V = valoração.

Vale lembrar que as subcategorias 6.3 e 6.4 abrigam para o leitor um elemento histórico precioso: a existência de pessoas que pesquisaram algo semelhante e/ou pertinente antes e o fato de que a ciência como conhecemos hoje é um processo de construção do qual fazem parte períodos em que não se aceitava o que hoje é aceito pela comunidade científica.

Vejamos um exemplo da subcategoria 6.1 temos:

De acordo com a segunda Lei de Mendel: Quando dois ou mais pares de genes alelos, localizados em cromossomos homólogos diferentes, não se fundem no heterozigoto, cada um deles age e segrega independente do outro, totalmente ao acaso e com a mesma probabilidade, na formação dos gametas (LD7, p. 267).

Para podermos comparar dentro do mesmo livro, selecionamos um outro ponto, no qual há o desenvolvimento de uma ideia, exemplificando a subcategoria 6.2:

Mendel ao cruzar ervilhas de flores vermelhas (puras) com outras de flores brancas (puras), notou que a primeira geração ou primeira filiação, representada por F_1 , possuía somente flores vermelhas e iguais aos seus progenitores vermelhos. Como não apareceu nenhum descendente com flores brancas, Mendel procurou encontrar o motivo desse fato. Cruzou então os indivíduos vermelhos de F_1 entre si e verificou surpreso que as flores brancas reapareceram em F_2 ou segunda filiação, mas em proporção menor do que as vermelhas. A geração F_2 foi obtida pela autofertilização ou autofecundação dos descendentes de F_1 . (LD7, p. 261).

Os próximos trechos, de outra obra, mostram como o autor pode ir além, tratando de fundamentar a ideia proposta, conforme subcategoria 6.3:

a teoria que Mendel construíra tendo por base apenas os resultados de seus cruzamentos (LD1, p. 59)

ou, ainda, falando de como isso foi ou não aceito na época, conforme subcategoria 6.4:

O mundo científico estava, então, empenhado nos apaixonantes debates sobre a teoria da evolução, que se seguiram à publicação, em 1859, da famosa obra de Charles Darwin sobre *A Origem das espécies*. O trabalho de Mendel passou despercebido. Alguns dos

maiores biólogos da época que o leram não souberam avaliar sua importância.²⁹ (LD1, p. 53).

CATEGORIA (VII)

No último quesito, o desenvolvimento da Ciência, a tabela é diferente das demais e com valoração, também distinta (Tabela 11).

Tabela 11. Análise do desenvolvimento da Ciência

	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8	LD9
7. Desenvolvimento da Ciência									
7.1 Ausência de menção a algum período							X		
7.2 Menção explícita a um único período						X		X	
7.3 Períodos discretos			X	X	X				
7.4 Linear	X	X							X
7.5 Histórico									
Valoração	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-4	-3	-1
Nota parcial normalizada (N7)	10,00	10,00	6,67	6,67	6,67	3,33	0,00	3,33	10,00

Nela se interpreta como a História da Ciência se desenvolveu, marcando com um X no local adequado, e foram atribuídos pontos de (-4) a (-1) correspondentes, respectivamente, às subcategorias de 7.1 a 7.4. Caso alguma obra tivesse um desenvolvimento predominante da subcategoria 7.5, teria recebido valor (+1). Portanto, considera-se que somente se a obra tivesse uma perspectiva histórica estaria adequada e quanto mais distante disso, pior seria o tratamento dado.

Assim, vê-se que há desde obras que não fazem menção a período algum (LD7) a obras que possuem a interligação de períodos de forma progressiva, denotando uma Ciência que sempre é progressiva (LD1, LD2, LD9).

A partir das notas parciais de cada categoria (N1 a N7), foi realizada média aritmética para obter uma nota geral sobre a abordagem histórica desse episódio (NG) e organizá-las segundo esse valor (Tabela 12).

Vale notar que era de se esperar que figurassem nas quatro primeiras posições os livros que pertencem a coleções didáticas seriadas (LD1 a LD4). Porém, na terceira posição está uma obra que consiste em volume único (LD9), mostrando que é possível, mesmo com uma limitação do número de páginas, a inserção de informações históricas de forma mais adequada.

²⁹ Vale a ressalva que a ferramenta não consegue identificar se a informação presente está correta ou não. Sugere-se ao professor que após a aplicação da ferramenta de análise da qualidade da informação histórica preocupe-se em avaliá-la consultando literatura especializada. No caso do episódio de Mendel, foi fornecido no capítulo 2 desta pesquisa um texto que pode ser consultado.

