

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PRÁTICA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO

Temas contemporâneos de Genética nos livros didáticos: há espaço?

Daiane Bairros Machado

Porto Alegre

2014

DAIANE BAIROS MACHADO

Temas Contemporâneos de Genética nos livros didáticos: há espaço?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Russel Teresinha da Rosa

Orientadora

Porto Alegre

2014

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pela vida, pelos exemplos de dignidade, respeito, humildade, companheirismo, amizade e, acima de tudo amor. À minha irmã, minha companheira de todas as horas. Aos meus padrinhos por serem, verdadeiramente, meus segundos pais, por todos os momentos de riso e pelo abrigo, serei eternamente grata. A todos os amigos, familiares e colegas que acompanharam e acompanham minha trajetória e, de uma forma ou de outra, me ajudaram nessa empreitada. Às professoras de minha vida: minha mãe, por me mostrar desde cedo que a docência é um ato de amor; à professora Eunice Kindel por me abrir as portas desse mundo que é a escola e por todo o apoio durante os anos de PIBID/Ciências; à professora Heloísa Junqueira, por ir ao cerne de minha alma e me mostrar que às vezes precisamos ir com calma e de que um caminho nunca é percorrido sozinho; à professora Russel Rosa pela liberdade concedida na execução desse trabalho, por suas palavras sempre muito bem colocadas e por todo o apoio de sempre.

## RESUMO

A Genética é a área da Biologia que mais se desenvolveu nas últimas décadas. Temas como clonagem, células-tronco e transgênicos estão constantemente na mídia e conseqüentemente adentram a escola gerando debates sobre questões éticas e sociais. Esses temas, bem como outros relacionados à “Nova Biologia” devem ser abordados nos livros didáticos, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Essa pesquisa analisou os oito livros didáticos indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2012 para o Ensino Médio, enfocando no conteúdo de Genética a presença e a forma de abordagem de temas contemporâneos da área. Os resultados destacam que embora os livros didáticos já apresentem esses temas, eles não podem ser utilizados como única ferramenta de ensino-aprendizagem, bem como não é possível ao professor adotar uma única obra para desenvolver o seu projeto pedagógico.

**Palavras-chave:** nova biologia, ensino de genética, livro didático de biologia, ensino médio.

## **ABSTRACT**

Genetics is the field of Biology that has developed the most in the last few decades. Topics such as cloning, stem cells and transgenic are constantly in the media and thus enter into the school generating debates about ethical and social issues. These themes, as well as other related to New Biology should be addressed in textbooks, as the National Curriculum Parameters for Middle School (PCNEM). This research examined the eight textbooks indicated by the National Program of the Textbook (PNLD) in 2012 for the Middle School, focusing on the content of Genetics the presence and form of approach to contemporary issues of the area. The results highlight that although the textbooks already present these issues, they may not be used as the only tool for teaching and learning, as well as unable to professor adopt a single work to develop your teaching project.

**Keywords:** new biology, teaching of genetics, textbook of biology, middle school

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1. O livro didático e o ensino de Ciências/Biologia .....	9
3. METODOLOGIA.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
4.1. Análise das obras.....	13
4. 1. 1. Biologia - Volume 3 -- Pezzi, Gowdak e Mattos .....	13
4. 1. 2. Ser Protagonista – Biologia 3º Ano .....	14
4. 1. 3. Biologia – Volume 3 – César, Sezar, Caldini .....	15
4. 1. 4. Biologia Hoje – Sergio Linhares, Fernando Gewandsznajder.....	17
4. 1. 5. Biologia – Volume 3 – Amabis e Martho.....	18
4. 1. 6. Biologia – Volume 3 - V. Mendonça e J. Laurence.....	20
4. 1. 7. BIO – Volume 2 - Sônia Lopes e Sérgio Rosso .....	21
4. 1. 8. Novas Bases da Biologia – Volume 3 - Nélio Bizzo .....	23
4.2. Análise do conjunto das obras .....	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
7. ANEXOS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A Ciência está presente em nossas vidas e tem relevância social, cultural, política e econômica. Se antes, a Ciência ocupava papel de destaque apenas no restrito espaço acadêmico-científico, hoje transita pelas mídias de massa (jornais, revistas, TV e internet). Desde o final dos anos 1960, a Genética tem se desenvolvido rapidamente, emergindo novas descobertas que tem influência direta ou indireta sobre nós, como por exemplo, desenvolvimento de alimentos transgênicos, clonagem, aconselhamento genético, o projeto genoma humano, entre outros.

Assim, essa “nova” Genética exige um aluno que seja capaz de problematizar, refletir e posicionar-se diante de questões contemporâneas importantes em sua vida (KINDEL, 2008). Vemos essa preocupação presente também nos textos das políticas públicas da Educação Básica, como, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) onde “a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico” é encarada como um dos desafios do ensino de Biologia. Porém, ainda nos PCNEM encontramos o seguinte trecho:

Contraditoriamente, apesar de a Biologia fazer parte do dia a dia da população, o ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite à população perceber o vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano. Essa visão dicotômica impossibilita ao aluno estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado sobre a Biologia (p.17).

A preocupação externada nos PCNEM é válida, uma vez que o ensino de Biologia tem afastado os alunos da Ciência ao mostrá-la como verdade absoluta produzida por gênios, ao invés de integrá-la a sua realidade mostrando que Ciência e Sociedade formam uma rede intrincada de relações. Para Krasilchik (2000), os alunos não serão adequadamente formados se não correlacionarem as disciplinas escolares com a atividade científica e tecnológica e os problemas sociais contemporâneos. Nesse sentido, a introdução de tópicos da Ciência contemporânea, entre as temáticas de estudo da Biologia escolar, se torna crucial, de forma a proporcionar a sua discussão no processo de produção do conhecimento científico que engloba aspectos sociais, históricos, políticos, culturais e econômicos. Dessa

forma, o currículo deve sofrer constantes atualizações necessárias à formação de um cidadão bem informado, capaz de participar de decisões que afetam a vida. O artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (nº 9394/96) destaca a importância da flexibilização curricular, propondo a inclusão de conteúdos diversificados. No entanto, o ensino de Biologia apresenta uma estabilidade de conteúdos, principalmente no que se refere ao ensino de Genética e romper com essa estabilidade parece ser uma tarefa complicada. O ensino de Genética no Ensino Médio é pautado principalmente na Genética Clássica, desenvolvida no século XIX. A recorrência de determinados conteúdos no ensino de Ciências Biológicas parece estar intimamente relacionada aos temas presentes nos livros didáticos (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006). A permanência do enfoque quase exclusivo na Genética Clássica transforma-se em dificuldade no ensino-aprendizagem, e pode levar a outros problemas, como a fragmentação do conteúdo, a descontextualização e a desatualização do mesmo (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009).

Considerando que o livro didático é a ferramenta de ensino-aprendizagem mais utilizada nas escolas, bem como, o papel formativo das instituições educacionais, os livros didáticos devem sofrer constantes atualizações no sentido de trazer os avanços científicos e tecnológicos. Porém, a publicação desses avanços nem sempre se faz correta e clara na edição dos livros destinados ao Ensino Médio e, também há casos de obras que sequer apresentam tais informações (VILAS-BOAS, 2006).

Tendo vivenciado as dificuldades do ensino de Genética – livros didáticos desatualizados, engessamento de conteúdos, etc. - na disciplina de Estágio de Docência em Biologia, refletindo sobre as questões expostas e tendo em vista que as publicações acerca de análise de livro didático na área de ensino de Genética e Biologia Molecular ainda são incipientes (MELO; CARMO, 2009), o objetivo do presente trabalho de conclusão de curso é analisar a forma como os temas contemporâneos do campo da Genética aparecem nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012. Tal projeto justifica-se pela necessidade em alertar professores atuantes e em formação para a necessidade de repensarmos o ensino de Genética no Ensino Médio.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Genética é a área da Biologia que tem sofrido as maiores e mais importantes mudanças nos últimos tempos. Sua contribuição ultrapassa os círculos acadêmicos e se difunde rapidamente por vários setores da sociedade com sérias implicações de ordem social, moral e econômica. Portanto, para que a população possa entender o grande espectro de aplicações e implicações da Genética, ela precisa de conhecimentos básicos que devem ser adquiridos na escola (MOURA et. al., 2013). Contudo, a Genética divulgada pela mídia não é a mesma Ciência que estuda as leis da hereditariedade, nem tampouco a Genética que se aprende na escola (RIPOLL, 2001). Na escola ocorre uma reconstrução e/ou uma nova produção de conhecimento. O discurso escolar é híbrido, uma vez que ele é constituído por diferentes discursos – como o científico, o pedagógico, o do cotidiano e o da divulgação científica – que são reconfigurados e reordenados de modo a constituir o discurso científico escolar (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Esse hibridismo também foi identificado nos livros didáticos de Ciências em estudo realizado por Nascimento e Martins (2009). No que diz respeito ao texto de Genética nos livros didáticos, as autoras observaram que ele está impregnado pelo discurso científico, o que confirma a identidade do livro didático como um veículo voltado à divulgação das versões didaticamente autorizadas de conteúdos das Ciências de referência, sem espaço para o debate de questões ainda controversas no mundo científico.

