



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCANTARA GOMES

DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Genética no Ensino Médio: dos Parâmetros Curriculares

Nacionais à sala de aula

Aline Braga Moreno

Rio de Janeiro

2007



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCÂNTARA GOMES

DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Genética no Ensino Médio: dos Parâmetros Curriculares

Nacionais à sala de aula

Aline Braga Moreno

Trabalho final apresentado ao Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Ensino de Ciências.

Rio de Janeiro

2007



## FICHA CATALOGRÁFICA

Moreno, Aline Braga

Genética no Ensino Médio: dos Parâmetros Curriculares Nacionais à sala de aula / Aline Braga Moreno – 2007.

X, 41. ; il.

Orientador: Andréa Carla de Souza Góes.

Monografia (Especialização) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Ensino de Genética. 2. Ensino de Biologia. 3. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 4. Teses. I. Góes, Andréa Carla de Souza. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCÂNTARA GOMES

DEPARTAMENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Genética no Ensino Médio: dos Parâmetros Curriculares

Nacionais à sala de aula

Aline Braga Moreno

Orientadora: Andréa Carla de Souza Góes

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007

Prof: \_\_\_\_\_

Prof: \_\_\_\_\_

Rio de Janeiro

2007

*“A melhor maneira de por ela (ética) lutar é vivê-la em nossa prática, é testemunhá-la, vivaz aos educandos em nossas relações com eles”.*

*Paulo Freire.*

*Dedico essa monografia a todos aqueles que me apoiaram  
de alguma forma, especialmente à minha família.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar forças e coragem para lutar a cada dia

A meus pais pelo apoio dado durante este período

Aos colegas da pós-graduação pela amizade e ajuda

Aos professores Bertha do Valle, Marilene Sá Cadei, Marly Veiga e Werk pelo apoio na elaboração da monografia

A Gilson pelo incentivo

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.



## LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Resumo das propostas dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio para o ensino de genética.....	17
Quadro 2 - Relação das escolas do município de Maricá onde foram realizadas as entrevistas com professores de biologia.....	21
Quadro 3 - Descrição das atividades didáticas realizadas durante as aulas de genética por professores do município de Maricá, RJ.....	26

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Propostas utilizadas e fontes consultadas por professores de biologia do município de Maricá, RJ, para determinação do programa de genética.....	22
Figura 2 - Fontes de consulta utilizadas por professores de biologia do município de Maricá, RJ, para elaboração de suas aulas de genética.....	23
Figura 3 - Conteúdos de biologia relacionados à genética durante as aulas de professores de biologia do município de Maricá, RJ.....	24
Figura 4 - Temas gerais abordados durante as aulas de genética de professores de biologia do município de Maricá, RJ.....	24
Figura 5 - Temas da atualidade em genética trabalhados por professores de biologia do município da Maricá, RJ, durante suas aulas.....	25
Figura 6 - Atividades didáticas realizadas durante as aulas de genética de professores de biologia do município de Maricá, RJ.....	26
Figura 7 - Auto-avaliação dos professores de biologia do município de Maricá, RJ, com relação ao seu grau de atualização em genética.....	27
Figura 8 - Formas de atualização em genética utilizadas por professores de biologia do município de Maricá, RJ.....	28

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CECIERJ – Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à distância do Estado do Rio de Janeiro.

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DNA (ADN) - Ácido desoxirribonucléico

EJA – Educação de jovens e adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FUVEST - Fundação Universitária para o Vestibular (São Paulo)

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC - Ministério da Educação

PCN+ Ensino Médio - Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

## SUMÁRIO

<b>Lista de quadros</b> .....	vii
<b>Lista de ilustrações</b> .....	vii
<b>Resumo</b> .....	x
<b>Abstract</b> .....	xi
<b>1. Introdução</b> .....	01
1.1 O desenvolvimento da genética nos séculos XIX, XX e XXI.....	01
1.1.1 A descoberta do DNA como a molécula da hereditariedade.....	01
1.1.2 O início das pesquisas em engenharia genética.....	05
1.2. Divulgação científica: genética e mídia.....	06
1.3. A escola e o ensino de genética.....	08
1.3.1 O papel da escola na alfabetização científica.....	08
1.3.2 A genética no ensino médio e sua responsabilidade na formação ética e cidadã.....	10
1.3.3 Os principais problemas relacionados ao ensino de genética a nível médio.....	11
1.3.4 Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+ Ensino Médio) e suas orientações para o ensino de genética.....	13
<b>2. Objetivos</b> .....	16
<b>3. Metodologia</b> .....	17
<b>4. Resultados</b> .....	22
4.1 Fontes consultadas para elaboração do programa e das aulas de genética.....	22
4.2 Relação entre genética e outros conteúdos em biologia.....	23
4.3 Temas abordados nas aulas de genética.....	24
4.4 Atividades didáticas desenvolvidas pelos professores.....	25
4.5 Atualização de professores de biologia.....	27
<b>5. Discussão</b> .....	29
<b>6. Referências Bibliográficas</b> .....	36