Tabela 12. Nota geral de cada obra em ordem decrescente

Obras	NG
LD1	8,55
LD2	7,00
LD9	4,80
LD3	4,10
LD4	3,99
LD6	3,13
LD5	3,05
LD8	1,89
LD7	0,18

3.2.2. Resultados relativos à disposição das informações de cunho histórico

De posse dos dados qualitativos das inserções históricas foi possível verificar a localização das mesmas no livro didático e estipular em qual das categorias estabelecidas nesta pesquisa se enquadram (Tabela 13).

Tabela 13. Análise da disposição da informação histórica.

Disposição da informação histórica		LD1	LD2	LD9	LD3	LD4	LD6	LD5	LD8	LD7
1. ausência de material histórico ou conteúdo muito reduzido		-	-	-	-	-	-	-	x	x
2. apresentação específica e isolada	2.1. seções introdutórias	1,1%	17,6%	6,5%	35,7%	6,5%	35,7%	16,0%		
	2.2. caixa de texto ao longo do texto	25,3%	4,4%	8,7%	11,9%	8,7%	21,4%	-		
	2.3. caixa de texto no término do capítulo	20,7%	52,9%	4,3%	11,9%	47,8%	-	64,0%		
3. conteúdo histórico distribuído ao longo do texto		52,9%	25,0%	17,4%	40,5%	37,0%	42,9%	20,0%		
4. capítulo específico sobre História da Ciência		-	-	63,0%	-	-	-	-		

Os LD7 e LD8, por terem nota atribuída ao seu conteúdo histórico muito baixa, não tiveram a disposição do mesmo analisado por se considerar que este estudo fornece mais um critério para a escolha do professor de seu material e que esse professor pretende fazer uso da História da Ciência contida nele. Assim, não é interessante ao professor aplicar esta ferramenta em livros cujo conteúdo de cunho histórico seja muito inferior a outras opções que também estejam à sua disposição.

Ainda dos resultados obtidos, percebe-se que apenas o LD1 possui a maioria do seu conteúdo histórico distribuído ao longo do texto, dialogando com o conteúdo científico atual. Por sua vez, o LD2, que segundo a adequação das informações

históricas fora o segundo na colocação, no que tange à disposição possui uma quantidade muito elevada de informação de História da Ciência em regiões específicas e isoladas do texto de conteúdo atual científico. Analisando o LD3, a situação é um pouco diferente, possui uma menor quantidade de informações históricas, porém dispostas ao longo do texto da obra. E somente o LD9 faz uso de um capítulo dedicado exclusivamente à História da Ciência, o que embora permita uma abordagem mais detalhada, afasta essas informações do restante do conteúdo da obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa analisou-se a abordagem histórica contida nos livros didáticos brasileiros de Biologia, tanto do ponto de vista de qualidade da inserção da informação de cunho histórico, quanto sua disposição. Os livros didáticos submetidos a essa análise consistem nas nove obras aprovadas pelo PNLEM-2007, dentre as vinte que foram, inicialmente, postas sob sua avaliação (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2007, p. 505). O episódio histórico selecionado corresponde às contribuições de Gregor Mendel à Genética, que faz parte do currículo proposto em documentos oficiais como o PCNEM (BRASIL, 2002a, p. 225), PCN+ (BRASIL, 2002b, p.46) e a *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia* (FINI, 2008, p. 52). Dessa maneira, pôde-se assumir que as contribuições de Mendel estariam presentes nessas nove obras analisadas. Realmente encontramos esse tópico em todas as obras pesquisadas, porém em duas delas (LD7 e LD8) o conteúdo histórico é ínfimo, e, portanto, não foram avaliadas quanto à disposição de inserções de cunho histórico como as demais (Tabela 13).

No segundo capítulo dessa pesquisa, a partir de fontes primárias e secundárias, foi organizado um texto de apoio ao professor do ensino médio contextualizando Mendel em sua época, abordando seus desejos pessoais, seu desenvolvimento profissional no monastério e no meio científico, correlacionando-o a seus contemporâneos e inserindo suas descobertas e ideias entre as de outros pesquisadores anteriores a seu tempo e às concepções dos posteriores à sua morte.

Para tal análise desenvolveu-se uma ferramenta, baseada em Leite (2002) e Vidal (2009), que consiste num guia de análise que permite ao professor averiguar a informação histórica em relação à: (1) presença quantitativa de inserções de cunho histórico e uma visão qualitativa delas e (2) forma de apresentação do material histórico.