Ao analisar a História da Ciência no ensino de Biologia, Martins (1998) afirma que os livros didáticos a apresentam de forma superficial, favorecendo a transmissão de uma concepção equivocada da prática científica, onde aquilo que aceitamos hoje é apresentado não só como correto, mas como verdade provada de forma definitiva no passado. Além disso, as narrativas apresentadas em livros didáticos costumam contribuir para instituir heróis da Ciência, grandes cientistas do passado que não erravam e já tinham chegado exatamente às ideias que aceitamos hoje em dia. Martins (1998) defende que a História da Ciência, se utilizada de forma a representar as diferentes práticas científicas como processo de produção coletiva de conhecimentos em contextos sócios históricos específicos atua como aliada na desmitificação da Ciência como produtora de verdades absolutas. Essa visão

inadequada pode ser fruto da falta de relacionamento entre Ciência/Sociedade/Tecnologia, a qual não é retratada na maioria dos livros didáticos (AMORIM, 1995 e MORAES; SHUVARTZ; BASTOS, 2007).

Assim, os alunos não conseguem perceber as influências que o desenvolvimento tecnológico e científico exerce em suas vidas, os problemas que disso derivam, não tendo o seu interesse despertado sobre esses conhecimentos e, conseqüentemente, levando da escola a noção de que aquilo é inútil para si. Cachapuz, Praia e Jorge (2004) afirmam que a Ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo a que, necessariamente, diz respeito. Esse “desligamento” e o caráter acadêmico e não experimental do currículo seriam as principais causas do desinteresse dos alunos por estudos das Ciências. Para Scheid, Ferrari e Delizoicov (2005) essa concepção equivocada da Ciência, por parte de alunos e também dos professores, é uma barreira na formação de cidadãos críticos e reflexivos a respeito das implicações que a Ciência tem na sociedade. Romper com essa barreira e compreender a Ciência como uma construção coletiva, provisória e suscetível de reformulações e reconstruções é fundamental para que os estudantes busquem construir uma sociedade mais digna e justa para todos.

## **2.1. O livro didático e o ensino de Ciências/Biologia**

O livro didático é a ferramenta de ensino mais presente na sala de aula. Ele exerce função preponderante durante toda a prática docente, seja nas etapas de planejamento das atividades didáticas, na atualização do professor ou na seleção dos conteúdos abordados ou ainda para a definição dos modelos de avaliação reproduzidos nas salas de aula (NASCIMENTO; MARTINS, 2009). O reconhecimento de tal importância reflete-se em ações políticas oficiais implementadas pelo Governo Federal, como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (NASCIMENTO; MARTINS, 2005).

Ao analisar a estrutura e a composição dos livros didáticos de Ciências, Nascimento e Martins (2003, 2005, 2009), observaram uma estrutura comum aos livros, a saber: capa e contracapa, elementos pré-textuais (folha de rosto, apresentação e sumário), texto principal (capítulos e textos complementares),

elementos pós-textuais (bibliografia, glossário, atividades complementares). Com respeito aos conteúdos, as autoras observaram que costumam ser apresentados de forma hierárquica e sequencial; a linguagem utilizada restringe-se ao vocabulário específico de cada área; tópicos disciplinares geralmente se encontram no corpo do texto principal enquanto informações acerca de temáticas correlatas são trabalhadas ao final dos capítulos em leituras complementares (NASCIMENTO; MARTINS, 2005).

Em contrapartida, a exploração de novidades científicas pelos meios de comunicação acaba por criar uma demanda no contexto escolar para que professores e os próprios materiais didáticos estejam sempre atualizados (NASCIMENTO, 2011). Para Oliveira e Vasconcelos (2013) é necessário que os conteúdos dos livros didáticos sejam atualizados e ampliados em busca de novas formas de inclusão de temas da “Nova Biologia” como transgênicos, clonagem, células-tronco, projeto genoma, entre outros. Nesse sentido, tem-se observado a inserção de textos midiáticos no livro didático de Ciências (NASCIMENTO, 2011). Analisando a inserção de textos de divulgação científica (TDC) em livros didáticos, Nascimento (2011), Martins, Cassab e Rocha (2011) observaram que essa inclusão ocorre através de uma reestruturação e reelaboração do TDC, que sofre supressão de imagens, substituição ou eliminação de palavras, alteração na diagramação, entre outras modificações a fim de se adequar à linguagem científica e pedagógica presente nos livros didáticos. Nascimento (2011) observa também que os textos assumem apenas um caráter de satisfação de curiosidade em torno de um assunto frequentemente veiculado na mídia, pois não criam uma atmosfera que vise o debate sobre as questões éticas e políticas que cercam os assuntos apresentados. Isso porque essa inserção se dá na forma de textos complementares e essa escolha não contribui para a sua integração com os conteúdos curriculares tratados no texto principal (NASCIMENTO; MARTINS 2003).

Esses problemas de abordagem também foram identificados por Conceição et. al. (2009) em seu estudo sobre a inclusão do tema “*transgênicos*” nos livros didáticos. Os autores destacam a abordagem superficial e descontextualizada que não parecia contribuir para a formação crítica do aluno, pois não lhe forneceria dados básicos para a tomada de posição sobre o assunto.

Ao analisar a inserção de temas contemporâneos em livros didáticos

utilizados no Ensino Médio, Xavier, Freire e Moraes (2006) apontam que apenas 3,8% do conteúdo total dos livros é destinado a tópicos da Nova Biologia, enquanto 20% tratam de temas da Genética Clássica. Os resultados mostram que ainda é incipiente a inserção de tópicos contemporâneos de Genética nos livros didáticos de Biologia, tornando essas obras conseqüentemente, desatualizadas. Os autores ainda destacam que a forma como os temas são abordados nos livros didáticos não é capaz de ajudar o aluno a se tornar um cidadão crítico a respeito das informações que recebe.

Os autores lançam ainda as perguntas:

“Será que a Nova Biologia conseguirá abrir espaço entre o estudo das Leis de Mendel e a Genética Clássica? Ou ficará à margem do currículo adotado nos colégios, sendo vista como tema de pesquisa ou meramente abordada como fazendo parte das curiosidades?” (p.286).

Diversas pesquisas, com diferentes enfoques, sobre o ensino de Genética têm sido realizadas (CONCEIÇÃO et. al, 2009, MARTINS; CASSAB e ROCHA, 2011, NASCIMENTO; MARTINS, 2003, 2006, 2009, MELO; CARMO, 2009, etc.). Mas ainda são poucos os trabalhos que analisam a inserção de temas contemporâneos de Genética nos livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio. Assim, o objetivo desse trabalho é verificar quais temas da Nova Biologia são trazidos nos livros didáticos destinados ao Ensino Médio e indicados pelo PNLD a fim de analisar de que forma esses temas são apresentados nessas publicações e, se a maneira como os mesmos são expostos possibilita a sua integração/relação com os demais conteúdos do currículo escolar.

### **3. METODOLOGIA**

O objetivo deste trabalho foi analisar os oito livros didáticos de Biologia (Tabela 1) utilizados no Ensino Médio e indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012, enfocando no conteúdo de Genética, especificamente os temas contemporâneos. A escolha de exemplares indicados pelo Programa foi definida porque essas obras atendem aos critérios de avaliação do Ministério da Educação, sendo adquiridas e distribuídas para a rede de escolas públicas

brasileiras.

Tabela 1: Livros didáticos analisados.

	<b>Obra</b>	<b>Editora</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Ano de Edição</b>
<b>1</b>	Biologia – Volume 3	FTD	Antônio Pezzi, Demétrio Ossowski Gowdak, Neide Simões de Mattos	2010
<b>2</b>	Ser Protagonista Biologia – Livro do 3º Ano	SM	Fernando Santigo dos Santos, João Batista Vincentin Aguilar, Maria Martha Argez de Oliveira	2010
<b>3</b>	Biologia – Volume 3	Saraiva	César da Silva Júnior, Sezar Sasson, Nelson Caldini Júnior	2010
<b>4</b>	Biologia Hoje – Volume 3	Ática	Fernando Gewandsnajder, Sérgio de Vasconcellos Linhares	2011
<b>5</b>	Biologia – Volume 3	Moderna	Gilberto Rodrigues Martho, José Mariano Amabis	2010
<b>6</b>	Biologia – Volume 3	Nova Geração	V. Mendonça, J. Laurance	2010
<b>7</b>	BIO – Volume 2	Saraiva	Sônia Lopes, Sérgio Rosso	2010
<b>8</b>	Novas Bases da Biologia – Volume 3	Ática	Nélio Bizzo	2012

Esta pesquisa, em um caráter quantitativo e qualitativo, foi desenvolvida através da análise do conteúdo dos livros didáticos quanto à abordagem de temas contemporâneos em Genética. Buscou-se, em cada exemplar, a presença de temas atuais como, por exemplo: transgênicos, projeto genoma humano, aconselhamento genético, enzimas de restrição, entre outros.

