

Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel

Paradigms, hypothesis and findings: The Biology Teaching and the Mendel's Laws

Alberto Lopo Montalvão Neto

Mestrando em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). neto_19901812@yahoo.com.br

Kassiana Miguel

Mestranda em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). kassianamiguelunioeste@gmail.com

Patrícia Montanari Giraldi

Professora adjunta do Departamento de Metodologia de Ensino (MEN).
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). patriciamgiraldi@gmail.com

Resumo

A Genética é um dos grandes desafios do Ensino de Biologia, não apenas por sua complexidade e níveis de abstração, como também pela dificuldade de contextualização histórica de seus conteúdos, conceitos e terminologias. Não obstante, as Leis de Mendel, um dos paradigmas vigentes na Biologia, ocupam espaço privilegiado no ensino. Pensando nisso, esse trabalho tem como objetivo realizar reflexões epistemológicas com base na noção de *paradigma* de Thomas Kuhn e de *estilo de pensamento/coletivo de pensamento* de Ludwick Fleck, além de algumas reflexões de Steven French sobre o contexto de *descoberta* e *justificação* das pesquisas científicas. Refletiremos, também, sobre como conteúdos paradigmáticos são apresentados em livros didáticos. Para isso, analisaremos quatro livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012.

Palavras-chave: Ensino de Genética, Paradigma, Descoberta, Leis de Mendel.

Abstract

Genetics is one of the biggest challenges to the teaching process of Biology, not only for its complexity and abstract levels, but also by the difficulty to contextualize historically its contents, concepts and terminologies. The Mendel's Laws – one of the existing paradigms in the area of Biology –, has still got a privileged space along the lessons. The aim of this work is to establish epistemological reflections, based upon Thomas Kuhn's notion of paradigm and also upon Ludwick Fleck's style of thinking/collective of thinking, as well as some of Steven French's thoughts about the context of discovery and justifications of the scientifically researches. Besides, we also reflect about how paradigmatic contents are presented in Biology textbooks. We'll analyze four Biology textbooks publishing for high school students, which

were approved by the National Program for Textbooks [in Portuguese: Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)] in 2012.

Key words: Paradigm, Discovery, Genetic Classes, Mendel's Laws.

Introdução

Na pesquisa científica, a maneira como se entende um assunto passa por modificações. Na maioria das vezes, essas mudanças causam pequenas diferenças em sua estrutura geral, mas, em alguns casos, ocorrem mudanças revolucionárias, que não só alteram compreensões, como promovem abertura a diferentes perspectivas, podendo desencadear o início de novas interpretações a respeito de um conhecimento. Segundo Ostermann (1996) no livro *A Estrutura de Revoluções Científicas* (1975), de Thomas Kuhn, as rupturas na construção científica são atribuídas às “mudanças de paradigma”, termo utilizado, genericamente, para descrever uma modificação profunda em nossos pontos de referência. De acordo com Kuhn (1975, p. 13) “paradigmas” são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. Um exemplo paradigmático são os estudos de Gregor Mendel, que revolucionaram não só a Biologia, como, também, o seu ensino.

Anteriormente às Leis de Mendel, paradigmas como a teoria da pré-formação, epigênese e pangênese predominavam. Foi apenas em 1900 – com a retomada das ideias de Mendel por Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermak – que a genética foi “redescoberta” (COUTINHO, 1998). Contudo, apesar de tardiamente difundidas, as ideias de Mendel proporcionaram uma “revolução científica”, estabelecendo-se como paradigma. Mas, foram tais ideias formuladas pela genialidade iluminada de Mendel ou por seu trabalho minucioso?

A genética é apontada como uma das áreas mais desafiadoras no ensino, não só pela complexidade de seus conteúdos, que necessitam de grande capacidade de abstração ou por seus rápidos avanços nas últimas décadas, mas, também, pela falta de contextualização histórica. Seus conteúdos, muitas vezes, possuem abordagens fragmentadas, descontextualizadas ou desatualizadas (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009), corroborando para a mera memorização, sem que ocorram aprendizagens significativas (SCHEID; FERRARI, 2006; KOVALESKI; ARAÚJO, 2013). Assim, no ensino, a Ciência é apresentada de forma linear e dogmatizada, e a atividade científica é colocada como algo elaborado por gênios (SILVÁRIO; MAESTRELLI, 2010).