Considerando que as informações presentes nos livros didáticos irão influenciar a visão de Ciência que seus leitores terão, afetando os professores, é de se esperar que afete também os alunos. A análise aqui realizada mostra que os livros, diversas vezes, deixam de contribuir para uma noção mais adequada da Natureza da Ciência (NdC). Vale lembrar que não há um consenso sobre os critérios de uma visão adequada de NdC, e, portanto, foram seguidos aqueles estabelecidos em Lederman (2008) aliados às ideias de não formação de mitos e pseudo-história

presente em Allchin (2004). Assim o professor tem nesta pesquisa, à sua disposição, um capítulo teórico sobre o episódio de Gregor Mendel que pode utilizar para verificar as informações presentes na obra a ser selecionada e uma ferramenta que pode facilmente analisar a qualidade da informação para que não perpetue concepções errôneas sobre a Ciência.

Assim, na categoria (I) – contexto epistêmico – apenas os LDs 1, 3 e 6 apresentam informações de qualidade em quantidade suficiente. Porém, mesmo dentre esses é nítida a diferença do LD1 para os demais, já que a ele foi atribuída a nota 10 e os demais apresentam apenas a metade disso. Aí vemos a importância da normalização realizada, pois os intervalos entre as notas tornam-se bem evidentes e significativos.

Já na categoria (II) – contexto não-epistêmico – temos cinco obras das nove aprovadas que não apresentam qualquer relação entre o conteúdo científico das contribuições de Mendel com outras esferas igualmente importantes, como a social, tecnológica ou religiosa.

Na categoria (III) e (IV) – vida dos personagens e análise de suas características – temos 6 e 7 obras abaixo da média, respectivamente, reforçando, por exemplo a “genialidade” de Mendel (LD4) ou deixando uma imagem do pensador idealizada, como fazem os LDs 5, 6, 7, 8 e 9.

Na categoria (V) – análise da comunidade de estudiosos – a maioria dos livros, cinco dentre os nove, trouxe de forma adequada, mostrando a relação de Mendel com outros pesquisadores.

Na próxima categoria, a (VI) – análise da abordagem das ideias – quatro livros apresentaram nota acima da média, ficando o LD7 e o LD8 muito distante dos demais, por nem sequer fundamentar a ideia ou mesmo contextualizá-la.

Na última categoria, a (VII) – desenvolvimento da Ciência – nenhuma obra apresenta uma narrativa histórica, sendo todas dotadas de um discurso inadequado, havendo desde a total ausência de menção a qualquer período (LD7) até um percurso linear (LDs 1, 2 e 9).

Assim, vemos que vários desses livros aprovados pelo PNLEM-2007 caracterizam muitas vezes os cientistas como pessoas geniais que construíram seu trabalho individualmente e segundo uma forma progressiva, linear, de desenvolvimento das ideias científicas.

Analisando a nota geral atribuída às obras (Tabela 12) verifica-se que os livros didáticos selecionados pelo PNLEM-2007, no que tange o uso da História da Ciência, estão bastante aquém do desejado, já que apenas dois apresentam nota geral superior a cinco. Com essa valoração, queremos ressaltar a importância de se lançar mão da História da Ciência como ferramenta para uma melhoria da visão do leitor, seja ele o professor de Ciências ou o aluno, acerca da natureza da Ciência, e também, evidenciar como os livros didáticos são díspares quanto a este uso, e que infelizmente algumas obras são amplamente distribuídas, embora não sejam interessantes no uso de HC.

Além de ter verificado a qualidade da informação com a primeira parte da ferramenta e a veracidade contrastando com o capítulo dois dessa pesquisa, o professor deve ainda verificar se o conteúdo dialoga de maneira adequada com o restante do livro. Acredita-se que o ideal seja um texto que possua a informação do conteúdo atual científico, mesclado com a informação científico-histórica. De acordo com a Tabela 13, somente uma obra (LD1) apresenta mais que metade do seu conteúdo (52,9%) distribuído ao longo da obra. Há uma obra (LD3) que separa 63% desse conteúdo em um capítulo à parte, que permite um maior detalhamento da informação, mas deixa-a desvinculada do restante das informações.

Outro determinante a se pensar diz respeito à subjetividade do recorte feito pelo autor ao decidir o que colocaria ou deixaria de lado ao escrever o livro, levando em conta também se a edição será seriada ou volume único. Também deve-se levar em conta, que normalmente os autores têm maior familiaridade por uma determinada área, podendo ter deixado outras áreas preteridas em termos de informação de cunho histórico.