Foi realizada uma breve avaliação dos sumários das publicações, a fim de verificar se os temas encontrados ao longo da unidade de Genética estão explicitados nesse índice, o que facilitaria a localização dos mesmos no livro didático.

Além de identificar os temas presentes nas publicações e quantificar o espaço

em parágrafos ocupados por esses temas na unidade em que são apresentados, também foi realizada a análise da forma como esses temas estão inseridos no corpo do livro (texto principal ou textos complementares), bem como, o que é abordado em relação a cada tópico (conceitos, descrição de técnicas, aplicações, etc.).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise das obras

#### 4.1.1. Biologia - Volume 3 -- Pezzi, Gowdak e Mattos

No texto introdutório da Unidade de Genética são citados temas contemporâneos (Tabela 2) sem que esses temas sejam explorados ao longo da Unidade. Apenas os tópicos Aconselhamento Genético e Terapia Gênica são tratados no livro na forma de texto complementar. O Aconselhamento Genético é descrito superficialmente, sendo apenas apresentadas as definições dos conceitos associados, além de serem apontados os casais a quem é indicado recorrer ao aconselhamento genético. O tópico Terapia Gênica tem seu conceito explicado de forma simples como a *“introdução de um gene normal, para substituir um gene defeituoso, nas células do indivíduo afetado”* sem que nenhuma outra explicação seja dada. Isso deixa questões em aberto como: de que forma esses genes são inseridos no indivíduo afetado? Quais são os riscos da terapia gênica? Ela é aconselhada a todas as pessoas portadoras de doenças genéticas? Em quais doenças genéticas vêm sendo empregadas terapias gênicas? Entre muitas outras dúvidas que podem surgir para o estudante.

Tabela 2 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Biologia - Volume 3 - Pezzi, Gowdak e Mattos.

Unidade 1 - Genética (páginas: 10 a 69)					
Tema	Capítulo	Forma	Página	Tamanho (parágrafos)	O que é tratado?
Melhoramento Genético	1	Texto Principal	10	Citação	Aplicações da Genética

<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>	1	Texto Principal	10	Citação	Aplicações da Genética
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	1	Texto Principal	10	Citação	Aplicações da Genética
<b>Engenharia Genética</b>	1	Texto Principal	10	Citação	Aplicações da Genética
<b>Teste de DNA</b>	1	Box	43	2	Utilização
<b>Aconselhamento Genético</b>	5	Box	64	6	Conceito e Aplicação
<b>Terapia Gênica</b>	5	Box	64	6	Conceito e Aplicação

#### 4. 1. 2. Ser Protagonista – Biologia 3º Ano

O livro Ser Protagonista tem um capítulo voltado para a Biotecnologia, onde são tratados os avanços da área. A publicação apresentou 13 temas relacionados à “Nova Biologia” (Tabela 3), abordando conceitos, descrições de técnicas e algumas aplicações das novas ferramentas da Engenharia Genética. Organismos Geneticamente Modificados (11 parágrafos) é o tema tratado em maiores detalhes.

Tabela 3 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Ser Protagonista - Biologia - 3º Ano.

<b>Unidade 1 - Genética (páginas: 10 a 133)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Sequenciamento do DNA</b>	1	Box	17	3	Conceito e Explicação das Técnicas
<b>Projeto Genoma Humano</b>	1	Texto Principal	18	3	O que é o projeto
		Box	18	4	Questões Éticas
<b>Seleção Pré-Natal</b>	3	Box	45	7	Questões éticas da Escolha de características dos bebês
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	4	Box	51	3	Aplicação
	8	Texto Principal	120	3	Conceito e Utilização
	8	Box	120	5	Riscos/Leis

<b>Aconselhamento Genético</b>	6	Texto Principal	95	2	Conceito e Etapas
		Box	96	4	Testes pelo SUS
<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>	6	Texto Principal	95	2	Técnicas (ultrassom e amnioncentese)
<b>Ítrons e Éxons</b>	8	Texto Principal	117	1	Conceito
<b>Bibliotecas Genômicas</b>	8	Box	117	2	Conceito
<b>Enzimas de Restrição</b>	8	Texto Principal	119	1	Função
<b>Eletroforese</b>	8	Texto Principal	119	1	Conceito e Utilização
<b>Clonagem</b>	8	Texto Principal	121	7	Técnica e Aplicação
<b>Terapia Gênica</b>	8	Texto Principal	122	6	Conceito, Objetivo Etapas, Dificuldades
<b>Vacina de DNA</b>	8	Box	125	6	Conceito e Aplicações

#### 4. 1. 3. Biologia – Volume 3 – César, Sezar, Caldini

A publicação apresentou 17 temas (Tabela 3). O tema Células-tronco é bem abordado, com explicação dos tipos (Anexo 1), as origens, as diferenças entre os tipos, as possibilidades de uso e também as polêmicas que ainda cercam a utilização de células-tronco na medicina. Entre os livros analisados, foi o único que abordou o tema em 18 parágrafos. Diferente dos demais, o livro traz no final da Unidade 1 (Metabolismo Celular) o capítulo sobre DNA, RNA e síntese de proteínas. Essa forma de organização do conteúdo pode facilitar o entendimento dos conceitos básicos de hereditariedade e outros temas por parte do aluno visto que já terá se apropriado de temas como a organização do material genético, tradução e transcrição. Os temas tratados em maior detalhe são: Células-tronco (18 parágrafos), Reprodução Assistida (10 parágrafos) e Clonagem (9 parágrafos).



Tabela 4 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático. Biologia – Volume 3 – César, Sezar, Caldini.

<b>Unidade 2 - Genética (páginas: 66 a 199)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Íntrons e Éxons</b>	4 (Un.1)	Box	58	3	Conceito
<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>	13	Box	180	6	Técnicas (amnioncentese e amostragem vilocoriônica)
<b>Biotecnologia</b>	14	Texto Principal	181	4	Definição e Histórico
	9	Box	132	4	O espermatozoide da mulher
<b>Células-tronco</b>	14	Texto Principal	187, 188, 189,190	13	Tipos, Origens, Terapias, Técnicas, Questões Éticas
	14	Box	188	1	Cordão Umbilical e Placenta
<b>DNA Recombinante</b>	14	Texto Principal	182, 183	4	Técnica e aplicações
<b>Plasmídeo</b>	14	Texto Principal	182	1	Conceito e Utilização
<b>Bibliotecas Genômicas</b>	14	Texto Principal	184	2	Conceito
<b>Enzimas de Restrição</b>	14	Texto Principal	185	3	Função
<b>PCR</b>	14	Texto Principal	186	2	Técnica e aplicações
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	14	Texto Principal	186	8	Plantas e animais transgênicos
<b>Terapia Gênica</b>	14	Texto Principal	187	3	Conceito, Histórico, Avanços
<b>Clonagem</b>	14	Texto Principal	191, 192	9	Procedimento (Dolly), Questões Éticas, Clonagem Terapêutica
<b>Genomas</b>	14	Texto Principal	193, 194	5	Conceito, Genoma Humano, <i>Xylella Fastidiosa</i>
<b>Proteomas</b>	14	Texto Principal	194	2	Conceito, Importância

<b>DNA Fingerprint</b>	14	Texto Principal	194, 195	2	Aplicação
<b>Eletroforese</b>	14	Texto Principal	195	3	Técnica e Aplicações
<b>Reprodução Assistida</b>	14	Box	198, 199	10	Histórico, Técnica ICSI

#### 4. 1. 4. Biologia Hoje – Sergio Linhares, Fernando Gewandsznajder

O livro traz muitas informações no capítulo 8, voltado para a Biotecnologia (Tabela 5). Nesse capítulo, podemos destacar a abordagem do tema Plantas Transgênicas (26 parágrafos) em que os autores apresentam os argumentos favoráveis e os argumentos desfavoráveis aos Transgênicos sem, contudo, tomar posição na discussão. Outro tema bem abordado é o Projeto Genoma Humano (15 parágrafos) em que são destacadas as aplicações e vantagens do sequenciamento genético. O livro apresenta figuras e esquemas que auxiliam na compreensão das técnicas utilizadas, por exemplo, para testes de paternidade e construção de DNA recombinante (Anexo 2).

Tabela 5 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Biologia Hoje - Volume 3 - Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder.

