

Charles Darwin.



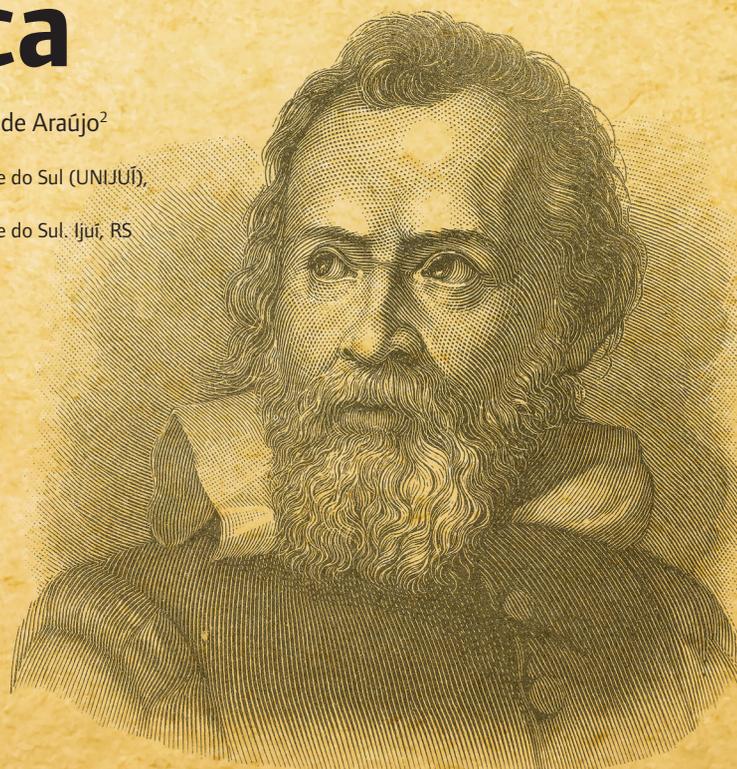
# A história da ciência e a bioética no ensino de genética

Aline Bottega Kovaleski<sup>1</sup> e Maria Cristina Pansera de Araújo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Departamento de Ciências da Vida. Santo Augusto, RS

<sup>2</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS

Autor para correspondência - [aline.bki@hotmail.com](mailto:aline.bki@hotmail.com)



Galileo Galilei.

C. Darwin: <http://www.shutterstock.com/gallery-885118p1.html?cr=00&pl=edit-00>>Nicku</a> / <http://www.shutterstock.com/?cr=00&pl=edit-00>>Shutterstock.com</a>

G. Galilei: <http://www.shutterstock.com/gallery-885118p1.html?cr=00&pl=edit-00>>Nicku</a> / <http://www.shutterstock.com/?cr=00&pl=edit-00>>Shutterstock.com</a>

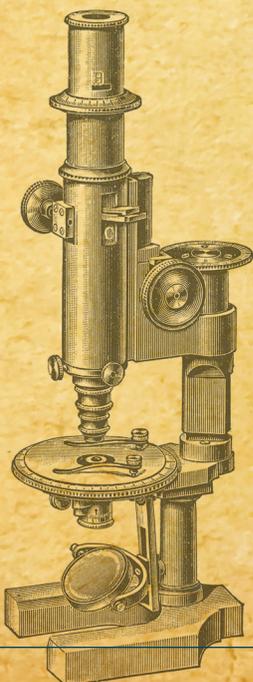
Embora a abordagem do contexto histórico e da Bioética no ensino de Biologia tenha potencial para tornar os conteúdos de Genética interessantes e acessíveis para os alunos, existem muitas dificuldades para inserir essas abordagens no ensino. Neste artigo, é feita uma análise da apresentação de temas relacionados à História da Genética e à Bioética nos livros didáticos. Percebe-se que a História é reduzida a nomes e datas, sem relação com o contexto histórico e social da época em que os cientistas viveram. Isso reforça a ideia de que a ciência é feita por personagens isolados e sem relação com seu contexto histórico-social. Nota-se também que discussões bioéticas são pouco ou nada abordadas, não contribuindo para que os alunos aprofundem-se nas reflexões. Essas constatações levam a crer que é necessário fazer com que os docentes precisem buscar em outras fontes suas referências para subsidiar o ensino de Bioética e de História da Ciência em suas aulas.

## INTRODUÇÃO

A História da Ciência vem se tornando uma tendência pedagógica no ensino de Biologia, em qualquer uma de suas áreas. Krasilchik e Marandino (2004) destacam que “se for oportunizado um aporte epistemológico ao estudante, este poderá compreender a Ciência não apenas como produto de um

empreendimento para descobrir fatos e estabelecer conceitos gerais, mas como processo e como instituição”. A partir da análise das contribuições dos cientistas, do processo de formação dos conhecimentos científicos aceitos atualmente, e das circunstâncias históricas que o acompanharam, o aluno pode compreender melhor os conceitos da Ciência. Nesse sentido, Martins (1998) salienta:

*Este tipo de estudo pode contribuir para a formação de uma visão mais adequada acerca da construção do pensamento científico, das contribuições dos cientistas e da própria prática científica, permite que se conheça o processo de formação de conceitos, teorias, modelos, etc. Além disso, pode auxiliar o ensino da própria ciência, tornando-a não apenas mais atraente, mas principalmente mais acessível para o aluno, possibilitando uma melhor compreensão de conceitos, modelos e teorias atuais. (MARTINS, 1998, p. 18.)*



Estudos mostram que a genética é vista pelos alunos como um assunto bastante abstrato e difícil de compreender, assim, os professores enfrentam inúmeros problemas ao buscar ensiná-la. Carboni e Soares (2001) destacam que os educandos consideram a genética um dos conteúdos mais difíceis de Biologia, já que para compreendê-la devem ser capazes de relacionar conhecimentos de outras áreas, tais como citologia e biologia molecular, com os conteúdos apresentados na genética. Moreira e Silva (2001) enfatizam que, para muitos professores, a genética é um assunto

relativamente novo, pouco discutido em sua formação acadêmica, por isso seu ensino vem sendo feito de maneira superficial nas escolas. Isso acaba gerando muitas dificuldades para os alunos compreenderem até mesmo os conceitos básicos.

Diante das dificuldades encontradas, introduzir a História da Ciência no estudo da genética pode ser uma estratégia eficiente para o seu ensino, fazendo com que os estudantes, ao olharem o passado, compreendam melhor como se comporta a ciência contemporânea.

## INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE GENÉTICA

A partir desta estratégia, possibilita-se que os educandos desenvolvam um pensamento crítico, quando passam a perceber as fundamentações e falhas do conhecimento cientí-

fico, tornando assim, o estudo mais dinâmico e interessante. Matthews (1995) destaca as contribuições que a História da Ciência pode trazer para o ensino:

*Humanizar as ciências e aproximá-las mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos; tornar as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando a capacidade do pensamento crítico; contribuir para uma compreensão maior dos conteúdos científicos; melhorar a formação de professores contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, a um melhor conhecimento da estrutura de ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas. (MATHEWS, 1995, p. 164.)*

O livro didático, muitas vezes, é o único recurso que o professor dispõe para dar suas aulas, dessa maneira, se não trouxer conteúdos claros, acabará dificultando o entendimento do assunto pelos alunos. Allchin (2004, p.179), declara que é necessário utilizar de modo adequado a História da Ciência, evitando que se crie uma “pseudo-história”, levando à formação de uma imagem enganosa sobre a natureza da ciência. Dessa

maneira, a História da Ciência nos livros didáticos não pode se limitar à apresentação da biografia dos cientistas, sem analisá-la em um contexto histórico mais amplo, pois assim se cria a falsa ideia de que existem cientistas fracassados, que não chegaram às teorias certas, só cometendo erros, e cientistas geniais que chegaram a conclusões corretas, sem enfrentar dificuldades. Carneiro e Gastal (2005) destacam que:

*Os episódios históricos, geralmente centrados na biografia de um cientista, evidentemente podem ter seu lugar no processo educativo, mas desde que caracterizados como tal (como biografia), e inseridos num contexto mais amplo de análise histórica. Caso contrário, esta forma de apresentar os aspectos históricos pode reforçar ou induzir os alunos à construção de uma imagem na qual a produção do conhecimento científico se limita a eventos fortuitos, dependentes da genialidade de cientistas isolados. (CARNEIRO & GASTAL, 2005, p. 12.)*

Outro fator que limita o ensino da História da Ciência é a superficialidade com que é abordada nos livros didáticos, o que muitas vezes não contribui para a apren-

dizagem do aluno, já que as teorias são apresentadas prontas, sem enfatizar o processo de construção do conhecimento científico:

*Os livros científicos didáticos enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou, as teorias e conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos - mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da ciência. De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época? (MARTINS, 2006, p. 12.)*

Nos livros didáticos do ensino médio, é comum encontrar, no início do estudo de genética, explicações sobre os experimentos de Gregor Mendel. Antes mesmo de Mendel publicar seus trabalhos, outros cientistas já tentavam explicar os mecanismos de transmissão hereditária. Nos livros didáticos, geralmente esses estudos não aparecem ou são descritos superficialmente. De acordo com Brandão (2009), Mendel teve sucesso porque escolheu uma planta de fácil cultivo, gerações curtas e caracteres facilmente reconhecíveis. O autor destaca também que os estudos desse cientis-

ta se destacam por serem pioneiros na quantificação e registro de dados, o que possibilitou que formulasse suas leis.

A partir da descrição das leis da genética, o homem passou a deter um conhecimento que o tornava capaz de intervir na natureza, propiciando a modificação genética das espécies de forma mais rápida e precisa. Porém, os estudos de Mendel só foram rediscutidos 35 anos após sua publicação, em 1900, quando a genética foi redescoberta e iniciaram novos estudos, nessa área do saber. (BOREM, 2005.)

Os estudos em Genética evoluíram de uma forma rápida, e hoje vivemos na era da biotecnologia. Os conhecimentos sobre a natureza e a vida geraram técnicas com alto poder de manipulação das formas de vida, com consequências para a vida humana. Ao mesmo tempo em que esse avanço do conhecimento científico ocorre, não há reflexão sobre suas consequências. No Ensino de Biologia, é necessário saber trabalhar os conteúdos para além da técnica, abordando o contexto e as implicações da produção desse conhecimento nas sociedades, propiciando aos alunos um arcabouço conceitual, atitudinal e procedimental para a tomada de decisões diante de conflitos éticos. De acordo com Azevedo (1998), a partir do final do século XX, já se percebe que profissionais como biólogos, médicos, enfermeiros, ecologistas, entre outros, devem estar treinados para a análise de conflitos éticos, uso de responsabilidade e obrigação moral nas decisões que afetem a vida humana.

O fato é que existe pouco espaço, tanto em escolas quanto em universidades para o ensino de Bioética, devido às dificuldades encontradas na compreensão de uma área nova e complexa. A abordagem e discussão

de temas como clonagem, células-tronco e transgênicos, são essenciais para que os estudantes possam constituir um conhecimento qualificado sobre as questões apontadas e tomem decisões pertinentes. Este é um desafio para o professor que não pode ignorá-lo. Estudar Bioética é de extrema importância no mundo moderno, já que os conhecimentos científicos evoluíram de tal forma que vêm tomando rumos que precisam de uma reflexão sobre ética. Os alunos não devem assistir a essas mudanças sem uma reflexão. Messias, Anjos e Rosito (2007, p.100) destacam que “é o momento de a ética da vida -a Bioética - alinhar-se ao contexto educacional, fortalecendo o respeito aos direitos humanos e à dignidade humana, além de cooperar com a conquista da autonomia e da responsabilidade que deve respaldá-la.”

O ensino de História da Ciência é fundamental para a formação bioética dos alunos, permitindo que compreendam os fenômenos presentes em nosso cotidiano à luz de experiências passadas, sendo capazes de adquirir o conhecimento necessário para se posicionarem diante de situações que exigem reflexões mais abrangentes, que vão além da formação técnica. Segundo Scheid (2006):

*A análise epistemológica da História da Ciência poderá contribuir, pois a compreensão da complexidade que envolve o processo de produção do conhecimento científico facilita a preparação para a cidadania. Ao preparar para a cidadania, auxilia na tomada de decisões, principalmente em relação a assuntos polêmicos como são, hoje, muitos daqueles ligados à Genética. (SCHEID, 2006, p. 102.)*

Diante das problemáticas apresentadas, este artigo pretende analisar os conteúdos relacionados à História presentes em alguns livros didáticos utilizados no ensino de genética do ensino médio, levando a uma reflexão sobre qual metodologia o professor deve adotar para que os conteúdos da História da Ciên-

cia sejam abordados de forma eficaz em sala de aula. Além disso, pelo fato de a História da Genética estar relacionada à Bioética, objetiva-se discutir a importância desta área do saber no ensino de Biologia e os problemas que vêm sendo enfrentados para inseri-la no contexto escolar.



### METODOLOGIA

Para esta análise foram selecionados três livros de Biologia do Ensino Médio, que estavam disponíveis nas bibliotecas das escolas de Ijuí, RS (quadro 1). Apenas o livro do aluno foi analisado.

Essas obras foram lidas e procurou-se compreender de que forma a História da Genética é tratada nos livros. Considerando também o desenvolvimento da Biotecnologia, observou-se a presença ou não de discussões relacionadas à bioética nos textos.

Título	Autores	Editora	Ano	Código
Biologia Hoje Volume 3	Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder	Ática	1998	A
Biologia Volume Único	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Saraiva	2005	B
Biologia Volume 3	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2000	C

**Quadro 1.**

Livros didáticos analisados.

No texto dos livros, foram selecionadas menções que contivessem quaisquer referências a datas, nomes dos sujeitos envolvidos ou ao processo de constituição do conhecimento científico (experimentos, formulação de hipóteses e teorias, publicações).