Nas últimas décadas, observa-se mudanças no campo da Genética: áreas como a Biologia Molecular e a Biologia do Desenvolvimento apresentaram importantes avanços, proporcionando novas compreensões teóricas e abrindo espaço para a constituição de novos paradigmas. A consolidação de novos campos de estudo, como a Biologia Evolutiva do Desenvolvimento, tem mudado as compreensões não apenas sobre os mecanismos genéticos, como, também, das visões evolucionistas (ALMEIDA; EL-HANI, 2010). Tais mudanças têm implicações nos currículos do Ensino Médio, que adotam duas principais divisões no ensino de Genética: a Genética Clássica e a Molecular. À última atribuem-se os avanços da Nova Biologia¹. No entanto, de nosso ponto de vista, um problema dessa dualidade está em suas

¹ Entende-se por “Nova Biologia” os avanços científico-técnicos decorridos nos últimos anos na Genética, como, por exemplo, a clonagem, o mapeamento gênico, os transgênicos, técnicas moleculares, dentre outros. Trazemos o termo tal como foi proposto por Xavier; Freire; Moraes (2006).

próprias proporções: enquanto temas inovadores são discutidos superficialmente, a Genética pautada principalmente nas contribuições mendelianas parece ter espaço privilegiado.

Nosso objetivo é refletir sobre as Leis de Mendel enquanto um paradigma amplamente presente na Biologia e em seu ensino, de forma a compreender alguns contextos históricos, à luz da epistemologia de Kuhn e Fleck, e analisar a forma como este conteúdo é apresentado em alguns dos livros didáticos mais utilizados, refletindo sobre as possíveis implicações para o ensino. Nosso olhar volta-se ao livro didático por este ser um recurso que na prática produz uma forte influência na organização dos conteúdos escolares e práticas pedagógicas (XAVIER, FREIRE; MORAES, 2006; GOLDBACH; BEDOR, 2013). Embasamo-nos em pesquisas anteriores, que indicam que alguns conteúdos são tradicionalmente privilegiados nos currículos (NASCIMENTO; MARTINS, 2005; SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010), mas que isso não garante um ensino contextualizado (BRANDÃO; FERREIRA, 2009).

Para compreender como esses conteúdos são abordados, por meio de um olhar epistemológico, analisaremos 4 dos 5 livros didáticos de Biologia com maior distribuição nacional, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012.

O contexto mendeliano de descoberta: Heurística ou “Eureka”?

As chamadas Leis de Mendel são consideradas inquestionáveis e tornaram-se um exemplo paradigmático das Ciências Biológicas e de seu ensino. Tais concepções, muitas vezes, são abordadas sem reflexões críticas: Como Mendel chegou a esses resultados? Que ideias tinha ao realizar experimentos? Em que se baseou? Afinal, Mendel era, simplesmente, um gênio?

Segundo French (2009) o contexto de descoberta científica, ao ser atribuído a alguém incomum, que de forma inspiradora descobre algo muito importante, parece algo ilógico. Entretanto, é comum que a imagem de um cientista em um momento de “Eureka” – velho jargão utilizado para designar momentos de inspiração –, seja associada ao processo de “descoberta”. Mas, se esse pensamento não justifica as descobertas científicas, então, como justificá-las? Segundo French (2009) há pelo menos três métodos científicos que podem levar à construção de novos conhecimentos: o hipotético-dedutivo, a indução e a heurística.²

Em uma visão romantizada de ciência, no método hipotético-dedutivo, o cientista é considerado um ser iluminado e o contexto de descoberta se dá pela elaboração de hipóteses que podem surgir de forma criativa/inspiradora. É a partir da hipótese deduzida que se realiza uma série de experimentações para comprová-las ou rejeitá-las (FRENCH, 2009). Já em um método indutivo, por meio de observações, induzem-se predições, partindo de uma afirmação singular para uma geral. Em outras palavras, através da observação de alguns casos ocorre a generalização. O problema da indução é que, ao existir uma exceção, a teoria é invalidada. Por exemplo: as leis mendelianas sugerem que uma dada característica seria determinada por um gene específico. Porém, com o avanço da genética, foi possível verificar que, para determinadas características, há a interação de dois ou mais genes completamente diferentes, o que quebra a generalização inicial, colocando a indução por terra. Assim, as Leis de Mendel só terão validade nos casos em que as “informações genéticas para duas características estiverem presentes em cromossomos diferentes”, havendo distribuição independente durante

² Para French (2009) há duas visões predominantes nas descobertas científicas: uma mais romântica, ligada a atos de inspiração/genialidade, e outra mais concreta, em que uma série de movimentos comuns são realizados para se chegar a predições. Nessa segunda visão, tais movimentos não ocorrem apenas por observações ingênuas, mas por meio da busca de falhas em teorias existentes, pela identificação de similaridades entre fenômenos e/ou entre teorias, dentre outros métodos. Portanto, é pelo modo como as teorias se relacionam com as evidências que ocorre o contexto da justificação.

a geração de um novo organismo, “ou se ambos estiverem no mesmo cromossomo em posições distantes”, não ocorrendo interação gênica (BRANDÃO; FERREIRA, 2009, p. 53).