<b>Unidade 1 - Genética (páginas: 11 a 128)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Ítrons e Éxons</b>	2	Texto Principal	40	1	Conceito
<b>Aconselhamento Genético</b>	2	Box	98	3	Técnica e Questões Éticas
	8	Box	123	6	Questões Éticas
<b>Reprodução Assistida</b>	7	Texto Principal	45	7	Escolha de características dos bebês
<b>Engenharia Genética</b>	8	Texto Principal	112	3	Aplicações, Benefícios para a Medicina
<b>Biotecnologia</b>	8	Texto Principal	113	1	Conceito

<b>DNA Recombinante</b>	8	Texto Principal	113	2	Conceito, Descrição da Técnica e Vantagens
<b>Enzimas de Restrição</b>	8	Texto Principal	113	3	Função
<b>Plasmídeo</b>	8	Texto Principal	113	1	Conceito e Utilização
<b>Clonagem de DNA</b>	8	Texto Principal	114, 115	3	Aplicações, Benefícios para a Medicina
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	8	Texto Principal	115	4	Conceito e Técnicas
			121,122	22	Plantas e Animais Transgênicos
<b>Eletroforese</b>	8	Texto Principal	117	3	Técnica
<b>DNA fingerprint</b>	8	Texto Principal	117,118	3	Aplicações
<b>PCR</b>	8	Texto Principal	118	3	Técnica
<b>Terapia Gênica</b>	8	Texto Principal	119	5	Conceito e Técnicas
<b>Projeto Genoma Humano</b>	8	Texto Principal	119,120	12	O que é, Aplicações, Outros Genomas
		Box	123	3	P.G.H no Brasil e Outros genomas

#### 4. 1. 5. Biologia – Volume 3 – Amabis e Martho

O livro apresentou 11 temas relacionados à Nova Biologia (Tabela 6) e trouxe um quadro com datas de acontecimentos marcantes da área (Anexo 3). A publicação também tem um capítulo voltado para a Biotecnologia (capítulo 5). Apresenta bastantes informações sobre os avanços da área, porém em poucos tópicos são tratadas as implicações éticas e sociais que alguns temas podem trazer, como por exemplo, o conhecimento do Genoma Humano (13 parágrafos). Destaca-se que as

informações são trazidas no texto principal da publicação, não havendo “boxes” de leituras complementares ao longo da unidade. No exemplar do professor, no início de cada capítulo são trazidas as habilidades sugeridas que o aluno deve possuir para poder compreender as informações apresentadas na seção, bem como, os conceitos principais que serão tratados no capítulo. Isso auxilia o professor no preparo e condução das aulas.

Tabela 6 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Biologia - Volume 3 - Amabis e Martho.

<b>Unidade 1 - Genética (páginas: 14 a 141)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Marcos da Genética no Século XX</b>	1	Box	36, 37, 38	—	Descobertas da área
<b>Ítrons e Éxons</b>	5	Texto Principal	126	3	Conceito
<b>Melhoramento Genético</b>	5	Texto Principal	127	4	História
<b>Aconselhamento Genético</b>	5	Texto Principal	130	9	Conceito, Identificação de indivíduos, Casamentos Consanguíneos
<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>	5	Texto Principal	131	6	Técnicas (amnioncentese e amostragem vilocoriônica)
<b>Enzimas de Restrição</b>	5	Texto Principal	132	5	Função, Evolução e Contribuição
<b>Eletroforese</b>	5	Texto Principal	133	5	Técnica
<b>DNA Recombinante</b>	5	Texto Principal	134, 135, 136	10	História, Conceito, Técnica, Avanços
<b>Plasmídeo</b>	5	Texto Principal	134	1	Conceito
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	5	Texto Principal	136, 137, 138	12	Procedimento em Animais e Plantas

<b>Projeto Genoma Humano</b>	5	Texto Principal	139, 140	13	História, Objetivos, Resultados, Projeto no Brasil
<b>Terapia Gênica</b>	5	Texto Principal	140	2	Conceito, Questões Éticas

#### 4. 1. 6. Biologia – Volume 3 - V. Mendonça e J. Laurence

O livro apresentou 11 temas contemporâneos de Genética (Tabela 7), porém os mesmos são tratados de forma superficial. A abordagem superficial dos tópicos está bem exemplificada no tema Clonagem (10 parágrafos). A técnica para a obtenção da ovelha Dolly é apresentada de forma simples, como se o procedimento fosse corriqueiro. De forma geral a publicação trata os conteúdos de forma sucinta o que pode dificultar o pleno entendimento dos assuntos abordados por parte do aluno.

Tabela 7 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Biologia - Volume 3 - V. Mendonça e J. Laurence.

<b>Unidade 2 - Genética (páginas: 120 a 212)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Biotecnologia</b>	10	Texto Principal	196, 197	4	Histórico, <u>Conceito</u>
<b>Engenharia Genética</b>	10	Texto Principal	196, 197	4	Histórico, Conceito
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	10	Texto Principal	197,198	6	Conceito, Exemplos
<b>Enzimas de Restrição</b>	10	Texto Principal	197	1	Função
<b>DNA Recombinante</b>	10	Texto Principal	197	1	Conceito
<b>Projeto Genoma Humano</b>	10	Texto Principal	198, 199	8	O que é, Histórico, <u>Possibilidades</u>
<b>Aconselhamento Genético</b>	10	Texto Principal	199	1	Conceito
<b>Terapia Gênica</b>	10	Texto Principal	200	5	Conceito e Procedimentos
<b>Vacina de DNA</b>	10	Texto Principal	200	3	Conceito e Aplicações

<b>Clonagem</b>	10	Texto Principal	200, 201, 202	10	Conceito, Clonagem em plantas e animais, Histórico, Caso Dolly e Vitória
<b>Eletroforese</b>	10	Box	203	6	Técnica e Aplicações

#### 4. 1. 7. BIO – Volume 2 - Sônia Lopes e Sérgio Rosso

Como a maioria das publicações analisadas o livro tem o último capítulo da unidade de Genética voltado para os assuntos relacionados à Biotecnologia e à Engenharia Genética. Os conteúdos sobre DNA, RNA e Síntese de Proteínas também são apresentados antes dos conteúdos sobre mecanismos de Hereditariedade e Biotecnologia. A publicação abordou 19 temas contemporâneos de Genética (Tabela 8), com destaque para os tópicos Organismos Geneticamente Modificados (OGM's) (29 parágrafos), Projeto Genoma Humano (21 parágrafos), Clonagem (13 parágrafos) e DNA *fingerprint* (8 parágrafos) que apresentaram a melhor abordagem de conteúdo. Cabe destacar que foi a única obra a mencionar as inúmeras tentativas experimentais realizadas, antes da primeira clonagem de um mamífero, bem como as doenças da ovelha Dolly, aspectos que ressaltam as dificuldades de aplicação da técnica.

Tabela 8 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Bio - Volume 2 - Sônia Lopes e Sérgio Rosso.

<b>Unidade 2 - Genética (páginas: 226 a 430)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Biotecnologia</b>	7	Texto Principal	227	1	Conceito
<b>Engenharia Genética</b>	7	Texto Principal	227	2	Conceito e Aplicações
<b>Íntrons e Éxons</b>	7	Texto Principal	239	1	Conceito
<b>Projeto Genoma Humano</b>	7	Box	249, 250	16	Conceito, Resultados, Outros Genomas, Questões Éticas
	8	Box	268	5	Questões Éticas

<b>DNA Recombinante</b>	11	Texto Principal	391, 392	5	Conceito, DNA Ligases
			392, 393	9	Clonagem de DNA
<b>Enzimas de Restrição</b>	11	Texto Principal	391	1	Função
<b>Plasmídeo</b>	11	Texto Principal	392	1	Conceito e Utilização
<b>Bibliotecas Genômicas</b>	11	Texto Principal	393	2	Conceito
<b>DNA Fingerprint</b>	11	Texto Principal	394, 395, 396	8	Conceito, Aplicações, VNTR's
<b>Eletroforese</b>	11	Texto Principal	394	3	Técnica e Aplicações
<b>PCR</b>	11	Box	397	4	Conceito de polimerase, Técnica
		Texto Principal	397, 398	5	Conceito, Histórico, Técnicas
<b>Terapia Gênica</b>	11	Box	398, 399	11	Nova Técnica Para ALD
		Texto Principal	399, 400	3	Conceito, Aplicações, Vantagens
<b>Vacina de DNA</b>	11	Texto Principal	399, 400	3	Conceito, Aplicações, Vantagens
<b>Proteomas</b>	11	Box	400, 401	4	Conceito, Aplicações, Importância
<b>Clonagem</b>	11	Texto Principal	401, 402, 403	13	Técnicas - Caso Dolly e Vitória
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	11	Texto Principal	403, 404, 405	24	Conceito, Plantas e Animais Transgênicos, Técnicas
		Box	496	5	Caso Polly – Técnica
<b>Aconselhamento Genético</b>	11	Texto Principal	407	8	Conceito e Quando é indicado
<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>	11	Texto Principal	407, 408	8	Técnicas (amostragem vilocoriônica, amnioncentese, ultrassom e fetoscopia)
		Box	409	9	Aborto Terapêutico

#### 4. 1. 8. Novas Bases da Biologia – Volume 3 - Nélio Bizzo

A publicação traz na unidade de Evolução Biológica o capítulo “Biologia Molecular e Biotecnologia”, onde são apresentados os temas relativos às novas descobertas na área, diferentemente dos demais livros que apresentam esses temas dentro da unidade de Genética. A obra apresentou 9 temas (Tabela 9), todos apresentados de forma sucinta, sem discussão sobre questões éticas e sociais, com exceção do tópico “Doping Genético” (Anexo 4) examinado na forma de texto complementar. Além de ser a única publicação a abordar esse assunto, relevante para os jovens que se interessam por esportes, procura lançar questões para o leitor refletir e discutir. No final da Unidade de Genética o livro traz sugestões de leitura com links para artigos na internet que tratam de temas como transgênicos e células-tronco.