Assim, embora, não seja possível o professor de ensino médio fazer essa análise integralmente para diversos episódios históricos, é possível que ele utilize a ferramenta apresentada neste trabalho para verificar o efeito provocado na visão dos alunos acerca da Natureza da Ciência e construção do conhecimento científico, tal qual encontrado em Lederman (2007) e McCommas (1998).

Os problemas aqui detectados permitem concluir que o processo de avaliação dos livros didáticos pelo MEC precisa ser aprimorado para encampar uma análise crítica dos conteúdos históricos. Assim, considera-se que a história da ciência deva ter um peso maior na análise do que o dado até o presente.

Por ora, esse processo fica a cargo do professor responsável pela escolha do material a ser adotado em sua escola. Vale ressaltar que esta ferramenta confere certa autonomia para que o professor do Ensino Médio possa avaliar a inserção de relatos históricos em livros didáticos, independentemente de seu conhecimento em História da Ciência em geral ou do episódio histórico particular que pretenda trabalhar. Mesmo sem ter conhecimentos históricos aprofundados sobre aspectos epistêmicos e não-epistêmicos da ciência, como conceitos e metodologias, personagens, grupos de pesquisa, relações institucionais, modos de difusão dos saberes, etc., o professor pode, com o uso da ferramenta, problematizar esses aspectos e discuti-los com seus alunos. Paralelamente, a familiaridade com o instrumento pode ser de grande auxílio na análise e escolha de material adequado para seus alunos.

Mesmo tendo analisado somente um episódio histórico de cada obra, acredita-se que esta pesquisa contribui para indicar caminhos possíveis para o aprimoramento histórico dos livros didáticos para o ensino médio de biologia.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, pp. 665–701, 2000.

ALBERTS, B. Redefining science education. **Science**, v. 323, p. 437, 2009.

ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, n. 3, pp. 179-195, 2004.

ALTERS, Brian J. Whose nature of science? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 1, pp. 39-55, 1997.

BATESON, William. **Mendel's principles of heredity: A defence**. Londres: Cambridge University Press, 1ª ed, 1902.

BELL, R. Implicit instruction in technology integration and the nature of science: there's no such thing as a free lunch. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v.1, n. 4, 2001. Disponível em: <www.citejournal.org/vol1/iss4/current_issues/science/article2.htm> Acesso em: 12 ago 2011.

BIZZO, Nélio; EL-HANI, Charbel N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. Pp. 235-257, *in*: MARTINS, Lilian A. P.; PRESTES, Maria Elice B. (eds.). **Filosofia e História da Biologia**. Campinas: ABFHIB; São Paulo: FAPESP; Rio de Janeiro: Booklink, v. 4, 2009.

BLIXT, Stig. Why didn't Gregor Mendel Find linkage? **Nature**, v. 256, p. 206, jul. 1975.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. PARECER CNE/CES N 1301/2001, de 6 de novembro**. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002a.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002b. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

_____. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM): Biologia**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/biologia_v7.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

_____. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM/2009): Biologia**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Básica, 2008. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guia-do-livro/item/3812-guia-pnld-2009-ensino-medio>>. Acesso em: 02 jan. 2013.

_____. **Guia de Livros Didáticos: PNLD-2012: Biologia**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Básica, 2011. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guia-do-livro/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-medio>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

_____. Ministério da Educação. Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Livro didático: PNLD e PNLEM**. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-pnld-e-pnlem>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

_____. Ministério da Educação. Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Programa nacional do livro didático para o ensino médio – PNLEM**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?id=13608&option=com_content&view=article> Acesso em: 01 jul. 2010.

CACHAPUZ, Antonio; PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; MARTINEZ-TERRADES, Isabel. A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, pp. 155-195, 2001.

CALLENDEL, R. A. Gregor Mendel: an opponent of descent with modification. **History of Science**, v. 26, pp. 41-75, 1988.

CLOUGH, M. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: questions rather than tenets. **The Pantaneto Forum**, n. 25, 2007. Disponível em: <www.pantaneto.co.uk/issue25/clough.htm> Acesso em 18 fev 2012.

CLOUGH, M., OLSON, J., VANDERLINDEN, D. et al. The impact of historical short stories on post-secondary biology and geology students' understanding of science content and the nature of science. **National Conference Association for Science and Teaching Education (ASTE)**, Clearwater, FL, USA, 2007.