Sobre a heurística, ela é conhecida como o estudo dos métodos e das abordagens utilizadas na construção de novos conhecimentos e solução de problemas. Mas, antes de explicar sobre o método, vamos refletir sobre o contexto de descoberta: afinal, ao realizar seus experimentos, Mendel já sabia o que *não* fazer? Em que/quem se baseou? Haveria “proto-teorias” em suas experimentações? Antes de Mendel elaborar seus postulados, muito outros já tinham sido desenvolvidos. Mendel não formulou hipóteses e nem fez predições por meras observações. A escolha das ervilheiras, como objeto de estudo, não surgiu ao acaso. Havia conhecimentos prévios que proporcionou a Mendel um legado de informações, que lhe permitiu organizar o conhecimento existente, escolhendo metodologias simples e eficientes que pudessem contemplar suas expectativas, testar hipóteses e fornecer dados.

[...] a visão da herança biológica como um ato de transmissão de qualidades individuais dos pais ou ancestrais mais remotos à prole é uma das ideias mais antigas e simples sobre hereditariedade, sendo encontrada desde Hipócrates até Darwin (teoria da pangênese), incluindo Lamarck (herança dos caracteres adquiridos) e as definições biométricas de hereditariedade (JOHANNSEN, 1911 apud JUSTINA et al., 2010, p. 63).

A investigação de Mendel não representava grande novidade para a época (BRANDÃO; FERREIRA, 2009). Ele adotou procedimentos experimentais comuns aos hibridizadores da região em que vivia: a Morávia. A diferença foi, então, a forma como olhou seus resultados, centrando-se na análise de uma característica por vez, e não em várias, como outros faziam. Além disso, ele prestou atenção às proporções obtidas nos cruzamentos de espécies de ervilhas, matematicando seus resultados. Realizou suas escolhas baseado em conhecimentos consolidados, utilizando a ervilha-de-cheiro (*Pisum sativum*) em seus estudos e escolheu analisar variáveis descontínuas (como o formato da ervilha, que pode ser lisa ou rugosa), em detrimento de características com gradientes de variáveis (como a altura da planta).

Contudo, a visão de Mendel como um monge isolado em um monastério, que descobriu iluminadamente padrões de herança genética, é comum. Suas ideias possuíam influências de sua formação, do ambiente em que viveu e de aspectos socioeconômico-histórico-culturais (BRANDÃO; FERREIRA, 2009; LEITE, FERRARI; DELIZOICOV, 2001). Em outras palavras, Mendel pertenceu a vários grupos ou *estilos de pensamento*. Dentre eles podemos citar o tradicional grupo de hibridizadores da Morávia, que tinha como intuito selecionar características favoráveis de uma espécie para atender a objetivos econômicos e agrícolas.

Para Fleck, o ato de conhecer é uma atividade que está ligada aos condicionantes sociais e culturais do sujeito pertencente a um coletivo de pensamento, que pode ser entendido como uma comunidade de indivíduos que compartilham práticas, concepções, tradições e normas. [...] O estilo de pensamento determina a maneira de pensar de um coletivo em um dado momento histórico. [...] Coletivos de pensamento distintos, que compartilham diferentes estilos de pensamento, ao ‘olharem’ para o mesmo objeto, apresentam aproximações divergentes (LEITE, FERRARI; DELIZOICOV, 2001, p. 98).

Além do grupo de hibridizadores, Mendel foi influenciado por vários outros estilos de pensamento (Brandão; Ferreira, 2009): de religiosos³, da região da Morávia⁴, de Cientistas⁵,

³ Principalmente as influências da doutrina Agostiana (ou de Santo Agostinho).

⁴ Na época, a Morávia era uma região agrícola, pertencente ao Império Austro-Húngaro, que sofria fortes influências e mudanças devido à Revolução Industrial.

de “Biólogos”⁶, de Agricultores e Híbridos, de Físicos, de Meteorologistas, dentre outros (LEITE, FERRARI; DELIZOICOV, 2001). Mendel não apenas foi influenciado: suas obras colaboraram para instaurar um novo coletivo, o Coletivo de geneticistas.