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar se professores de biologia de 11 escolas públicas e particulares do município de Maricá, RJ, estão trabalhando as propostas dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio durante suas aulas de genética. Para a realização da pesquisa, foi elaborado um questionário e 14 professores foram entrevistados. Os resultados deste trabalho mostram que o livro didático do ensino médio e a internet são as principais fontes consultadas para a elaboração do programa e das aulas de genética, pela maior parte dos professores, enquanto um pequeno número afirma utilizar-se das propostas dos PCNEM e somente um entrevistado segue as propostas do PCN+ Ensino Médio. Todos os professores entrevistados afirmaram relacionar genética a outros conteúdos em biologia, principalmente aos temas evolução e citologia, enquanto que poucos professores relacionam genética à ecologia, botânica e doenças. Dentre os temas gerais sugeridos pelos PCN+ para abordagem durante as aulas de genética, a ética e as alterações ambientais representam os mais trabalhados. É interessante observar o contraste entre a ênfase dada ao tema alterações ambientais e a baixa associação com o tema ecologia nas aulas de genética. Ao trabalharem temas relativos à atualidade em genética, o que se percebe é uma maior valorização no ensino dos processos, como clonagem, utilização de células-tronco e transgenia, os quais são amplamente divulgados na mídia, em relação às técnicas de diagnóstico molecular. Dentre as atividades didáticas propostas pelos PCNEM e PCN+ para aulas de genética, trabalhos com jornais e revistas, testes vestibulares e trabalhos em grupo são os mais realizados. A maior parte dos professores entrevistados considera bom o nível de atualização que possui em relação a temas atuais em genética, sendo a internet e os cursos de atualização as formas mais buscadas para se atualizarem. Os resultados deste trabalho sugerem que a maior parte dos professores entrevistados não seguem as propostas dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio relacionadas ao ensino de genética, embora algumas de suas práticas pedagógicas estejam de acordo com sugestões apresentadas nestes documentos.

## **ABSTRACT**

To evaluate the application of PCNEM and PCN+ proposals for genetic high school teaching, a questionnaire was drawn up and 14 teachers from 11 public and private schools from Maricá city, in Rio de Janeiro state, were interviewed. The results showed the majority of the teachers are using text books and internet as tools for preparing the program and the subsequent genetic classes. Only a few of the teachers fully followed the PCNEM and PCN+ proposals for these purposes. All the interviewed teachers correlated genetic with other biology subjects, mainly evolution and cytology issues, even though most teachers did not correlate genetic to diseases, ecological and botanical subjects. Amongst the main subjects suggested to be dealt with in genetic classes by the teachers, ethics and environmental problems matters are those most frequently thought. Interestingly, there is a contrast between the relatively few ecological matters mentioned and the importance of the association of environmental disturbances discussed in the genetic classes. When teaching updated genetic material, the teachers prefer to call attention to the biotechnology processes, like stem cells and transgenics, which are widely disclosed by the media, while the molecular diagnostic techniques are barely cited. Reading journals and magazines, application tests and working groups were the more frequently applied didactic activities of the PCNEM and PCN+ proposals for teaching genetic. Most of the interviewed teachers were considered as having good updated levels of genetic learning, as well as improving themselves by specialization courses and using the internet. The results of this work suggest that most of the interviewed Maricá high school teachers don't follow the PCNEM and PCN+ program for genetic teaching, although some of their pedagogical practices are in agreement with those suggestions.



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O desenvolvimento da genética nos séculos XIX, XX e XXI.

### 1.1.1 A descoberta do DNA como a molécula da hereditariedade

Nos últimos séculos pudemos acompanhar grandes avanços nas pesquisas na área de genética. Desde a publicação dos resultados dos experimentos de Mendel até a atualidade, o esforço de cientistas de diversas áreas do conhecimento colaboraram para o grande conhecimento que se obteve hoje sobre as características da molécula de DNA e os mecanismos que levam a transmissão das informações genéticas contidas nesta molécula.