COELHO, R. T.; BAO, F.; CORRENTE, A. C. R.; ROSSI, A. A. B. Genética na Escola: dificuldades dos docentes no processo de ensino-aprendizagem em Sinop-MT. Salvador: **Resumos do 54º Congresso Brasileiro de Genética**, p. 8, 2008.

CONSULADO GERAL DA REPÚBLICA TCHECA EM SÃO PAULO. Disponível em <http://www.mzv.cz/saopaulo/pt/informacoes_sobre_a_republica_tcheca/historia_do_pais/historia_da_republica_tcheca.html> Acesso em 09 out 2012.

DI TROCCHIO, F. Mendel's experiments: a reinterpretation. **Journal of History of Biology**, v. 24, pp. 485-519, 1991.

DOBZHANSKY, T. Looking back at Mendel's discovery. **Science**, v. 156, pp. 1588-1589, 1967.

EDWARDS, W. F. Are Mendel's results really too close? **Biological Review**, v. 61, pp. 295-312, 1986.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. da. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, pp. 266-313, 2004.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N.; ROCHA, P. L. B. da. Brazilian High School Biology Textbooks: results from a National Program. Pp. 505-516, *in*: IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks, 2007, Hammamet. **Proceedings of the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks**. Tunis: University of Tunis, 2007.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N.; VANZELA, A. L. L. et al.. Brazilian high school biology textbooks: main conceptual problems in genetics and cell & molecular biology. Pp. 494-504, *in*: IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks, 2007, Tunis. **Proceedings of the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks**. Tunis: IOSTE, 2007.

FINI, Maria Inês. (Coord.). **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia**. São Paulo: Secretaria de Estado de Educação, 2008.

FISHER, A. Has Mendel's work been rediscovered? **Annals of Science**, v. 1, pp. 115-137, 1936.

FLODIN, V. S. The necessity of making visible concepts with multiple meanings in science education: the use of the gene concept in a biology textbook. **Science & Education**, v. 18, pp. 73-94, 2009.

FOCKE, W. O. **Pflanzen-Mischlinge: ein Beitrag zur Biologie der Gewächse**. Berlin: Ed. Eggers., 1881.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A., & PRAIA, J. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 125-153, 2001.

HARTL, D. L.; OREL, V. What did Gregor Mendel think he discovered? **Genetics**, v. 131, pp. 245-253, jun. 1992.

HEIMANS, J. Ein Notizblatt aus dem Nachlass Gregor Mendel mit Analysen eines seiner Kreuzungsversuche. **Folia Mendeliana**, v. 4, pp. 5-36, 1968.

HENIG, R. M. **The Monk in the garden: the lost and found genius of Gregor Mendel, the Father of Genetics**. Nova York: Mariner Books, 304 p., 2001.

HUCKABEE, Coleen J. Influences on Mendel. **The American Biology Teacher**, v. 51, n. 2, fev 1989.

ILTIS, Hugo. **Life of Mendel**. London: George Allen & Unwin Ltda, 1932.

KAMPOURAKIS, K. Mendel and the path to genetics: portraying science as a social process. **Science & Education, Online First**, nov. 2010. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/wx16520817q50241/fulltext.pdf>>. Acesso em 03 jul. 2011.

LEDERMAN, Norman G., ABELL, Sandra K. Nature of Science: Past, Present, and Future. Pp. 831-879, *in*: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2007.

LEITE, Laurinda. History of Science in Science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. **Science and Education**, v. 11, n. 2, p. 333-359, jul. 2002.

LEWIS, J.; WOODROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? **International Journal of Science Education**, v. 22, pp. 177-195, 2000.

LONGDEN, Bernard. Genetics: are there inherent learning difficulties? **Journal of Biological Education**, v. 16, n. 2, p. 135-140, sum. 1982.

LONSBURY, J. and ELLIS, J. Science history as a means to nature of science concepts: using the development of understanding related to mechanisms of inheritance. **Electronic Journal of Science Education**, v. 7, n. 2, 2002.

MAIENSCHEIN, J. Commentary to the future: arguments for science literacy. **Science Communication**, v. 21, pp. 75–87, 1999.

MARTIN, B.; KASS, H.; BROUWER, W. Authentic science: A diversity of meanings. **Science Education**, v. 74, n. 5, pp. 541-554, 1990.

MARTINS, L. A. P. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme**, n.14, pp. 27-55, jan./jul. 2002.

_____. **A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação**. Campinas, 1997. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

MARTINS, R. de A. Sobre o papel da História da Ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, pp. 3-5, 1990.