### RESULTADOS

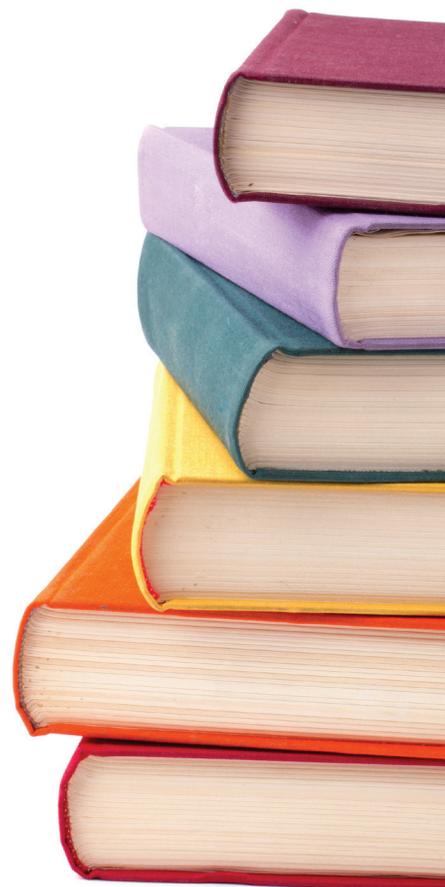
#### Livro A

A coleção do livro A é composta de três volumes, em que a Genética é tratada na Unidade 1 do terceiro volume, e dividida em sete capítulos. Os autores destacam, em sua apresentação, a importância de relacionar os conceitos de Biologia aos procedimentos científicos: “[...] é consenso em educação que o ensino do método científico deve ser parte importante do aprendizado de ciências. A própria natureza desse método mostra-nos que o conhecimento científico é algo sempre em evolução e em constante correção.” (LINHARES & GEWANDSZNAJDER, p.3.)

A História da Ciência está presente neste livro de maneira simplificada. São descritos alguns procedimentos realizados para a formulação de teorias, porém, nenhuma referência é feita ao contexto histórico da época. Sabemos que a ciência é influenciada por fatores econômicos e sociais, entretanto, no livro, esta relação não é feita. A ciência é apresentada como se estivesse isolada desses fatores, “à parte do mundo”.

O livro transmite também a concepção de que as teorias científicas são o resultado da contribuição isolada de um cientista. O exemplo mais evidente é o de Gregor Mendel, apresentado como o precursor da Genética. A imagem que se passa é de um monge recluso, realizando experiências em um mosteiro: “[...] as leis básicas da hereditariedade já tinham sido estabelecidas pelo monge agostiniano Gregor Mendel num mosteiro na cidade de Brum, na Áustria.” (LINHARES & GEWANDSZNAJDER, p.12.) Não é estabelecida qualquer relação entre as ideias de Mendel e os grupos com os quais conviveu ou o contexto econômico, político e intelectual da época em que viveu.

A maior parte da História da Ciência é apresentada na introdução dos capítulos, ou em quadros separados do corpo do texto principal. Todos os capítulos apresentam um quadro, ao seu final, destacando algum ponto sobre o tema. Essa opção editorial desfavorece a leitura desses itens por parte dos alunos; Pasquetti (2011) adverte que “[...] em geral, o que é visto nas escolas é que, ao se utilizar os livros didáticos, o conteúdo efetivamente trabalhado é o que está no texto em si, e não em quadros, introduções, legendas e notas.” Além disso, por não estarem diretamente inseridos no texto principal, não ocorre contextualização dos conceitos discutidos.



Um assunto que deveria ser abordado dentro da História da Genética é a Bioética. Os autores citam na introdução do livro que “[...] todos reconhecem que a ciência deve estar a serviço do homem e que as consequências sociais e éticas das descobertas científicas precisam ser debatidas por toda a sociedade”. (LINHARES & GEWANDSZNAJDER,

p. 3.) No entanto, as questões bioéticas não ganham destaque, são apenas mencionadas superficialmente em textos complementares. Alguns dilemas são citados de forma breve, mas não são sugeridas atividades a partir dessas questões, de forma que não favorece uma reflexão por parte do estudante. Ao falar sobre testes genéticos, os autores questionam:

*O que fazer quando se descobre um teste para um gene que provoca uma doença incurável? Qual seria a vantagem para uma pessoa saudável saber que no futuro vai desenvolver uma doença incurável? Que tipo de discriminação empresas e seguros de saúde podem fazer contra pessoas propensas a certas doenças?* (LINHARES & GEWANDSZNAJDER, 1998, p.48.)

### Livro B

Sônia Lopes e Sergio Rosso condensaram os conhecimentos biológicos a serem estudados no Ensino Médio em apenas um volume. A Genética é tratada na unidade 5, dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo, intitulado “A visão histórica da Genética”, apresenta alguns pontos sobre o assunto. Dos três livros, este é o que possui uma variedade mais ampla de referências históricas, no entanto, não evidencia o processo científico em si. Citando apenas nomes e datas, acaba dando a ideia de que a ciência ocorre em um momento determinado, seguindo um padrão de linearidade. Ocorre até mesmo um erro de grafia: “A pergunta sobre o que é gene e como ele comanda a manifestação das características dos seres vivos começou a ser respondida em 1908, com os trabalhos do médico inglês Archibald Garrot sobre uma doença humana rara chamada alcaptonúria.” (LOPES & ROSSO, p.422.). O nome correto é Archibald Garrod.

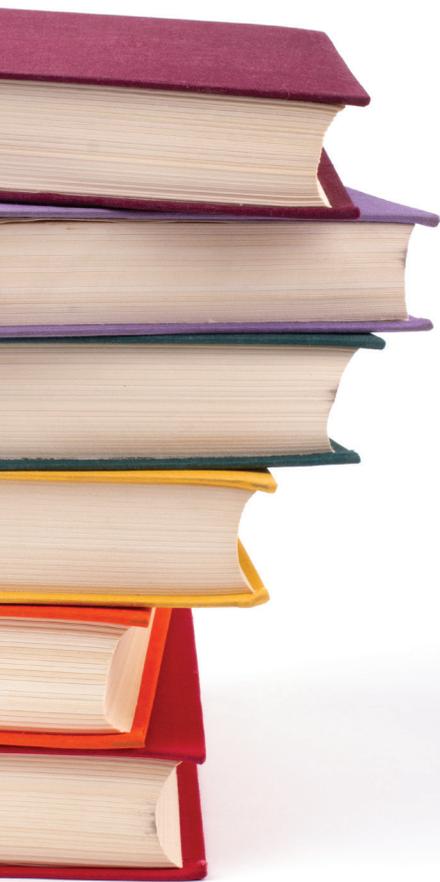
Mendel é apresentado da mesma forma que no livro A: “A maior contribuição para a Genética foi dada pelo monge Gregor Mendel (1822-1884), que realizou experimentações com ervilhas em seu jardim, no mosteiro de Brunn, na Áustria.” (LOPES & ROSSO, p. 420.) Seguindo o mesmo padrão do livro A, a história de Mendel resume-se a descrever os seus experimentos com as ervilhas, sem estabelecer qualquer relação com a realidade histórica em que o cientista viveu. Outro fator que chama a atenção é que apenas são descritas as teorias e conceitos considerados corretos atualmente, dando a impressão de

que a ciência não muda através do tempo e que os cientistas não enfrentam dificuldades, nem cometem erros.

A Bioética está presente no livro, porém é discutida em quadros separados do texto, geralmente ao final dos capítulos. O último capítulo da unidade trata especificamente da Biotecnologia, porém, com poucas referências em relação ao contexto histórico que levou ao seu desenvolvimento. São descritos inúmeros procedimentos relacionados à Engenharia Genética, tais como a clonagem, organismos transgênicos e mapeamento genético. No entanto, poucos fatos científicos são citados nos textos, e quando citados, são mal contextualizados. Ao falar sobre clonagem, por exemplo, cita-se o exemplo da ovelha Dolly, entretanto, não foi feita qualquer referência ao contexto histórico da época, ou às discussões éticas provocadas pelo acontecimento.