Tabela 9 – Temas contemporâneos de Genética encontrados no livro didático Novas Bases da Biologia - Volume 3 - Nélio Bizzo.

<b>Unidade 3 - Evolução Biológica (páginas: 176 a 208)</b>					
<b>Tema</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Forma</b>	<b>Página</b>	<b>Tamanho (parágrafos)</b>	<b>O que é tratado?</b>
<b>Doping Genético</b>	5 (Un.2)	Box	175	5	Conceito, Etapas
<b>Íntrons e Éxons</b>	6	Texto Principal	187	2	Conceito
<b>Enzimas de Restrição</b>	6	Texto Principal	196	1	Função
<b>Eletroforese</b>	6	Texto Principal	196	4	Técnica e Aplicações
<b>PCR</b>	6	Texto Principal	198	2	Técnica
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	6	Texto Principal	200 e 202	6	Conceito, Alimentos Transgênicos
<b>DNA Recombinante</b>	6	Texto Principal	200, 201	3	Técnica e Aplicações
<b>Plasmídeos</b>	6	Texto Principal	201	1	Conceito
<b>Vacina de DNA</b>	6	Texto Principal	202	2	Conceito e Aplicações



## 4.2. Análise do conjunto das obras

Ao compararmos os livros didáticos quanto ao espaço em parágrafos dedicados aos tópicos encontrados, é possível verificar que o livro 7 é a publicação mais completa, apresentando mais temas contemporâneos e dedicando um espaço maior para a discussão dos mesmos. Em contrapartida, o livro 1 foi a publicação que menos abordou temas relacionados à “Nova Biologia” (Tabela 10).

Tabela 10 – Tabela comparativa mostrando, em ordem decrescente, o espaço em parágrafos ocupado por cada tema nos livros didáticos analisados (os livros foram numerados conforme a Tabela 1).

Livros Didáticos									
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	Total (em parágrafos)
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	Citação	11	8	26	12	6	29	6	<b>98</b>
<b>Projeto Genoma Humano</b>		10	5	15	13	8	21		<b>72</b>
<b>Terapia Gênica</b>	6	6	3	5	2	5	16		<b>43</b>
<b>Clonagem</b>		7	9	3		10	13		<b>42</b>
<b>Aconselhamento Genético</b>	6	6		9	9	1	8		<b>39</b>
<b>DNA Recombinante</b>			4	2	10	1	14	3	<b>34</b>
<b>Diagnóstico Pré-Natal</b>		2	6		6		17		<b>29</b>
<b>Eletroforese</b>		1	3	3	5	6	3	4	<b>25</b>
<b>Células-tronco</b>			18						<b>18</b>
<b>Reprodução Assistida</b>			10	7					<b>17</b>
<b>Enzimas de Restrição</b>		1	3	3	5	1	1	1	<b>15</b>
<b>DNA Fingerprint</b>			2	3			8		<b>13</b>
<b>Íntrons e Éxons</b>		1	3	1	3		1	2	<b>11</b>
<b>PCR</b>			2	3			4	2	<b>11</b>
<b>Biotecnologia</b>			4	1		4	1		<b>10</b>
<b>Engenharia Genética</b>	Citação			3		4	2		<b>9</b>
<b>Vacina de DNA</b>		6				3	3	2	<b>8</b>
<b>Seleção Pré-Natal</b>		7							<b>7</b>
<b>Bibliotecas Genômicas</b>		2	2				2		<b>6</b>
<b>Proteomas</b>			2				4		<b>6</b>
<b>Doping Genético</b>								5	<b>5</b>
<b>Plasmídeo</b>			1	1	1		1	1	<b>5</b>
<b>Melhoramento Genético</b>	Citação				4				<b>4</b>

Foram encontrados 23 temas contemporâneos de Genética nos livros didáticos. O tópico “Organismos Geneticamente Modificados” foi o único presente em todas as publicações, perfazendo um total de 98 parágrafos (Gráfico 1). Destacam-se, quanto ao tema, as abordagens dos livros 4 e 7 que trazem os argumentos favoráveis e desfavoráveis quanto à produção de alimentos transgênicos, além da aplicação das técnicas de alteração gênica em animais mostrando os benefícios para a medicina (produção de insulina humana, hormônio do crescimento e fatores coagulantes) que essas técnicas podem trazer. Em contrapartida, no livro 1 ele é apenas citado no texto introdutório da Unidade (Tabela 10).

Os tópicos Aconselhamento Genético, Projeto Genoma Humano (P.G.H) e Terapia Gênica também apareceram na maioria das publicações (Gráfico 1). Na abordagem desses temas encontramos grande parte das discussões sobre as implicações éticas e sociais que os avanços da Genética e da Biologia Molecular tem gerado em nossa sociedade. Uma das discussões mais apresentadas nos livros didáticos está relacionada com o sequenciamento genético e genes deletérios. Com o desenvolvimento da técnica de sequenciamento genético, uma pessoa que tem um familiar afetado pela doença de Huntington pode descobrir, através de exames indicados por aconselhamento genético, se também é portador do gene deletério causador da doença. A grande discussão trazida nos livros é se pessoas portadoras de genes deletérios com manifestação tardia, como o Huntington, devem saber ou não que irão desenvolver uma doença incurável e letal. Outra discussão presente nos livros é a possibilidade de empresas virem a solicitar testes genéticos aos seus empregados ou candidatos a vagas de trabalho, podendo, assim, haver discriminação de pessoas portadoras de genes que podem levar a doenças como a citada e até algum tipo de câncer.

No que tange ao P.G.H a abordagem dos livros se concentra em explicar o que é o projeto, os resultados encontrados, os benefícios que o sequenciamento genético pode trazer para o tratamento de doenças, bem como, as preocupações quanto às consequências que esse conhecimento traz à sociedade. Por outro lado, nenhuma das publicações aponta uma das conquistas sociais mais importantes que o sequenciamento genético já nos trouxe: a inexistência de embasamento genético que sustente cientificamente o conceito de “raça” dentro da nossa espécie. O sequenciamento genético mostra que a maior parte da diversidade genética pode

ser encontrada dentro dos chamados grupos geográficos. Ou seja, pode haver maior diferenciação entre dois africanos do sul do Saara do que entre um africano e um europeu, por exemplo.

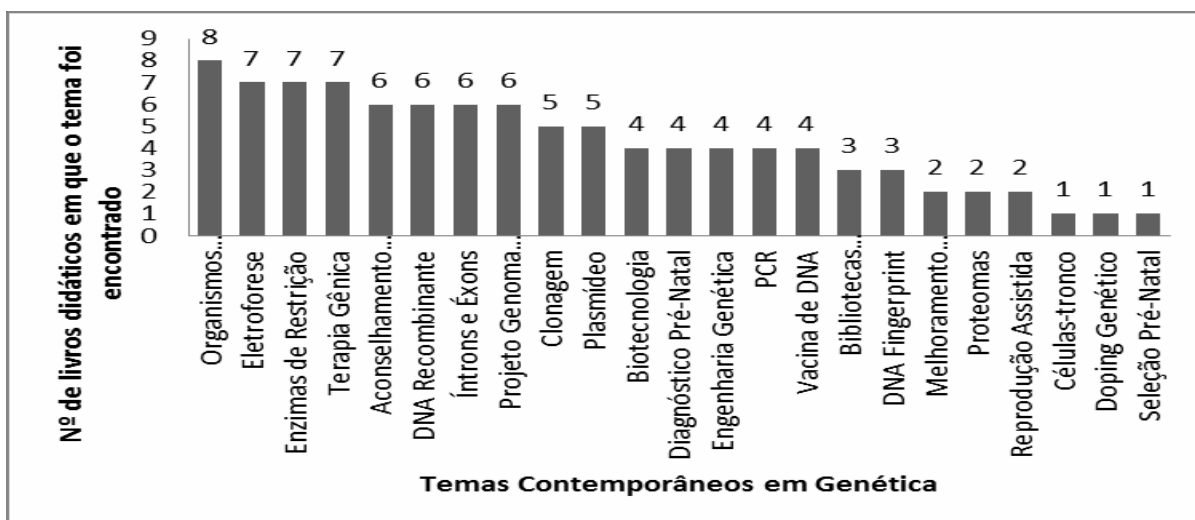


Gráfico 1 – Número de publicações, em ordem decrescente, em que os temas contemporâneos de Genética foram encontrados.