MATTHEWS, Michael R. **Science Teaching – The role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994a.

_____. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 2, pp. 255-277, 1994b.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H., CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: An introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, pp. 249–263, 2008.

MEGID NETO, Jorge, & FRACALANZA, Hilário. O livro didático de Ciências: Problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 147-157, 2003.

MEIJER, O. G. The essence of Mendel's discovery, pp. 123- 172 in **Gregor Mendel and the Foundation of Genetics**, edited by V. OREL and A. MATALOVA. Mendelianum of the Moravian Museum, Brno, Czechoslovakia, 1983.

MENDEL, Gregor. Versuche über Pflanzenhybriden. **Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn** (1865), Abhandlungen, IV, pp. 3-47, 1866.

METZ, D., KLASSEN, S., MCMILLAN, B. et al. Building a foundation for the use of historical narratives. **Science & Education**, v. 16, pp. 313–334, 2007.

MONAGHAN F. V., CORCOS, A. F. The real objective of Mendel's paper. **Biology and Philosophy**, v. 5, n. 267-292, 1990.

MUSEU MENDEL DE GENÉTICA. Disponível em <<http://www.mendel-museum.com>>. Acesso em 09 mar 2013.

MOORE, J. Opening remarks: thinking and deciding. **American Zoologist**, v. 26, pp. 573–581, 1986.

MORTIMER, Eduardo F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, v. 7, n. 40, p. 24-41, 1988.

OLBY, R. Mendel, no Mendelian? **History of Science**, v. 17, pp. 53-72, 1979.

_____. **Origins of Mendelism**. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

OREL, V. **Gregor Mendel: the first geneticist**. Oxford Univ. Press, 1996.

PAGLIARINI, C. R.; SILVA, C. C. A Estrutura dos Mitos Históricos nos Livros de Física. **X EPEF: EPEF 20 anos - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 15 a 19 de Agosto de 2006, Londrina, PR. Anais..., 2007. São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física. Disponível em <<http://www.ifsc.usp.br/~cibelle/arquivos/T0124-1.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2013.

PORTAL TOL. Disponível em <<http://artigos.tol.pro.br/portal/linguagens/Gymnasium>>. Acesso em: 04 mar 2013.

PRESTES, Maria Elice B.; CALDEIRA, Ana Maria de A. Introdução: A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, pp. 1-16, 2009.

RÉDEI, George P. *Vignettes of the history of genetics in Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding*, editado por Manjit S. Kang. Londres: **CABI Publishing**, pp 1-20, 2002.

RICHTER O. Ein kleiner Beitrag zur Biographie P. Gregor Mendel. **Festschrift der Technischen Hochschule in Brunn**, v. 7, pp. 130-139, 1924.

ROBERTS, H. F. **Plant Hybridization before Mendel**. New Jersey: Princeton University Press, 1929.

ROSA, S. R. G.; SILVA, M. R. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.2, p.59-78, jul. 2010.

RUTHERFORD, J.; Ahlgren, A. **Science for all americans**. Oxford Univ. Press, 1991.

SANDLER I., SANDLER, L. A conceptual ambiguity that contributed to the neglect of Mendel's paper. **History and Philosophy of Life Sciences**, v. 7, pp. 3-70, 1985.

SANTOS, Cecília H. V. dos. **História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida londrina**. Paraná: 2006. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina.

SILVA, Cibelle C.; MARTINS, Roberto A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, Cibelle C; PAGLIARINI, C. de R. A natureza da ciência em livros. Curitiba: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008.

STANSFIELD, William D. Teaching Mendelism. **The American Biology Teacher**, v. 70, n. 6, pp. 345-349, 2008.

STERN, C.; SHERWOOD, E. R. **The Origin of Genetics – A Mendel Source Book**. São Francisco e Londres: W. H. Freeman and Company, 1966.

TSUI, Chi-Yan; TREAGUST, David. Learning genetics with computer dragons. **Journal of Biological Education**, v. 37, n. 2, pp. 96-98, 2003.

VIDAL, Paulo Henrique O. **A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM-2007**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

WELDON, W. F. R. 1902. Mendel's laws of alternative inheritance in peas. **Biometrika**, v. 1, pp. 228-254. Disponível em <http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/holdings/w/wfrw-02.pdf> Acesso em 05 out 2012.

WESTERLUND, Julie F.; FAIRBANKS, Daniel J. Gregor Mendel's classic paper and the nature of science in genetic courses. **Hereditas**, v. 147, pp. 293-303, 2010.