### Livro C

O livro C fala sobre a Genética na primeira parte, sendo dividida em onze capítulos. É o único livro que relata a evolução das ideias sobre hereditariedade, mostrando as teorias anteriores aos experimentos de Gregor Mendel. Descreve as ideias de Hipócrates, apresentando a teoria da pangênese, segundo a qual cada órgão ou parte do corpo produziria partículas hereditárias chamadas gêmulas, que seriam transmitidas aos descendentes no momento da concepção. Deve-se destacar um comentário dos autores: “[...] embora a pangênese não explique corretamente a herança, ela tem valor como método de inves-



tigação científica. Hipócrates foi capaz de investigar o problema a ser investigado, talvez o passo mais difícil do procedimento científico, propondo uma hipótese criativa e plausível para a herança dos caracteres.” (AMABIS & MARTHO, p. 4.) Dessa maneira, o livro destaca que a dúvida e os erros também fazem parte do processo de construção do pensamento científico. E que algumas teorias eram plausíveis para a sua época, portanto, não se deve menosprezar a sua importância.

O livro C apresenta no primeiro capítulo uma visão geral sobre a hereditariedade, apresentando alguns conceitos como genes, cromossomos e retomando outros (meiose, células haplóides e diplóides). No capítulo seguinte, descreve os experimentos de Mendel que levaram à proposição da primeira lei da hereditariedade. A seguir, no capítulo 3, outros conceitos são descritos, tais como genótipo e fenótipo, monoidrismo e heredogramas. Assim, os conceitos não são contextualizados com a História da Ciência, pois os conteúdos são apresentados de maneira fragmentada. Os livros A e B apresentam os conceitos mais interligados ao contexto histórico, mas, ainda assim, de modo superficial.

Apesar de dedicar praticamente metade do seu conteúdo ao estudo da Genética (215 páginas), o livro C também demonstra superficialidade ao abordar a História da Ciência. Apesar de apresentar mais dados sobre o trabalho dos cientistas, o contexto histórico e social da época em que aconteceram as “descobertas” não é considerado nesse relato. A Genética é apresentada de forma linear, em uma sequência de acontecimentos em que não são estabelecidas relações entre os fatos científicos.

Os dois últimos capítulos da unidade falam sobre a Engenharia Genética e Biotecnologia. O capítulo 10 é dedicado a descrever técnicas de manipulação do DNA. No capítulo 11, são descritas as vantagens e problemas decorrentes do uso da Biotecnologia na sociedade contemporânea, destacando: melhoramento genético, prevenção de doenças hereditárias, fabricação de produtos farmacêuticos, animais e plantas transgênicos, engenharia genética de plantas. Apesar disso, o contexto histórico é pouco inserido.

### Análise geral

Ao analisar os livros didáticos, pode-se concluir que muitos pontos são comuns a eles. Percebe-se claramente que transmitem a ideia de que a ciência é o resultado da contribuição isolada dos cientistas. Pode-se destacar a imagem que é passada de Mendel: um monge que, trabalhando sozinho, realizou experimentos com ervilhas, isolado do mundo, e descobriu as leis da hereditariedade, transformando-se no “pai da genética”. É uma sequência de afirmações bem encadeadas, mas que não refletem exatamente o que aconteceu, além de transmitir uma ideia “aséptica” da ciência, como um processo apartado do restante da sociedade.

Os fatos científicos são estudados de maneira isolada, como se ocorressem em uma sequência linear, sem estabelecer qualquer articulação entre eles. Por exemplo, não é feita relação entre as teorias de Mendel e as ideias de evolução de Charles Darwin. Segundo Mayr (1998), Mendel acreditava que suas ideias deveriam ter relação com as ideias de Charles Darwin. No entanto, em muitos aspectos as suas teorias discordavam. Darwin defendia a teoria da pangênese e a herança dos caracteres adquiridos. Mendel acreditava que os caracteres individuais não se misturavam durante a fecundação, sendo transmitidos às gerações seguintes em quantidades discretas e de forma independente.

Nos livros didáticos analisados, as reflexões sobre Bioética são pouco frequentes, pois os mesmos enfatizam os conhecimentos técnicos. Apesar de serem discutidas questões relacionadas à Biotecnologia, tais como clonagem, transgênicos, mapeamento genético, entre outros, as discussões éticas têm um espaço restrito, não despertando o interesse dos alunos para a reflexão sobre o tema.

A partir da análise dos livros, percebe-se que é dada ênfase a conceitos puros, e isso acaba fazendo com que os conceitos de Genética pareçam abstratos para os estudantes e, conseqüentemente, eles não conseguem compreendê-los. Pudemos constatar esse fato enquanto estudantes do Ensino Médio, pois os assuntos relacionados à Biotecnologia estavam sendo amplamente divulgados pela



mídia, e discutidos pela população, principalmente porque era o momento no qual os transgênicos começavam a ser introduzidos ativamente na agricultura. Essa discussão gerou muita expectativa com relação aos assuntos que seriam estudados nas aulas. No entanto, essa expectativa acabou não sendo plenamente satisfeita, porque apesar de os conteúdos serem interessantes, as aulas se limitaram a conceitos puramente teóricos de genética clássica. Quanto à História da Ciência, as únicas referências foram com relação a Mendel, e, mesmo assim, de maneira superficial. Temas tão atuais relacionados à clonagem, aos transgênicos, às células tronco também não foram abordados. Além disso, conforme avançávamos nos conteúdos, constato-se que a grande maioria dos colegas apresentava muitas dificuldades para aprender genética. Isso levou ao questionamento: por que os alunos não aprendem Genética, ou melhor, por que eles não se interessam por esta área do conhecimento?

Durante o curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), o interesse pela área se manteve. Ao realizar os estágios curriculares do curso, percebeu-se que tanto alunos quanto professores comentavam que a Genética era um dos conteúdos mais difíceis da Biologia. Provavelmente essas dificuldades relacionam-se com o fato de que a maioria dos professores não aproxima os conteúdos da realidade do aluno. Baseando-se muitas vezes somente no livro didático, os conhecimentos são transmitidos de forma automática, sem que o aluno acompanhe o processo de construção, já que a ciência é transmitida como algo inquestionável. Assim, o interesse em buscar novos conhecimentos teóricos e práticos em Genética levou também à reflexão: que tipo de professor se pretende ser? Como ensinar Biologia fugindo da metodologia de ensino tradicional, fazendo com que os alunos compreendam assuntos considerados difíceis, tais como a Genética?

## NOVAS PERSPECTIVAS NO ENSINO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Para que a História da Ciência seja trabalhada no Ensino Médio de maneira diferente da perspectiva veiculada pelos livros didáticos, é necessário repensar os cursos de formação inicial e continuada de professores. O Projeto Político Pedagógico do Curso de Ciências Biológicas da UNIJUÍ (2007) enfatiza a importância de se conhecer a História da Ciência, ao afirmar que a formação do acadêmico de Ciências Biológicas deve propiciar a compreensão do processo histórico de construção do conhecimento em Biologia, quanto aos conceitos, princípios e teorias.