Em suas pesquisas, podemos dizer que Mendel utilizou-se de concepções relacionadas à heurística, observando seus experimentos munido de hipóteses e teorias prévias. Nessa concepção, não cabe apenas a verificação ou falsificação de hipóteses. Há um processo complexo que envolve ambos os métodos, em que as teorias e as observações são sobrepostas de diversas maneiras, inclusive, por meio de modelos que podem mediar a relação entre a teoria e os dados (FRENCH, 2009). Nessa perspectiva, as teorias científicas são justificadas sob um processo complexo de observações, intervenções, teorizações, coleta de dados, elaboração de modelos, diálogos com pares de diversos coletivos de pensamento, etc., percorrendo longos e diversificados caminhos.

Todavia, na época, Mendel não conseguiu romper com os paradigmas vigentes, como é o caso da tese de hereditariedade por mistura, que afirmava que, na fecundação, as informações paternas e maternas se misturam nos híbridos (BRANDÃO; FERREIRA, 2009). Por isso suas teorias foram resgatadas apenas no século XX, diante da dualidade entre os evolucionistas Biometricistas, que acreditavam em uma variação da hereditariedade contínua, e os mendelianos, que atribuíam maior importância às variações descontínuas (JUSTINA et al., 2010). Mesmo tardiamente reconhecidas, as teorias de Mendel conseguiram explicar que as características obtidas nas gerações seguintes não se originavam em misturas intermediárias na descendência, demonstrando, também, o comportamento discreto das características dos organismos ao longo das gerações (BIZZO; EL-HANI, 2009).

Livro Didático e o Ensino de Genética: Um paradigma predominante?

Considerando as influências da genética mendeliana, um dos mais fortes paradigmas da Biologia, buscamos refletir sobre como as Leis de Mendel interferem, direta ou indiretamente, no ensino, além de tentar compreender o quanto elas são predominantes. Para isso, analisamos 4, dos 5 livros didáticos⁷ com maior distribuição no país, aprovados pelo PNLD de 2012.

Tabela 1: Livros Didáticos utilizados na análise.

Livro	Nome do livro	Autores	Editora
A	Biologia Hoje	Sérgio Linhares e Fernando Gewandsnajder	Editora Ática, 1.ed., 2011, vol. 3
B	BIOLOGIA	César, Sezar e Caldini	Editara Saraiva, 9.ed., 2010, vol. 3
C	BIOLOGIA	José Mariano Amabis e Gilberto R. Martho	Editara Moderna, 3.ed., 2010, vol. 3
D	BIO	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	Editara Saraiva, 1.ed., 2010, vol. 2

Em uma análise inicial, constatamos que os 4 livros didáticos (LD) colocam, em um único volume, os temas Genética e Evolução, apresentando, por vezes, outros assuntos. Por exemplo: observa-se um movimento interessante de integração nos LD-D e LD-B, pela forma como os conteúdos estão organizados. Neles há uma tentativa de realizar algumas aproximações entre os conteúdos de genética e outros temas relativos à constituição biológica humana, como a Embriologia ou a Citologia. Além dos conteúdos de Genética, os LD-C e

⁵ da Universidade de Viena, onde se formou e participou de várias sociedades acadêmicas e informais.

⁶ Para Leite, Ferrari; Delizoicov (2001), Mendel pode ser relacionado ao Coletivo de Biólogos, pois o problema por ele formulado pertencia ao campo das Ciências Biológicas.

⁷ A classificação está disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-m%C3%A9dio>

LD-A, apresentam temas relacionados à Ecologia, mas não vemos as mesmas aproximações realizadas por LD-D e LD-B. Para compreender a configuração individual dos livros, em uma abordagem comparativa, nesse artigo nos limitaremos a apresentar aspectos relacionados a forma como estão dispostas as leis Mendel e/ou assuntos correlatos.