Nos demais temas, como clonagem, DNA recombinante, eletroforese, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), vemos uma concepção de ensino orientada para a transmissão de informação, visto que as publicações se atem à definição e à explicação dos conceitos e técnicas, a maioria com o auxílio de figuras esquemáticas. Esses tópicos carecem de contextualizações sociohistóricas ou quaisquer problematizações que possibilitem ao estudante uma leitura crítica da práxis científica e tecnológica. Não há discussões acerca do financiamento das pesquisas, das aplicações tecnológicas e das implicações dos interesses das indústrias, por exemplo.

Diferentemente do encontrado por Nascimento e Martins (2011) e por Xavier, Freire e Moraes (2006), os temas contemporâneos em Genética se fazem presentes nos livros didáticos e são apresentados, em sua maioria, no texto principal. Existem duas possíveis explicações para essas diferenças de resultados: (1) os pesquisadores referidos examinaram obras compostas como volumes únicos, os quais provavelmente são mais sintéticos e por isso, não têm espaço para a abordagem de temas contemporâneos; ou (2) foram analisadas publicações mais antigas que, de fato, ainda não incluíam esses temas mais recentes. Ambas as hipóteses requerem estudos adicionais de comparação entre volumes únicos e

obras de 3 volumes de mesmos anos, bem como a comparação entre diferentes edições de uma mesma obra.

Da mesma forma que o constatado em estudos anteriores (NASCIMENTO, 2011; XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006, MARTINS; CASSAB; ROCHA, 2011), os “boxes” de textos complementares continuam presentes, tendo o seu conteúdo constituído por textos adaptados de artigos de periódicos acadêmicos ou de revistas de divulgação científica, como a *Ciência Hoje*. A maioria dos textos apresentados nos “boxes” trata de discussões éticas e sociais que os avanços da área proporcionam, bem como a popularização de algumas conquistas da medicina que foram proporcionadas com o auxílio da genética (por exemplo, a obtenção de espermatozoides a partir de células-tronco da medula óssea de mulheres). Em consonância com as pesquisas de Nascimento e Martins (2003, 2005, 2009) é possível perceber que os livros didáticos mantêm a mesma forma de organização, sendo o capítulo de Biotecnologia o último da unidade de Genética. Os conteúdos são apresentados de forma cronológica, o que explica o fato do capítulo ser o último da unidade, porém, a História da Ciência ainda não é utilizada como apoio para a desmitificação das produções técnico-científicas como verdades absolutas. Poucos livros mostram o desenvolvimento do conhecimento e de suas aplicações como produto do trabalho coletivo, de tentativas e erros, em contextos sociais e históricos particulares.

De forma geral, os conteúdos encontrados na unidade de Genética estão indicados nos sumários das publicações, favorecendo a localização das informações. Algumas exceções se apresentaram quando os temas foram encontrados em “boxes” de texto complementar. Nenhum dos livros analisados conta com índice remissivo, o que auxiliaria ainda mais a localização das informações na publicação. Permanece em aberto o questionamento quanto à transparência semântica (JOTTA, 2008) dos títulos e subtítulos referidos no sumário. Será que os estudantes compreendem o significado dos termos empregados e são capazes de localizar as informações que procuram nas obras?

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Essa pesquisa teve como norte a busca da resposta à pergunta feita em seu

título: Temas contemporâneos de Genética nos livros didáticos: há espaço?

Embora as abordagens ainda sejam voltadas às definições e explicações de técnicas, muito mais do que às discussões sobre os impactos positivos e negativos que os avanços da área produzem na sociedade, a “Nova Biologia” já se faz presente nos livros didáticos que chegam às escolas públicas de Ensino Médio do país. A ausência de alguns temas, bem como a presença de outros, em diferentes publicações não permite a escolha de apenas um livro por parte do professor. Se ele pretende trabalhar células-tronco, por exemplo, tem à sua disposição apenas um livro didático que discorre sobre o tema. Já se pretende trabalhar organismos geneticamente modificados, deve avaliar qual publicação apresenta a melhor abordagem das informações que se deseja apresentar aos alunos e das reflexões e discussões que se deseja promover. Entretanto os livros didáticos também são insuficientes para um estudo aprofundado de temas contemporâneos, sendo necessário que o professor busque outras fontes para tratar de assuntos, como a falta de apoio genético para o conceito de “raça” na espécie humana ou os contextos de produção do conhecimento e de suas aplicações.

Após a análise das oito publicações indicadas pelo PNLD 2012 é possível responder que, apesar de ainda restrito, há espaço para a Genética Contemporânea nos livros didáticos, contudo, não é possível selecionar uma única obra a ser adotada pelas escolas para o desenvolvimento do seu projeto pedagógico.

Embora os temas contemporâneos estejam presentes nos livros didáticos, eles ocupam menor espaço do que a Genética Clássica, restando a questão: deveríamos substituir o ensino da Genética Clássica pelo ensino da Genética Contemporânea no Ensino Médio da Educação Básica?

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de. Relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: O que nos dizem os livros didáticos de Biologia?. **Ensino em Re-vista**, Uberlândia, v. 4, n. 1, p.73-84, jan. 1995. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/7813/5171>>. Acesso em: 23 fev. 2014.
- BIZZO, Nélio. *Novas Bases da Biologia: O Ser Humano e o Futuro*. São Paulo: Ática, 2012. 3 v.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- CACHAPUZ, António; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da educação em ciências às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência e Educação**, Brasília, v. 10, n. 3, p.363-381, set. 2004. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=31>>. Acesso em: 6 fev. 2014.
- CONCEIÇÃO, Emanuella Maria da et al. **Abordagem sobre transgênicos nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0036-1.pdf>>. Acesso em: 10 Maio. 2014.
- GEWANDSNAJDER, Fernando; LINHARES, Sérgio de Vasconcellos. *Biologia Hoje: Genética, Evolução, Ecologia*. São Paulo: Ática, 2011. 3 v.
- LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. *BIO*. São Paulo: Saraiva, 2010. 2 v.
- JOTTA, Leila de Aragão Costa Vicentini. A Linguagem verbal em livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 1, p.119-133, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/82/74>>. Acesso em: 12 jun. 2014.
- KINDEL, Eunice Aita Isaia. Do aquecimento global às células-tronco: sabendo ler e escrever a biologia do século XXI. In: **Ler e escrever: compromisso no ensino médio**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Núcleo de Integração Universidade & Escola, UFRGS, 2008. p. 91-102.
- KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 1, Mar. 2000. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392000000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100010&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Dec. 2013.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de biologia: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez Editora, 2009. 215 p.

MARTHO, Gilberto Rodrigues; AMABIS, José Mariano. *Biologia: Biologia das Populações*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 3 v.

MARTINS, Isabel; CASSAB, Mariana; ROCHA, Marcelo Borges. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, América do Norte, 1, nov. 2011. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/186>. Acesso em: 10 Março. 2014.

MARTINS, Lilian Al-chueyr Pereira. A História da Ciência e o ensino de Biologia. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 0, n. 5, p.18-21, dez. 1998. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/45/46>>. Acesso em: 25 fev. 2014.

MELO, José Romário de; CARMO, Edinaldo Medeiros. Research on the teaching of Genetics and Molecular Biology in Brazilian High School: reflections about scientific publications. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 15, n. 3, 2009. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132009000300009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000300009&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Dec. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132009000300009>.

MENDONÇA, V; LAURENCE, J. *Biologia*. São Paulo: Nova Geração, 2010. 3 v.

MORAES, Fernando A ; SHUVARTZ, Marilda; BASTOS, Rogério Pereira . O livro Didático: engolindo sapos no ensino de Biologia. In: II Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, 2007, Anápolis. **Anais do II EDIPE**. Anápolis: UNIEVANGELICA, 2007. v. 1. p. 20-25. Disponível em: <[http://www.ceped.ueg.br/anais/IIedipe/pdfs/o\\_livro\\_didatico\\_engolindo\\_sapos\\_no\\_%20ensino\\_de\\_biologia.pdf](http://www.ceped.ueg.br/anais/IIedipe/pdfs/o_livro_didatico_engolindo_sapos_no_%20ensino_de_biologia.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

MOURA, Joseane de et al. *Biologia/Genética: O ensino de Biologia, com enfoque a Genética, das escolas públicas no Brasil - breve relato e reflexão*. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p.167-174, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/13912>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, América do Norte, 5, fev. 2011. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/92/84>. Acesso em: 27 fev. 2014.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; MARTINS, Isabel. Elementos Compositivos do Texto sobre Genética no Livro Didático de Ciências. **Alexandria: Revista de**

**educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p.3-25, mar. 2009. Disponível em: <<http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/Tatiana.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marco A. S.. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.29-39, dez. 2006. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/36/95>>. Acesso em: 16 dez. 2013.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; MARTINS, Isabel. O texto de genética no livro didático: uma análise retórica crítica. **Investigações no Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p.255-278, ago. 2005. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID131/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID131/v10_n2_a2005.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2014.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; MARTINS, Isabel. O texto de Genética do livro didático de ciências: aspectos composicionais. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: ABRAPEC [CD-ROM], 2003. v. Único. p. 1-13.