Diante de tantos avanços do conhecimento científico e da tecnologia dele resultantes, é fundamental que os estudantes desenvolvam uma educação científica que lhes permita compreender a ciência como construção coletiva e influenciada por questões econômicas, históricas e sociais. Assim, justifica-se a necessidade de uma inserção da contextualização histórica na formação inicial de professores de Biologia. Já existem algumas propostas de ensino voltadas para esse obje-



tivo. A epistemologia de Ludwik Fleck, por exemplo, pode trazer importantes contribuições para o ensino. Fleck (1986) acredita que o conhecimento está ligado às relações sociais e culturais que o indivíduo estabelece no seu convívio com um coletivo de pensamento (comunidade de indivíduos que compartilham práticas, concepções, tradições e normas). Cada coletivo de pensamento possui o seu próprio modo de ver o mundo, influenciando o sujeito que a ele pertence, a fundamentar o seu conhecimento de acordo com essa visão. Ou seja, essa concepção vai ao encontro da ideia transmitida pelos livros didáticos tradicionais, de que o conhecimento é contribuição isolada dos cientistas. Leite, Ferrari e Delizoicov (2001), por exemplo, realizaram uma análise sobre os vários coletivos de pensamento dos quais Gregor Mendel participou, mostrando que as ideias desses grupos o influenciaram na proposição de suas teorias.

Cabe aos professores de Biologia oferecer, nas aulas de Genética, uma visão menos simplificada de sua história. Deve-se fugir dos textos que apresentam uma visão distorcida, na qual os cientistas são mostrados como gênios que trabalharam de forma isolada, que formularam suas teorias sem dificuldades, nem sofreram críticas. Nesse sentido, Maldaner (2000, p.59) destaca que é fundamental “[...] não aceitar que a ciência e a sua aplicação tecnológica são fruto, apenas, de abnegados cientistas que ‘descobrem’ verdades provadas que já estão ‘escritas’ na natureza.”

Utilizando-se adequadamente os conteúdos da História da Ciência no ensino de Genética pode-se abandonar o ensino tradicional, baseado na memorização e estudo de conceitos isolados, sem relacioná-los com outros fatos da ciência. Martins (1998) destaca que há muitos pontos a se evitar, tais como: biografias longas, repletas de datas e sem nenhuma referência ao contexto social e cultural daquilo que se estuda.

Percebe-se que é necessário romper com velhas concepções para se efetivar o ensino de Biologia contextualizado historicamente. Os livros didáticos precisam ser reformulados, mas enquanto isso não ocorre, deve-se trabalhar no sentido de usar a História da Ciência como aliada no ensino, com textos

elaborados por profissionais qualificados. É preciso fazer uma análise crítica dos textos, buscando aqueles que podem contribuir de maneira significativa para o ensino.

A área da Genética, diante de tantos avanços tecnológicos, vem gerando muitas incertezas, e deve-se perceber que nem toda a aplicação dos conhecimentos descobertos recentemente tem como objetivo promover o bem estar da sociedade. Assim, a importância de um estudo bem contextualizado historicamente permite conhecer como se dá a atividade científica, contribuindo para que se formem cidadãos críticos e reflexivos, capazes de se posicionar sobre as implicações que o uso da biotecnologia traz para a sociedade e a natureza. O estudo da História da Genética abre espaço, portanto, para a discussão de outra questão de extrema importância no ensino de Genética: a Bioética.

### A BIOÉTICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A História da Genética tem ramificações que chegam à História da Biotecnologia. A partir da descoberta das leis da hereditariedade, o conhecimento continuou avançando, gerando técnicas cada vez mais modernas, dando origem à genética molecular. Atualmente, o domínio da Biotecnologia vem gerando inúmeros debates sobre o tema, que envolvem questões religiosas, econômicas e políticas, pois existem muitas dúvidas com relação às suas consequências para a sociedade e os ambientes naturais. Alguns defendem a biotecnologia porque pode ser utilizada no combate a doenças, no melhoramento da qualidade dos alimentos, na produção para combater a fome, na preservação e melhoria da qualidade do meio ambiente. Outros, tais como alguns grupos religiosos e ambientalistas, são contra seu uso, por motivos diversos, inclusive os danos irreparáveis que podem ser provocados ao meio ambiente.

A utilização de técnicas com elevado poder de manipulação da natureza e da vida humana nos impõe a abordagem de questões morais. O termo Bioética foi introduzido pelo biólogo Rensselaer Potter em 1971, em seu livro “Bioética: A ponte para o futuro” (OLIVEIRA, 1997). Na atualidade, a Bioética busca respostas para questões



abrangentes, relacionadas a inúmeras áreas de conhecimento, já que o crescente uso das técnicas de manipulação genética, não está sendo acompanhado de uma reflexão sobre suas consequências. A escola é o espaço onde o aluno deve aprender a questionar as transformações que estão acontecendo em nossa

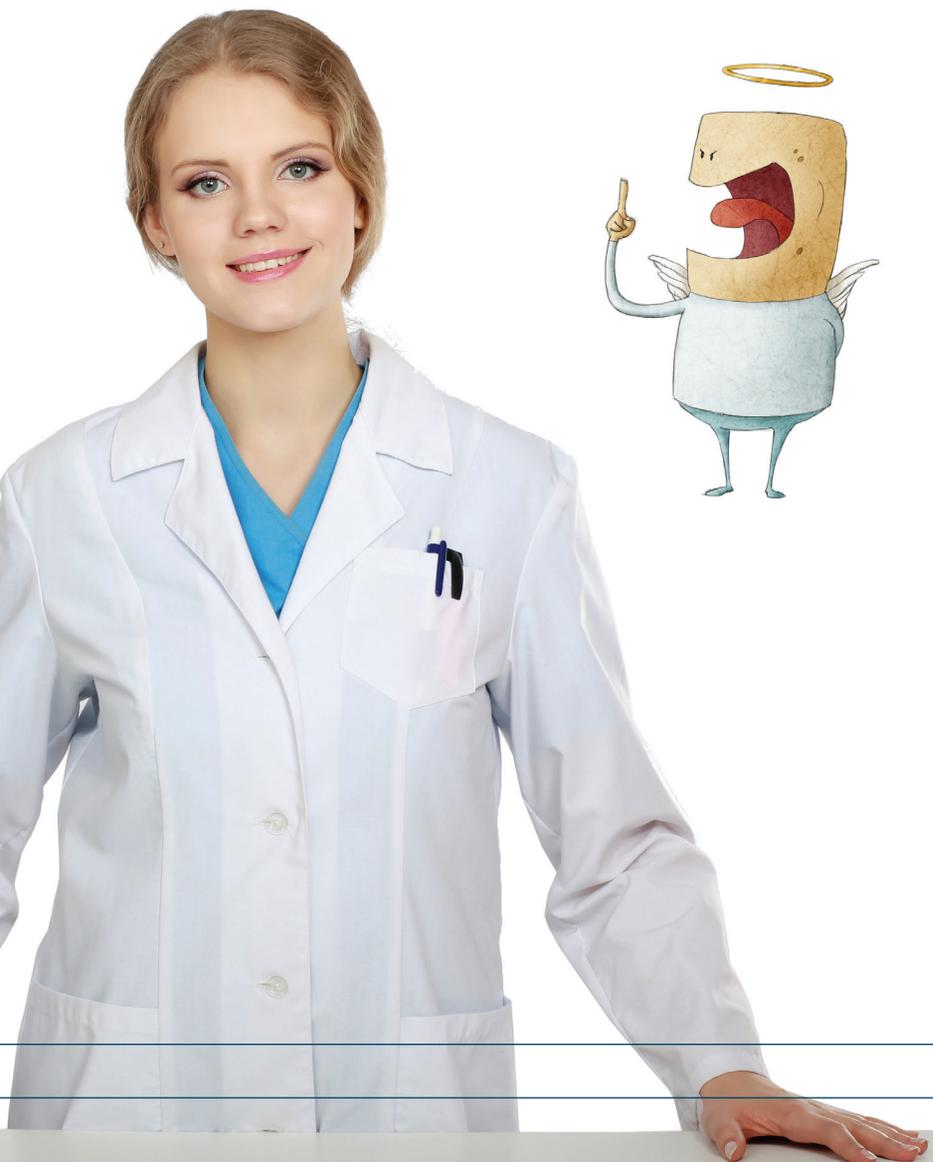
sociedade. Não é suficiente a escola oferecer formação técnica para seus alunos, é necessária a formação também no campo da ética, para que se formem cidadãos reflexivos, conscientes de suas responsabilidades sociais e capazes de tomar decisões diante de conflitos éticos. Conforme destaca Freire (2001):