Iniciando pelo LD-D, o segundo livro mais distribuído pelo PNLD, observamos que, das 479 páginas do livro, 201 são dedicadas a Genética, distribuídas em 5 capítulos. Desses capítulos, 4 se referem à Genética Clássica. Esses conteúdos são distribuídos em 164 páginas, sendo que apenas 37 páginas (1 capítulo) abordam assuntos relativos à Nova Biologia. Dentre os 4 capítulos de Genética Clássica, apenas 2 abordam, diretamente, a formulação, aplicabilidade ou exceções às teorias de Mendel. Diretamente ligadas às Leis de Mendel há apenas 1 capítulo, e apenas 8 páginas de outro que falam sobre a 2ª Lei de Mendel. Esse capítulo apresenta, também, algumas aproximações (em 4 páginas) com temas da Nova Biologia. Contudo, 75% dos conteúdos de Genética são dedicados à Genética Clássica, enquanto as Leis de Mendel ocupam 47 páginas. Isso significa que 28,7% dos conteúdos de Genética Clássica são referentes apenas ao ensino das Leis de Mendel ou assuntos correlatos.

O LD-B, quinto livro mais distribuído, possui 133, de suas 384 páginas, dedicadas ao ensino de Genética (10 capítulos). Dentre estes, cerca de 9 capítulos dedicam-se à Genética Clássica, o que significa 115 páginas ou cerca de 86,47% dos conteúdos de Genética. Apenas 1 capítulo contempla conhecimentos modernos, a exemplo do livro anterior. Dos 9 capítulos de Genética, 8 refletem, direta ou indiretamente, alguma questão sobre as Leis de Mendel, tanto para relatar os experimentos e aplicabilidades da teoria, quanto para mostrar exceções e casos em que as Leis de Mendel não são aplicáveis. Diretamente ligado as Leis de Mendel há 3 capítulos, o que significa 33 páginas, ou 28,7% dos conteúdos de Genética Clássica.

Sendo o livro mais distribuído, o LD-C possui 376 páginas, das quais 133 são dedicadas à Genética. De seus 5 capítulos, apenas 1 se remete à Nova Biologia (25 páginas). São dedicadas 108 páginas, ou cerca de 81,2% dos conteúdos de Genética, à Genética Clássica. Dessas páginas, 23 se referem, diretamente, às Leis de Mendel; o que significa 21,3% dos conteúdos de Genética Clássica. Não obstante, muitas outras páginas remetem, indiretamente, às leis mendelianas, por meio de suas exceções e casos não aplicáveis.

Por fim, o LD-A, o terceiro mais distribuído pelo PNLD, possui 368 páginas, distribuídas em 8 capítulos, sendo 113 dedicadas a temas de Genética. A exemplo dos outros livros, apenas 1 capítulo é dedicado à Genética Moderna (16 páginas), porém parte de outro capítulo busca trazer algumas questões sobre Genética Molecular (cerca de 4 páginas). Assim, 82,3% dos capítulos possuem conteúdos de Genética Clássica (93 páginas). Sobre as Leis de Mendel propriamente ditas, são dedicadas 21 páginas (cerca de 22,6%), havendo alguns outros capítulos que abordam, direta ou indiretamente, exceções à teoria.

Observamos, então, uma predominância da Genética Clássica nos quatro livros citados (o que significa mais de 70% de seus conteúdos). Sendo as teorias mendelianas um paradigma na Biologia, esse dogmatismo se dá por um tradicionalismo cientificista de um coletivo que se consolida em estilos de pensamento. Em uma visão kuhniana, um paradigma, ao se estabelecer, permanece por muitos anos como verdadeiro para a comunidade científica. Esses períodos de Ciência Normal só serão desestabilizados ao longo de muitos embates, ao demonstrar-se que uma nova teoria é mais plausível. Ao serem aceitas e, após, consolidarem-se, as Leis de Mendel tornaram-se um paradigma vigente e inquestionável na Biologia.

Verificamos, também, que dado o índice de páginas dedicadas exclusivamente às teorias mendelianas, a Genética Moderna possui pouco espaço (pouco mais de 20%) nos materiais didáticos para o ensino de Biologia. Desse modo, podemos afirmar que muito do espaço nos livros didáticos está dedicado à Genética Clássica, pois, mesmo quando as Leis Mendel não

são abordadas diretamente, são colocadas como contraponto a outros conhecimentos da Genética. Constatamos, assim, que não apenas são discutidos em muitas páginas os caminhos e experimentações para chegar aos postulados de Mendel, como, também, indiretamente, os demais conteúdos de Genética Clássica nos livros didáticos são definidos a partir deles.