PEZZI, Antônio; GOWDAK, Demétrio Ossowski; MATTOS, Neide Simões de. Biologia. São Paulo: Ftd, 2010. 3 v.

OLIVEIRA, Nilmara Santana; DE CASTRO VASCONCELOS, Maiane Cássia. O Livro didático de Biologia como instrumento de apoio para o entendimento da Nova Biologia. **Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 11-20, fev. 2013. ISSN 2316-3151. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernobiologicas/article/view/253/279>>. Acesso em: 08 Mar. 2014.

RIPOLL, Daniela. Não é ficção científica, é ciência: a genética e a biotecnologia em revista. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre, BR-RS, 2001. 127f.

SANTOS, Fernando Santiago dos; AGUILAR, João Batista Vincentin; OLIVEIRA, Maria Martha Argez de. Ser Protagonista Biologia. São Paulo: Sm, 2010. 3 v.

SARDINHA, Rafaela ; FONSECA, Marcela; GOLDBACH, Tânia. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de Ciências sobre ensino de Genética. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2009, Florianópolis. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2009.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. Ensino da Genética Contemporânea: Contribuições da epistemologia de Fleck. In: **V Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2005, BAURU. Caderno de Resumos do V Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Bauru -



SP: ABRAPEC, 2005. v. único. p. 1-10

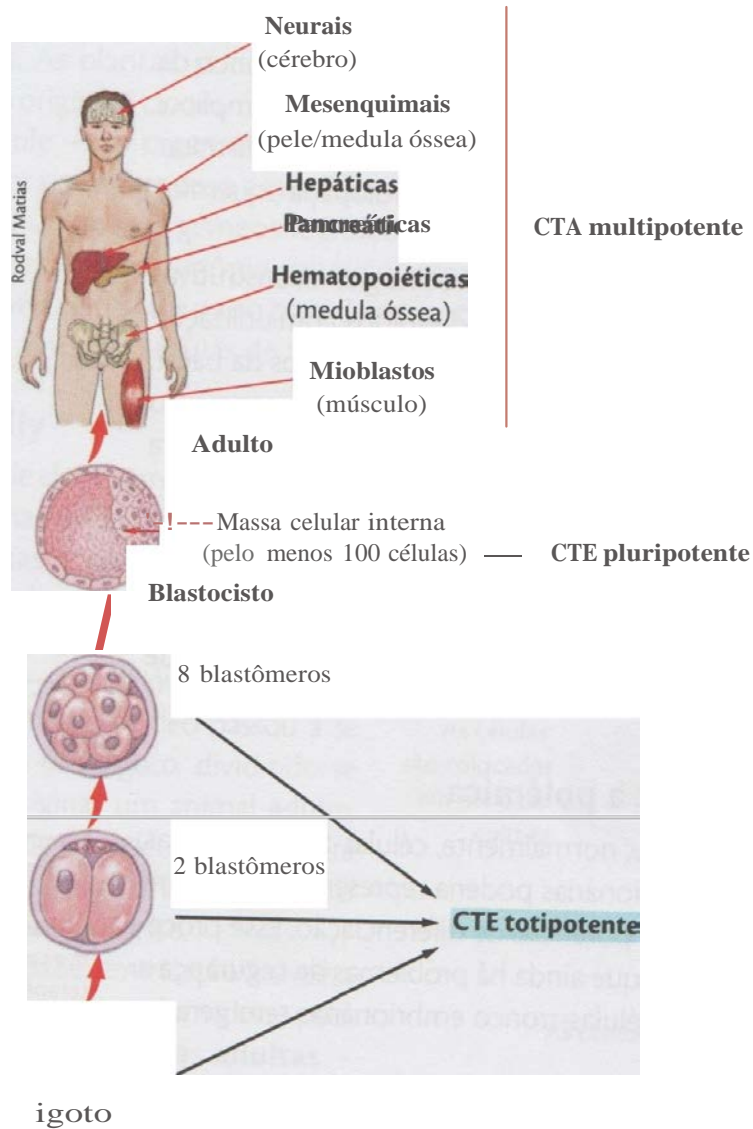
SILVA JÚNIOR, César da; SASSON, Sezar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. *Biologia*. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 3 v.

VILAS-BOAS, Adlane. Conceitos errôneos de Genética em livros didáticos do ensino médio. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p.9-11, jan. 2006. Disponível em: <<http://geneticanaescola.com.br/vol-i-artigo-04/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes; FREIRE, Alexandre de Sá; MORAES, Milton Ozório. New Biology and genetics in High School science textbooks. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru , v. 12, n. 3, Dec. 2006 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132006000300003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132006000300003&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Dec. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132006000300003>.

**7. ANEXOS**

Anexo 1 – Esquema sobre os tipos de células-tronco existentes, encontrado no livro Biologia – Volume 3 – Sezar, César, Caldini.

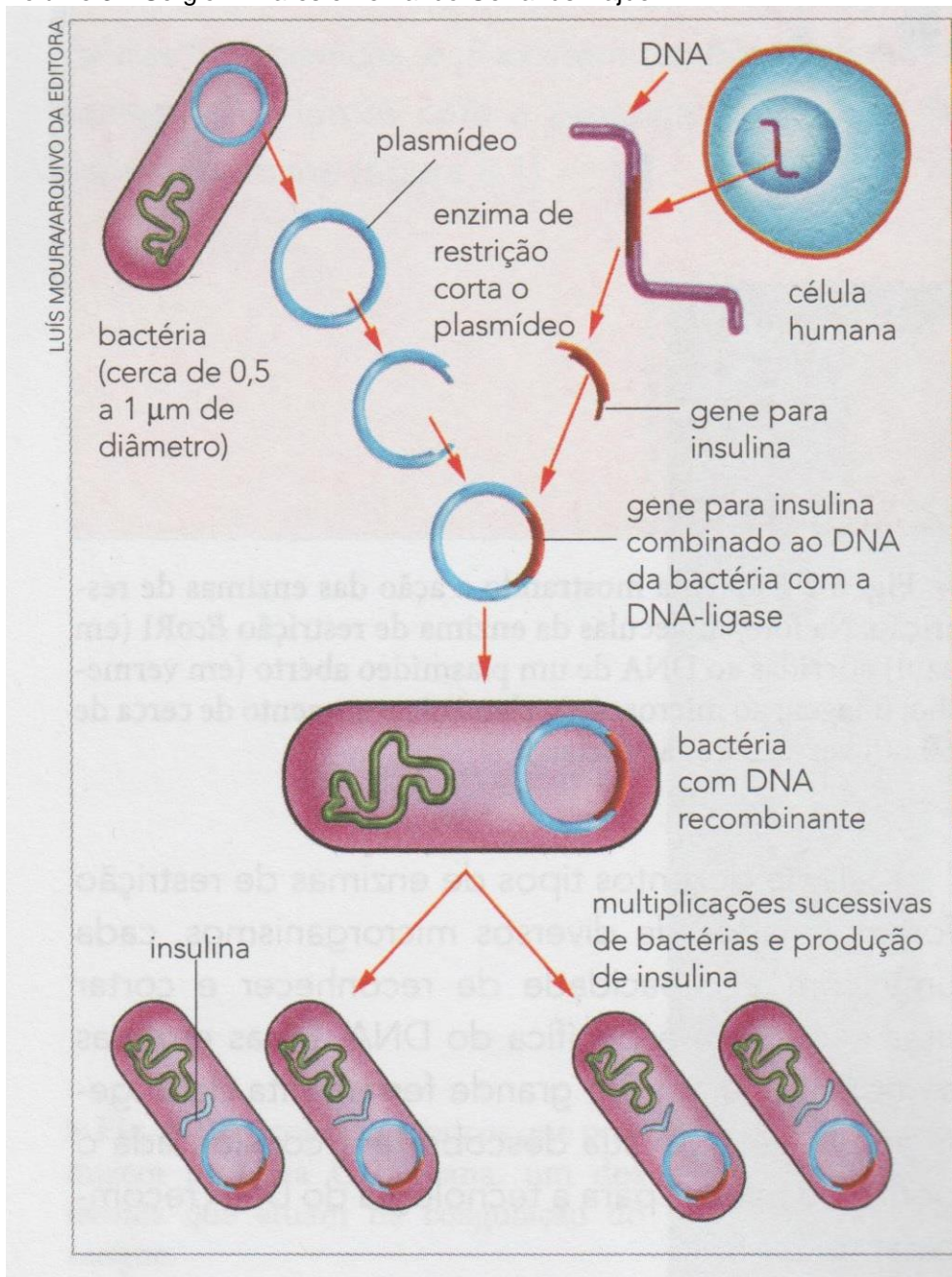


CTA- Células-tronco adultas (somáticas)

CTE – Células-tronco embrionárias

Esquema representando os tipos de células-tronco. (Elementos fora de proporção de tamanho entre si. Cores-fantasia.)