*“Não é possível pensar os seres humanos longe, sequer, da ética, quanto mais fora dela. Estar longe ou, pior, fora da ética, entre nós, homens e mulheres, é uma transgressão. É por isso que transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador.” (FREIRE, 2001, p. 23.)*

No entanto, a Bioética enfrenta inúmeros desafios para ser inserida no ensino, tanto no nível médio quanto superior. Geralmente, no Ensino Médio, ao estudar Genética, os assuntos Biotecnologia e Bioética são pouco discutidos, pois a prioridade é dada aos as-

suntos puramente teóricos. Há preocupação em transmitir fatos e conhecimentos objetivos, e não significados. No entanto, existe uma necessidade crescente de que estes temas sejam introduzidos na educação básica. Oliveira (1997) destaca:

*“Uma proposta de educação em bioética precisa ser examinada e debatida junto à sociedade, cientistas e, sobretudo, com os (as) professores (as). É necessário estimular o debate entre professores (as) para que possamos conhecer o grau de preocupação e compreensão deles (as) sobre as implicações sociais, políticas e éticas dos novos conhecimentos e aplicações da biologia, e se o conhecimento transmitido/recebido é um instrumental capaz, adequado e suficiente para a iniciação de reflexões bioéticas.” (OLIVEIRA, 1997, p.124.)*



Devido ao seu grande desenvolvimento em pouco tempo, e por ser uma área do conhecimento que abrange várias disciplinas, a inserção da Bioética no ensino vem gerando vários desafios. Surgem questionamentos: “[...] a Bioética pode ser considerada uma nova disciplina? Qual a metodologia de ensino mais apropriada para sua abordagem? Seria mais adequado restringir seu estudo a disciplinas específicas, tais como a Biologia, ou integrá-la em todos os componentes curriculares?” (MESSIAS, ANJOS & ROSITO, 2007, p. 97.)

Diante dessas discussões, percebe-se que os professores de Biologia são os que têm maior oportunidade para criar um espaço de discussão sobre Bioética em sala de aula. É por meio do ensino de Biologia, sobretudo na área da Genética, que conhecemos a linguagem e os meios que possibilitam questionar as novas biotecnologias, para então termos conhecimentos suficientes para discutirmos a Bioética. Nesse contexto, a Biologia tem fundamental importância como contribuinte na formação da cidadania, pois ao promover esse debate, permite-se uma experiência enriquecedora, a partir da qual os alunos pas-

sam a ter uma concepção mais concreta dos problemas e a se interessar por seus desdobramentos na sociedade. Assim, conteúdos de genética deixam de parecer tão abstratos para os alunos e tornam-se mais acessíveis.

A educação em Bioética é um processo direcionado para desenvolver nos alunos valores relacionados à sua cidadania. O professor tem um importante papel na formação ética de seus alunos, no entanto, nem sempre é fácil dar um sentido moral à prática docente, já que não se consegue estabelecer um debate com os alunos, devido a uma série de fatores, conseqüências de um ensino prioritariamente voltado para a técnica. Bryce e Gray (2004) destacam as dificuldades encontradas pelos professores em discutir questões bioéticas em suas aulas: desconforto em se expor, medo em não apresentar os fatos, mas apenas suas opiniões, a falta de tempo e ao interesse de apenas ensinar conceitos de ciências, como se fossem descolados das relações sociais de produção, deixando a discussão para outras disciplinas. Dessa maneira, torna-se indispensável dar prioridade à formação dos docentes, para que tenham condições de inserir a discussão e reflexão sobre questões bioéticas em seu cotidiano de trabalho.

Nos cursos de ensino superior, a formação bioética vem se restringindo à área da saúde,

e, mesmo assim, se limita a estudar o código de ética dessas profissões. Na formação de professores de Biologia, é dada uma ênfase maior aos aspectos informativos, capacitando-os intelectualmente. Contudo, isso não tem sido suficiente para a sua qualificação profissional. Segundo Silva (2011, p. 239), “[...] é inevitável considerar a fragilidade da preparação ou formação dos licenciandos no que se refere a lidar com conteúdos atitudinais, pois não são abordados em sua trajetória do curso ou, quando presentes, ocorrem de forma não intencional, não prescrita.” Caso não ocorra estímulo no sentido de fazer com que os licenciandos aprendam a pensar sobre as questões bioéticas, eles não conseguirão desenvolver essa habilidade com seus futuros alunos. Então, como trabalhar a bioética na formação de professores? Qual a melhor maneira de trazer reflexões bioéticas nos cursos formativos?

### Ensinar Bioética

Para que o professor consiga trabalhar a Bioética em sala de aula não são necessários conhecimentos avançados. Não existe uma metodologia de ensino pronta para a introdução deste tema no ensino, porém, o professor deve saber aproveitar as oportunidades para discussão e reflexão surgidas durante o desenvolvimento de suas aulas.



*As discussões em torno de temas educacionais geralmente deparam-se num aspecto comum de debate: encontrar uma forma única e infalível de ensinar. O professor que se depara cotidianamente com essa incógnita precisa reconhecer que as oportunidades são construídas diariamente e na mesma proporção em que são pretendidas. Há que se esclarecer que é quase impossível ensinar alguém a argumentar, mas criar um espaço próprio e oportuno à argumentação é possível em sala de aula. (WILGES, 2007, p.38.)*

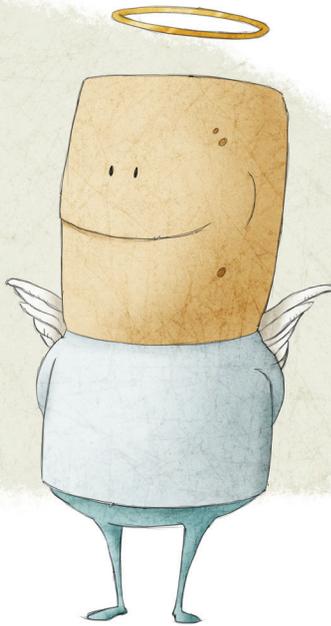
Azevedo (1998, p.132) enfatiza que “para o ensino de Bioética uma concepção multidisciplinar não satisfará”. A autora destaca que, por envolver conhecimentos de diferentes áreas, tais como Filosofia, Biologia, Genética, Ética e Direito, os professores devem ensiná-la através da interdisciplinaridade ou

transdisciplinaridade. Somos herdeiros de uma cultura que estuda a ciência de forma fragmentada, dividindo os conhecimentos em disciplinas, para estudar cada uma delas de forma isolada. Por isso, torna-se necessária uma reformulação das metodologias para que o ensino de Bioética seja satisfatório.