As pesquisas na área da genética tiveram seu início no século XIX, se mostrando recentes quando comparadas a outras áreas de pesquisa em ciências biológicas. No ano de 1865, o monge Gregor Mendel daria um grande passo para se começar a responder a seguinte indagação que há tantos anos incomodava os cientistas: como ocorria a transmissão das características genéticas?

Mendel realizou diversos cruzamentos com ervilhas da espécie *Pisum sativum*, mostrando que características genéticas são transmitidas de geração em geração, através do que ele chamou de “unidades de hereditariedade”. Essas características poderiam ou não serem expressas em determinada geração, porém elas voltariam a aparecer em outras (LANNES et al, 2005). Após chegar a seus resultados, Mendel publicou seu trabalho, que em sua época não teve grande reconhecimento por meio da comunidade científica, ganhando importância somente no início do século XX.

Quatro anos após as descobertas de Mendel, o bioquímico alemão Johann Friedrich Miescher, pesquisando o núcleo de leucócitos derivados do pus, consegue pela primeira vez isolar o DNA. Como esta molécula havia sido isolada no núcleo, Miescher a chamou de nucleína. Miescher, entretanto, não considerou a nucleína

como uma partícula portadora de informação genética, uma vez que em sua época, o meio científico via nas proteínas a complexidade estrutural para essa função (SCHEID & FERRARI, 2005).

O fim do século XIX e início do século XX foram marcados pela tentativa de se responder a seguinte pergunta: que partículas seriam responsáveis pela transmissão das características hereditárias?

De 1880 a 1890, Albrecht Kossel e Richard Altmann comprovaram a existência das bases nitrogenadas citosina, guanina, adenina e timina na nucleína e sua natureza ácida, dando-lhe o nome de ácido nucléico. Porém, mesmo com esses resultados, o DNA ainda era visto como uma molécula relativamente simples (SCHEID & FERRARI, 2005).

Em 1882, Walter Fleming, analisando o núcleo de células, descobriu corpos com formato de bastão, os quais chamou de cromossomos. No início do século XX, Walter Sutton e Theodor Boveri sugeriram que as partículas da hereditariedade estariam dentro dos cromossomos descobertos por Fleming. O caminho para a resposta do enigma das partículas da hereditariedade passaria a ser mais fortemente delineado, e o século XX traria as respostas tão esperadas pela comunidade científica.

Em 1905, o inglês William Bateson, batizou a nova ciência que começava a se desenvolver de *genética*, partindo de uma palavra grega que significa “gerar”. Além de dar nome à nova ciência, Bateson resgatou as idéias de Mendel sobre genes pareados (GARDNER, 1977).

O termo “gene” foi introduzido pelo dinamarquês Wilhelm Johannsen para descrição das unidades mendelianas da hereditariedade (LANNES et al, 2005). Johannsen retirou a palavra gene da parte final do termo “pangene”, utilizado por



Darwin. Os termos “fenótipo” e “genótipo” também foram propostos por este pesquisador.

A teoria que qualifica o gene como unidades lineares dos cromossomos foi desenvolvida por Tomas Hunt Morgan e seus colaboradores, em 1915, a partir de estudos feitos com a mosca *Drosophila melanogaster*, culminando na publicação do livro “O Mecanismo da Hereditariedade Mendeliana” (GARDNER, 1977).

A partir desta etapa, as pesquisas já mostravam que para se descobrir a molécula da hereditariedade era só uma questão de se “encaixar” os conhecimentos já obtidos. Porém, com todas essas descobertas, ainda era difícil se admitir o DNA como uma molécula da hereditariedade, pois o senso comum destacava as proteínas como responsáveis por este mecanismo.

Somente em 1928 esta hipótese seria efetivamente descartada, a partir dos resultados de experiências realizadas pelo inglês Frederick Griffith. Griffith realizou uma série de experimentos com bactérias da espécie *Streptococcus pneumoniae*, visando desenvolver uma vacina específica contra esta bactéria, que causava pneumonia em mamíferos. Ele sabia que duas linhagens de pneumococos podiam ser distinguidas, por uma cápsula de carboidrato, que determina o aspecto de cada colônia, podendo estas serem lisas (por apresentarem cápsulas polissacarídicas) e outras serem rugosas, desencapsuladas. As cápsulas funcionavam também na virulência destas bactérias, sendo as colônias desencapsuladas não virulentas. Em seu experimento, Griffith inoculou cocos virulentos mortos por aquecimento em um grupo de ratos, cocos não virulentos em outro grupo, e ainda uma mistura de cocos virulentos mortos por aquecimento e avirulentos vivos em um terceiro grupo. Os dois primeiros grupos não foram afetados pelas inoculações, porém o terceiro grupo de ratos adquiriu a doença. Amostras de sangue deste terceiro grupo mostraram a presença de células de pneumococos virulentos (GARDNER, 1977). A conclusão a