Anexo 2 – Esquema sobre a construção de DNA recombinante, encontrado no livro *Biologia Hoje* – Volume 3 – Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder.



### Anexo 3 – Quadro com marcos históricos na Genética, encontrado no livro Biologia – Amabis e Martho.

QUADRO DE CONSULTA • Marcos da Genética do século XX

Ano	Evento
1928	F. Griffith descobre a transformação bacteriana em pneumococos.
1931	C. Stern, trabalhando com <i>Drosophila melanogaster</i> , e H. S. Creighton e B. McCintock, com milho, fornecem as provas citológicas da ocorrência de <b>permutação</b> ( <i>crossing-over</i> ) na meiose.
1933	T. H. Morgan recebe o <b>Nobel de Fisiologia e Medicina</b> pelo desenvolvimento da teoria cromossômica da herança com seus trabalhos com a mosca <i>Drosophila melanogaster</i> .
1935	G. W. Beadle e B. Ephrussi, com base em seus estudos sobre a cor de olho em <i>Drosophila</i> , lançam a hipótese de que os genes atuam controlando as reações químicas celulares por meio de enzimas.
1936	T. Dobzhansky publica o livro <i>Genetics and the Origin of Species</i> ( <i>Genética e a origem das espécies</i> ), um marco na área da Genética Evolutiva e na construção da <b>moderna teoria evolucionista</b> .
1939	E. L. Ellis e M. Oelbrück iniciam os estudos com bacteriófagos, marcando o começo dos trabalhos genéticos em vírus.
1941	G. W. Beadle e E. L. Tatum publicam o primeiro trabalho sobre Genética Bioquímica no fungo <i>Neurospora crassa</i> , o qual consolidou a <b>teoria um gene uma enzima</b> .
1943	S. E. Lina e M. Oelbrück iniciam os estudos sobre <b>genética de bactérias</b> .
1944	O. T. Avery, C. M. MacLeod e M. McCarty isolam o princípio transformante do pneumococo, mostrando tratar-se do <b>ácido desoxirribonucleico (DNA)</b> , substância descoberta em 1869 por Miescher.
1945	S. E. Luria demonstra a ocorrência de <b>mutação gênica em bacteriófagos</b> .
1946	J. Lederberg e E. L. Tatum demonstram a existência de <b>recombinação gênica em bactérias</b> .
1946	M. Oelbrück, W. T. Bailey e A. O. Hershey demonstram a existência de <b>recombinação gênica em bacteriófagos</b> .
	H. J. Muller recebe o <b>Nobel de Física</b> pela demonstração dos efeitos mutagênicos de raios X em <i>Drosophila melanogaster</i> .
1950	J. V. Neel fornece provas de que a <b>anemia falciforme</b> (siclemia) é condicionada pela versão recessiva (atafe recessivo) de um gene.
1950	B. McCintock propõe a existência de "genes saltadores" ( <i>transposons</i> ) para explicar certos casos de herança em milho, o que foi confirmado 30 anos mais tarde em diversos organismos.
1952	A. O. Hershey e M. Chase mostram que apenas o ONA do vírus bacteriófago penetra na bactéria durante a infecção e que isso é suficiente para produzir novos vírus completos, sugerindo ser o ONA o material hereditário viral.
1953	J. Watson e F. Crick propõem a estrutura em dupla-hélice para a molécula de ONA.
1956	J. H. Tjio e A. Levandemonstram que os humanos têm <b>46 cromossomos em suas células</b> (até então, pensava-se que fossem 48).
1957	V. M. Ingram descobre que a <b>diferença entre a hemoglobina normal e a hemoglobina síclêmica</b> restringe-se a um único aminoácido na molécula.
1958	M. Meselson e F. W. Stahl demonstram a <b>duplicação semiconservativa do ONA</b> . G. Beadle, E. W. Tatum e J. L. Lederberg recebem o <b>Nobel de Fisiologia e Medicina</b> pelos dois primeiros pela comprovação de que os genes atuam controlando a síntese das proteínas nas células, e o terceiro por ter desvendado os processos de recombinação genética em bactérias.
1959	J. Lejeune, M. Gautier e R. Turpin descobrem que a <b>síndrome de Down</b> é causada pela presença de um cromossomo a mais nas células ( <b>trisomia do cromossomo 21</b> ).
	A. Kornberg e S. Ochoa recebem o <b>Nobel de Química</b> por suas descobertas acerca da síntese de ácidos nucleicos (ONA e RNA) nas células.
1961	F. Crick, L. Barnett, S. Brenner e R. J. Watts-Tobin obtêm fortes indícios de que a <b>linguagem genética baseia-se em seqüências de três bases nitrogenadas na molécula de ONA</b> .
1961	F. Jacob e J. Monod propõem o <b>modelo de regulação gênica em bactéria</b> e a existência do RNA mensageiro, identificado logo depois.
1961	M. W. Nirenberg, H. Matthaei, S. Ochoa e H. G. Khorana desvendam o <b>código genético</b> , estabelecendo a relação entre os 20 aminoácidos que formam as proteínas e 64 triplas de bases nitrogenadas do RNA mensageiro.

Anexo 4-Texto complementar sobre Doping Genético, encontrado no livro Novas Bases da Biologia  
-Volume 3- Nélio Z. -

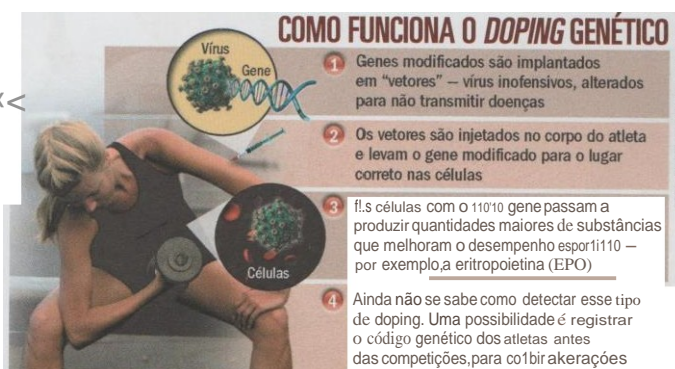
# E a sua opinião?

## O doping genético

"Se já é cada vez mais difícil identificar o uso de substâncias proibidas por atletas de alto desempenho, as coisas ficarão ainda mais complicadas à medida que evoluírem as pesquisas sobre alteração dos genes humanos. Já existe até um nome para definir uma nova modalidade de turbinamento de esportistas: *doping genético*. A partir de alterações no interior das células dos competidores, seria possível, em tese, produzir superatletas, mais fortes, mais velozes e mais resistentes. Como o processo envolve os mecanismos naturais do organismo, essas mudanças não seriam detectáveis pelos exames até agora utilizados. O conhecimento científico necessário para realizar esses procedimentos já existe e a questão preocupa tanto as autoridades esportivas que na semana passada a Agência Mundial Antidoping organizou na Suécia um simpósio com cinquenta especialistas de quinze países para discutir o tema. "Só um cego não vê que a próxima geração do doping será genética", disse o canadense Dick Pound, presidente da agência."

FONTENELLE, A. O doping genético. In: A edição de 1935, 14 de dezembro de 2005. Disponível em: <http://veja.abn.com.br/141205/p\_44.html>. Acesso em 23 fev 2010

Figura 5.63  
Como poderia geneticamente ser produzido o doping genético.



A quantidade de glóbulos vermelhos é crucial para o desempenho do atleta. Sua produção é guiada ou estimulada por uma substância chamada *eritropoietina* (EPO), um hormônio glicoproteico produzido nos seres humanos e nos animais pelos rins e fígado.

O gene que codifica a eritropoietina foi clonado em 1985 e é empregado com êxito na produção artificial desse hormônio por bactérias. Ele permite que muitos pacientes deixem de receber transfusões de sangue e acelerem a produção de hemácias. No entanto, a utilização de eritropoietina artificial por atletas é considerada *doping*.

Se o hormônio fosse produzido pelo próprio organismo, seria difícil evidenciar um caso de *doping*. A introdução do DNA que codifica essa substância no genoma humano poderia ser realizada por um vírus geneticamente programado.

Em sua opinião, atletas geneticamente modificados (AGM) transgrediriam as leis do esporte, como um *doping* qualquer? Você acha que é necessário investir em formas de detectar essa modificação em atletas?