*A bioética pretende para si uma abordagem interdisciplinar. Não sozinha, onde um privilegiado se aproveita das informações vindas de outras ciências, mas em um sentido amplo, preciso, da colaboração e da interação das diversas ciências, para analisar as questões concretas de maneira total, e, assim, encontrar soluções adequadas. (DURAND, 1995, p. 19-20.)*

O Projeto Político-Pedagógico do Curso de Ciências Biológicas da UNIJUÍ (2007, p.2) destaca essa interdisciplinaridade ao citar que

“nas últimas décadas do século XX o conhecimento biológico foi marcado pela crescente inter-relação entre as várias subáreas, tais



como a biologia molecular, imunologia, microbiologia, bioquímica e bioética”. O mesmo também destaca a importância de desenvolver nos graduandos uma formação ética, visando formar profissionais capazes de “utilizar o conhecimento socialmente acumulado na produção de novos conhecimentos, tendo a compreensão desse processo a fim de evidenciá-lo de forma crítica, com postura ética e com critérios de relevância social.” (UNIJUI, PPLCB, 2007, p. 8.)

O ensino de Bioética contribui para a inclusão de valores no ensino de Biologia. Assim, a partir de uma proposta de ensino voltada para a reflexão, é dada oportunidade aos alunos de se desenvolverem moralmente, conquistando a sua cidadania. Dessa maneira, são necessárias novas abordagens para os cursos de graduação em Ciências Biológicas, que estimulem nos licenciandos o desenvolvimento de uma autonomia moral. Enfim, nossa sociedade, herdeira de uma visão de ciência fragmentada, que valoriza apenas os conhecimentos técnicos, tem como desafio inserir na formação dos professores de Biologia a tematização de valores morais.

Existem propostas de ensino de Bioética, apresentadas por diversos autores tais como Bishop (2006), que propõe a utilização de estudos de caso. De acordo com essa autora, os estudos de caso apresentam-se como dilemas da vida real, aproximando-os de fatos da ciência. Assim, os alunos desenvolvem o pensamento crítico, a capacidade de expressar-se e ouvir. A autora também sugere que identificar dilemas científicos seria o primeiro passo para formação de grupos de discussão, criando-se um ambiente descontraído, e assegurando a participação de todos seus integrantes.

O sucesso da abordagem, no entanto, depende de certo discernimento por parte do professor, para que consiga direcionar as discussões de uma maneira que os educandos desenvolvam seus próprios valores e saibam expressá-los. O professor precisa ser um condutor nesse processo, a partir do momento em que estimula os alunos ao debate e reflexão. Zatz (2000) propõe alguns exemplos de estudos de casos, que podem ser aplicados nas aulas de Genética.

**1 Estudo de caso: Hemofilia:** “Uma consulente vem procurar um serviço de aconselhamento genético para diagnóstico pré-natal. O levantamento da genealogia mostrou que seu pai é hemofílico, o que significa que ela é portadora deste gene e, portanto, um feto do sexo masculino terá uma probabilidade de 50% de ser afetado. Entretanto, o estudo de DNA da consulente e de seus pais revela uma situação de falsa paternidade. O suposto pai hemofílico não é o seu pai biológico. Do ponto de vista genético, isto significa que a consulente não é portadora do gene da hemofilia, não existindo risco para esta ou futuras gestações.” Questões que podem ser levantadas a partir do estudo: É eticamente adequado revelar esta informação? A quem deve ser dado este resultado? Em não revelando, é adequado submeter a paciente a procedimentos diagnósticos, que envolvem riscos desnecessários ao feto? Qual o sentido de realizar o diagnóstico pré-natal de hemofilia?

A partir do caso e das questões, constituem-se novas possibilidades de aprendizagem, ao suscitar posicionamento dos

estudantes, que obrigatoriamente devem considerar os conhecimentos científicos e as relações sociais.

**2 Estudo de caso: distrofia de Duchenne:** “A consulente tem um filho afetado por distrofia de Duchenne (DMD), uma doença letal grave, cujos afetados raramente ultrapassam a terceira década. O exame de DNA revela que tanto a consulente como sua mãe são portadoras do gene da DMD e, portanto, há um risco de 50% de virem a ter descendentes de sexo masculino com DMD. Durante o Aconselhamento Genético (AG) a consulente é informada sobre seu risco genético e que suas tias, primas e sobrinhas, também em risco de serem portadoras do gene da DMD, podem recorrer ao exame de DNA para tentar prevenir o nascimento de novos afetados. A consulente, entretanto, nega-se terminantemente a alertar seus familiares sobre esse risco.” Pergunta-se: É ético deixar que pessoas em risco ignorem essas informações que poderiam prevenir o nascimento de uma criança afetada por uma doença genética grave? Por outro lado, temos o direito de invadir a privacidade dos outros? Ou quebrar o princípio da confidencialidade deve ser uma norma no AG?

Esses exemplos têm como objetivo possibilitar a discussão de temas bioéticos de maneira simples, possibilitando, tanto para alunos de ensino médio quanto para professores em formação, o debate em um contexto semelhante ao da sociedade em que vive. Também sugerem que não é necessário ter aulas de Bioética no cronograma, mas depende do professor abrir espaço ou não para a sua discussão durante o desenvolvimento de suas aulas. As aulas de Genética são aquelas que possibilitam maiores oportunidades de discussão, porém a Bioética pode ser trabalhada em qualquer disciplina, devido ao seu caráter interdisciplinar, como, por exemplo, nas aulas de Zoologia, quando se menciona a experimentação com animais.

O estudo da Bioética desenvolve nos alunos a capacidade de refletir sobre os acontecimentos de seu tempo, não aceitando tudo como está, pois, conforme sugere Fourez (1995, p. 21), “a palavra ‘ciência’ pode por vezes ‘aprisionar’, por exemplo, quando alguns passam a impressão de que, uma vez que se falou de cientificidade, não há nada mais a fazer senão se submeter a ela, sem dizer ou pensar mais nada a respeito”. Essa discussão requer também uma ação transformadora, na qual é preciso romper com as antigas concepções de ensino que priorizam os conteúdos técnicos, e passar a dar importância maior à formação de valores e atitudes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual contexto social, os rápidos progressos do conhecimento científico e a utilização das tecnologias dele decorrentes, mostram a necessidade de uma educação científica que atenda às exigências contemporâneas. A Genética apresenta situações complexas para nossa sociedade, devido ao poder de manipulação das novas tecnologias, tornando fundamental que os cidadãos participem das decisões que envolvem a sua utilização. Nesse sentido, deve-se proporcionar aos estudantes a oportunidade de compreender o processo de produção do conhecimento científico.