que Griffith chegou seria a de que células avirulentas adquiriram das células virulentas mortas por aquecimento a capacidade de sintetizarem a cápsula de polissacarídeo, se transformando em virulentas. Este fenômeno foi chamado de “transformação” e forneceu uma evidência de que o material genético era uma substância química, embora não revelasse ainda a sua natureza.

Em 1931, os termos “ácido desoxirribonucléico” e “ácido ribonucléico” se tornaram de uso comum no meio científico (LANNES et al, 2005).

Em experimento realizado por Oswald Avery e colaboradores, em 1944, o enigma de Griffith começaria a ser desvendado, pois foi demonstrado que o “princípio transformador” era a molécula de DNA (GÓES, 2003). Assim, Avery e seus colaboradores, finalmente, demonstraram que a molécula de DNA era responsável pela hereditariedade.

O passo, agora, era descobrir a estrutura da molécula de DNA, para se entender o mecanismo de transmissão da informação genética. No início da década de 50, cientistas de várias especialidades estavam altamente interessados na missão de identificar a estrutura da molécula de DNA.

Finalmente, onze anos depois da descoberta do DNA como molécula da hereditariedade, em 1953, Watson, Crick e Wilkins propuseram um modelo em dupla hélice, após analisar imagens de difração da molécula por raios X realizadas em pesquisas de Rosalind Franklin. Watson, Crick e Wilkins foram agraciados com o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia em 1962, pelo grande feito científico.

Após a descoberta da estrutura da molécula de DNA, os cientistas passaram a concentrar suas atenções em compreender como ocorria a transmissão das informações genéticas, o que levou a um aprofundamento no estudo sobre o mecanismo de replicação e na descoberta de importantes enzimas participantes neste processo, como a DNA polimerase, em 1950. Todo este conhecimento sobre

a notável molécula da hereditariedade abriria as portas para a possibilidade de manipulação de sua informação genética, marcando o início dos trabalhos em biotecnologia (GÓES, 2003).

### **1.1.2. O início das pesquisas em engenharia genética**

Chamamos de engenharia genética ao conjunto de técnicas onde um determinado fragmento de DNA é isolado e seus genes são examinados e manipulados. Após serem manipulados, estes genes podem ser introduzidos em seres de diferentes espécies do qual foi retirado, o que caracteriza a transgênese.

O início da tecnologia do DNA se deu a partir da descoberta e caracterização de enzimas relacionadas com seu metabolismo, tais como a DNA polimerase, em 1950 e enzimas de restrição, em 1968. Verificou-se, ainda, a participação de outras enzimas importantes, como as topoisomerasas, helicases, ligases etc.

Em 1972, Paul Berg une DNA de diferentes espécies, criando pela primeira vez uma molécula de DNA recombinante. Esse DNA foi então inserido em uma célula hospedeira, lhe rendendo um Prêmio Nobel, em 1980.

A partir destas pesquisas, as portas para a manipulação da molécula de DNA estariam abertas, e um número grande de pesquisas viria a acontecer em um curto período de tempo. Estas descobertas levariam os cientistas a sonharem com a manipulação do DNA e seu uso na medicina, para a cura de doenças e também nas indústrias farmacêuticas, químicas, agrárias etc. (GARCIA & CHAMAS, 1996).

Com a técnica de seqüenciamento do DNA, em 1977, Gilbert e Sanger, determinaram a seqüência completa do DNA de um vírus bacteriófago. O desenvolvimento da técnica de PCR possibilitou a cópia de bilhões de segmentos de DNA, a partir de um simples fragmento da molécula (GÓES, 2003). Esta técnica, que foi descrita por Kary Mullis e que lhe rendeu o Prêmio Nobel, em 1987, permitiu

que a análise do DNA fosse utilizada para determinação de paternidade, diagnóstico de doenças e até mesmo investigações criminais.

Entre os grandes feitos das pesquisas em engenharia genética no fim do século XX, destacam-se a clonagem da ovelha Dolly, em 1997 e o início do seqüenciamento do genoma humano.