Considerações Finais

O contexto de formulação das Leis de Mendel é amplo e permeia vários aspectos. Ele abarca influências tanto de suas referências de pesquisa, quanto do contexto sociocultural/político-econômico da época em que viveu o pesquisador. Mendel organizou suas pesquisas e formulou teorias que, mais tarde, viriam a se tornar um dos paradigmas mais consolidados da Biologia e de seu ensino. Trouxemos as teorias mendelianas, relacionando-as com as concepções epistemológicas de Thomas Kuhn e de Ludwik Fleck, justamente para explicitar seu caráter paradigmático, e sobre ele nos propusemos a refletir. Com essa abordagem, nossa intenção foi provocar reflexões que permitam (re)pensar não somente a inserção quantitativa desse paradigma no ensino e em recursos a ele associados (como o livro didático), mas, também, na proporção sócio histórica que permeia tais questões.

Sabemos que abordar conteúdos atuais não necessariamente implica em um ensino crítico e contextualizado. Mais do que inserir tais temas na sala de aula, faz-se necessário levar propostas que “conectem conhecimentos atuais ou clássicos com a realidade do estudante.” (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 37). Nesse sentido, reconhecemos a importância do “historicamente consolidado”, pois essas teorias foram/são essenciais ao desenvolvimento da Ciência. Apenas apontamos para uma demasiada dedicação do espaço escolar (e do ensino de Genética) às Leis de Mendel em detrimento da Nova Biologia. Acreditamos assim que, para garantir a possibilidade de posicionamento em questões socialmente relevantes que são debatidas na atualidade em várias esferas sociais, é importante permitir aos discentes reflexões sobre as inovações científico-técnicas. Dessa forma, nossa intenção foi refletir epistemológica (e porque não ideologicamente?) sobre um paradigma amplamente consolidado na educação, mas sobre o qual pouco se reflete, pois a própria denominação “lei” pode atribuir à ciência um caráter positivista, dogmático e inquestionável.

Nossas reflexões e análises nos levaram ao que alguns trabalhos na área têm apontado: muitas vezes, os livros didáticos excluem discussões importantes sobre conhecimentos recentes, o que impede que alunos contextualizem ou opinem a respeito de temas socialmente relevantes na atualidade (XAVIER, FREIRE; MORAES, 2006). Dessa forma, ao intentar responder as nossas inquietações e objetivos, observamos que, não apenas há uma supressão dos conteúdos relativos à Biologia Moderna, como também os livros didáticos, ao abordarem a Genética Clássica, representam Mendel como uma figura heroica, passando a imagem de um iluminado monge, pesquisador recluso que, realizando experiências com ervilhas, estabeleceu sozinho as “leis da hereditariedade.” (LEITE, FERRARI; DELIZOICOV; et al., 2001).

Agradecimentos e apoios

Agradecemos a José André Peres Angotti e Douglas Costa da Silva por suas contribuições.

Referências

- ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientia e studia*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 9-40, 2010.
- BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, 2009, p. 43-63.

BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, p. 235-257, v. 4, 2009.

BRÃO, A. F. S.; LAPENTA, A. S. A genética quantitativa e os livros didáticos brasileiros. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5, 2011, *Anais...* Londrina: UEL, 2011, p. 1-8.

COUTINHO, M. O nascimento da biologia molecular: revolução, redução e diversificação – um ensaio sobre modelos teóricos para descrever mudança científica. *Caderno de Ciências & Tecnologia*, v. 15, n.3, p. 43-82, 1998.

FRENCH, S. *Ciência: conceitos-chave em filosofia*. Trad. André Klaudat. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GOLDBACH, T.; BEDOR, P. B. A. Estão os livros didáticos de biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética?. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2013, *Anais...* CAMPINAS: UNICAMP, 2013, p. 1-12.

JUSTINA, L. A. D.; CALUZI, J. J.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen. *Filosofia e História da Biologia*, v. 5, n. 1, p. 55-71, 2010.

KOVALESKI, A. B.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A história da ciência e a bioética no ensino de genética. *Genética na Escola*, v. 8, n. 2, p. 154-167, 2013.

KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das Leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 2, p. 97-108, 2001.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas contemporâneos no Ensino de Biologia e Física. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 1, 2006.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O texto de genética no Livro Didático de Ciências: Uma análise retórica crítica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p.255-278, 2005.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino Física*, Florianópolis, v.13, n. 3, p. 184-196, 1996.

SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos anais dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências sobre o Ensino de Genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2010, p. 1-12.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na Escola*, vol. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O Conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de Genética. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5, 2010. *Anais...* Chapecó: UNESC, 2010, p.1-10.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A Nova (Moderna) Biologia e a Genética nos Livros Didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v.12, n. 3, p. 51-78, 2006.