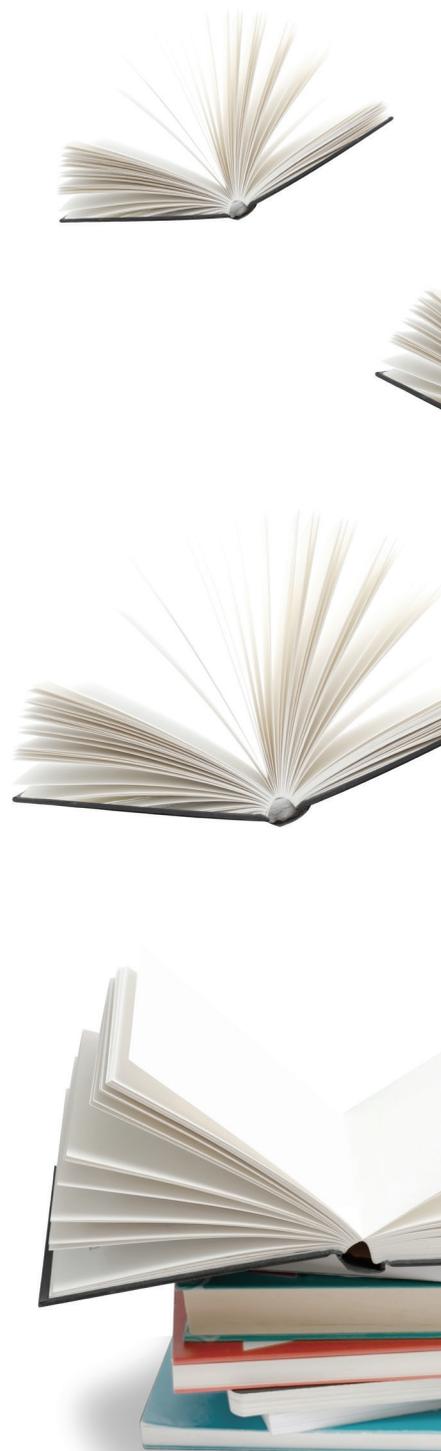
Para que esta educação científica possa ocorrer, é necessário compreender a ciência como uma construção coletiva e historicamente situada. A concepção de ciência que os professores têm depende da visão que lhes

é oferecida durante a sua formação inicial na universidade. Nos cursos de licenciatura em Biologia, geralmente a História da Ciência não é contextualizada adequadamente, e, como consequência, os licenciandos não adquirem informações suficientes para entender a natureza da ciência e questionar a aplicação do conhecimento científico.

A prioridade dada pelos cursos de licenciatura à formação técnica faz com que os dilemas éticos não sejam discutidos, colocando o aluno em uma posição passiva diante das transformações que acontecem em nossa sociedade. Dessa maneira, os licenciandos saem do ensino superior despreparados, enfrentando dificuldades para inserir a História da Ciência e a Bioética em suas aulas. Além disso, utilizam os livros didáticos como principal recurso para orientar o estudo, os quais, conforme analisado no presente artigo, geralmente trazem uma contextualização histórica simplificada e não despertam no aluno uma reflexão ética. A partir destes fatos, conclui-se que novas estratégias de ensino são necessárias para que se consiga realizar essas abordagens, visando à formação de cidadãos autônomos, que não aceitam a ciência como algo pronto e inquestionável.

### REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education*, n.13, v.3, 2004.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia das Populações*. São Paulo: Moderna, 2000. 428 p.
- AZEVEDO, E. E. S. Bioética: um desafio transdisciplinar. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*. São Paulo, v.2, n.2, 1998.
- BISHOP, L. *Teaching bioethics in high school: an American experience: the high school bioethics curriculum project at the Kennedy Institute of Ethics*. Disponível em: <<http://www3.georgetown.edu/research/nrcbl/hsbioethics/index.html>>. Acesso em: 22 out. 2012.
- BOREM, A. A História da Biotecnologia. *Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, São Paulo, n. 34, p. 10-12, jul. 2005.
- 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 de hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*, São Paulo, v. 4, p. 43-63, jun. 2009.
- BRYCE, T.; GRAY, D. Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal Science Education*, v. 26, n.6, 2004. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/toc/tсед20/26/6#.UYcyUrWG1fQ>>. Acesso em: 20 out. 2012.
- CARBONI, P. B. SOARES, M. A. M. *A genética molecular no ensino médio*. Disponível em: <[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_patricia\\_berticelli\\_carboni.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2012.
- CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, Bauru, v.11, n.1, p. 33-39, abr. 2005.
- DURAND, G. *A bioética: natureza, princípios, objetivos*. São Paulo: Paulus, 1995. 104 p.
- FLECK, L. *A gênese e o desenvolvimento de um fato científico*. Madri: Alianza Editorial, 1986.
- FOUREZ, G. *A construção das Ciências*. Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências. São Paulo: Editora da UNESP, 1995. 319 p.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 34 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001. 163 p.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de Ciências e Cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004. 88 p.
- LEITE, R. M. C. FERRARI, N. DELIZOICOV, D. A História de Mendel na Perspectiva Fleckiana. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, v.1, n.2, p. 97-108, jan. 2001.
- LINHARES, S.; GEWANDSNAJDER, F. *Biologia Hoje: genética, evolução e ecologia*. São Paulo: Ática, 1998. 432 p.
- LOPES, S.; ROSSO, S. *Biologia*. São Paulo: Saraiva, 2005, 480 p.
- MALDANER, O. A. *A formação continuada de professores de Química*. Ijuí: Unijuí, 2000. 419 p.
- MARTINS, L. A. P. A História da Ciência e o ensino de biologia. *Ciência e Ensino*, Campinas, n.5, p. 18-21, dez. 1998.
- MARTINS, R. A. *Interdisciplinaridade: a história das ciências e seus usos na educação*. In: SILVA, C. C. *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Física*, Florianópolis, v. 12, n.3, p. 164-214, jan. 1995.
- MAYR, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Universidade de Brasília, 1998. 1108 p.
- MESSIAS, T. ANJOS, M. F.; ROSITO, M. M. B. Bioética e educação no ensino médio. *BIOETHIKÓS*, São Paulo, v.1, n.2, p. 96-102, dez. 2007.
- MOREIRA, M. C. A. SILVA, E. P. Concepções prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. In: ENCONTRO REGIONAL DE BIOLOGIA, 1., 2001, Niterói. *Anais*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2001. p. 490-504.
- OLIVEIRA, F. *Bioética: uma face da cidadania*. São Paulo: Moderna, 1997. 144 p.
- PASQUETTI, M. V. A história da ciência nos livros didáticos de Biologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2001.
- SCHEID, N. M. J. *A contribuição da história da biologia na formação inicial de professores de ciências biológicas*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- SILVA, P. F. Educação em Bioética: desafios à formação de professores. *Revista Bioética*, Brasília, v.19, n.1, abr./2011.
- UNIJUÍ. *Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas*. Ijuí, 2007.
- WILGES, L. B. M. *A Bioética num enfoque educacional implementada na formação de professores de Ciências e Biologia*. Porto Alegre, 2007.
- ZATZ, M. Projeto Genoma Humano e ética. *São Paulo Perspec*, São Paulo, v. 14, n.3, p. 92-98, abr. 2000.