A ovelha Dolly se destaca por ter sido o primeiro mamífero a ser clonado, a partir de uma célula adulta, proveniente de glândula mamária. A clonagem de Dolly levantaria uma série de discussões sobre a possibilidade de clonagem de seres humanos e os limites das pesquisas genéticas.

A partir deste momento, a ciência passaria a fazer parte da sociedade e a bioética passa a fazer parte do cenário científico e tecnológico. Questões polêmicas, de como seria o futuro de uma pessoa em que seu genoma fosse conhecido desde o nascimento, controle da reprodução e produção de alimentos transgênicos, são somente algumas das discussões que envolvem as potencialidades e os limites das pesquisas de manipulação do DNA sobre o futuro da humanidade (GARCIA & CHAMAS, 1996).

## **1.2. Divulgação científica: genética e mídia**

A divulgação científica através da mídia, no Brasil, representa uma das principais formas de se atingir um público vasto de pessoas de diferentes classes sociais, uma vez que a educação científica é acessível somente a uma pequena parcela da população e o sistema educacional brasileiro se mostra com sérias deficiências, não colaborando de forma efetiva para o processo de alfabetização científica da população. Com isso, a imprensa e a mídia televisiva têm sido incumbidas do papel de apresentar a ciência à sociedade, introduzindo noções e conceitos científicos, que nem sempre são corretos e oferecendo uma visão de

genialidade, com certa dose de sensacionalismo, deixando de lado os passos, as dificuldades e fatos históricos, que estão por trás de descobertas científicas, além de instituir visões positivas ou negativas de fatos científicos.

No Brasil, na década de 50, já havia interesse pelos avanços da ciência e tecnologia. Porém, nesta época, a atividade científica se restringia a poucas instituições no Rio de Janeiro e São Paulo e o rádio representava o maior meio de comunicação em massa (ANDRADE & CARDOSO, 2001). Não havia neste período revistas especializadas em divulgação científica, se destacando as revistas *O Cruzeiro* e *Manchete*, como principais divulgadoras destas informações e diferentemente dos tempos de hoje, somente uma pequena parcela da população tinha acesso a essas informações.

Nos dias atuais, existem variados tipos de revistas de divulgação científica, como, por exemplo, as revistas *Super Interessante*, da editora Abril, *Galileu*, da editora Globo e *Ciência Hoje*, da SPBC. Estas revistas são responsáveis por divulgar o conhecimento advindo dos laboratórios científicos, atingindo, com uma linguagem simples, um público leigo. Existem também as revistas científicas especializadas em determinada área de conhecimento, sendo estas mais restritas a pesquisadores da área.

Como meio de divulgação científica, destacam-se ainda jornais impressos, de alta popularidade e baixo custo, os quais atingem, em sua maior parte, uma grande parcela de população de baixa renda, a qual obtém neste tipo de material e na televisão, informações sobre descobertas científicas.

Na atualidade tem sido freqüente a divulgação, principalmente pelos meios de comunicação de massa, de notícias relacionadas a pesquisas na área da biotecnologia e esses assuntos, que antes se limitavam somente ao meio acadêmico, têm cada vez mais se aproximado do dia-a-dia de grande parte da

população. Estas matérias, no entanto, tem dado pouco destaque ao caráter ético, moral e aos riscos do uso destas tecnologias. As reportagens têm se limitado a áreas específicas, tais como transgenia e clonagem (MASSARANI et al, 2003) e muitas vezes vêm carregadas de julgamentos positivos ou negativos de determinada técnica, contribuindo para a construção de visões, muitas vezes radicais.

Um artigo publicado por Marcelo Leite, na revista São Paulo em Perspectiva, em 2000, aponta a influência que a mídia possui na construção de visões sobre temas de genética na população brasileira e em outros países. Para este autor, a visão negativa que se tem, por exemplo, sobre os produtos transgênicos, se deve, em parte pela divulgação negativa desses produtos por parte da mídia.

Costa e Diniz (2000) também afirmam que o fenômeno *Dolly* causou grande impacto na população mundial. Observou-se que antes mesmo de se compreender como ocorre o processo, já havia manifestação de grande medo da realização deste feito na espécie humana.

É neste contexto, que Sheid (2006) destaca a importância da educação tanto formal quanto informal, como mediadora do que é divulgado pela mídia e o que é compreendido pela população. Segundo a autora, o papel da educação seria o de proporcionar aportes necessários para que a população tenha condições não só de compreender as informações divulgadas, mas que também seja capaz de formar sua própria opinião, através de seus princípios éticos e critérios próprios, para que possa exercer plenamente seu papel de cidadão atuante no país em que vive.

### **1.3. A escola e o ensino de genética**

#### **1.3.1 O papel da escola na alfabetização científica**

A realidade em que vivemos nos mostra que há uma série de dificuldades no processo de alfabetização científica da população brasileira. Krasilchick (2005)

aponta como principais problemas referentes ao ensino das ciências, a preparação deficiente dos docentes, má qualidade dos livros didáticos, falta de laboratórios nas escolas, falta de equipamentos e material para aulas práticas e sobrecarga de trabalho dos professores, que devido ao salário insuficiente, acabam por complementar suas rendas cumprindo jornada de trabalho excessiva. Estas deficiências acabam por declinar a qualidade do ensino de ciências, o qual é responsável pela formação científica da maior parte da população brasileira.

A educação escolar representa um importante instrumento não só de formação científica, como também de formação humana, uma vez que à escola é delegada a função de formadora de cidadãos atuantes na sociedade em que estão inseridos (BUENO, 2001). A escola, como um espaço sócio-cultural, representa um privilegiado local de acesso à cultura, sendo não somente um local onde se obtém conhecimentos teóricos, mas sim onde são consolidadas opiniões e construídas identidades, o que é fundamental para o envolvimento dos alunos em recentes discussões. Portanto, a escola deveria ser o lugar onde assuntos referentes às novas tecnologias em genética poderiam ser apresentados e tratados de modo sistematizado, no entanto, isto normalmente não acontece.

O resultado da formação inadequada nas áreas de genética e biologia molecular é um distanciamento entre “ensino escolar” e a assimilação de conceitos informais, não sistematizados, através da mídia.

A escola não deve ter a finalidade de competir com a mídia, mas deve auxiliar os cidadãos na compreensão das informações veiculadas por esta, formando sujeitos que possam se sentir participantes das decisões sobre o uso destas tecnologias e dos debates sobre as questões éticas, uma vez que estas tecnologias irão afetar diretamente suas vidas (SHEID & FERRARI, 2006).

A formação exclusivamente teórica e com pouca qualidade de informação, resulta na dificuldade em estabelecer relações entre o cotidiano e o conhecimento adquirido, distanciando a realidade dos alunos dos acontecimentos do mundo a sua volta (KRASILCHICK, 2005).

Uma educação científica que contemple o estado de conhecimento atual se faz urgentemente necessária, tanto para o esclarecimento da população, como para a correção de assuntos que não são devidamente abordados pela mídia e nem adequadamente compreendidos pela população (CHASSOT, 2003).

### **1.3.2 A genética no ensino médio e sua responsabilidade na formação ética e cidadã**

O ensino médio representa a última etapa da educação básica e de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) tem por finalidade a formação humana, cidadã e ética dos alunos. Esta etapa de ensino, que até a década de 50 tinha o papel de formação de mão-de-obra especializada para atender a crescente demanda do progresso da ciência e da tecnologia, passa com a nova LDB, a ter um caráter de formação humanística, possibilitando a autonomia intelectual e compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos (KRASILCHICK, 2005).

O ensino de genética neste nível representa uma oportunidade para se trabalhar visando à formação proposta pela LDB. É nesta etapa que conceitos como genoma, transmissão de caracteres hereditários, clonagem, transgênicos, terapia com células-tronco, entre outros, são trabalhados de forma mais aprofundada dentro da genética. Assuntos relacionados à biotecnologia são, por natureza, carregados de temas geradores de discussões sobre os princípios éticos do uso destas



tecnologias e as conseqüências para o futuro da espécie humana e da natureza (GARCIA & CHAMAS, 1996).

Em um artigo, intitulado “Promover o ensino de bioética no mundo”, Noelle Lenoir (1996), presidente do *Comitê internacional de Bioéthique*, ressalta a importância do ensino da bioética em todos os níveis de ensino, incluindo o ensino médio:

[...] No plano do ensino de segundo grau, as noções de bioética já emergem espontaneamente da prática dos educadores de diversas disciplinas: biologia, física, química, mas também da filosofia, ciências sociais e médico-sociais, direito, economia, história, instrução cívica principalmente e, se for o caso, a instrução religiosa (...). A biologia, que trata dos novos poderes de transformação do ser humano, faz necessariamente nascer a questão em seus limites (Pág. 66).

Por isso, mais do que focar os métodos utilizados e conceitos fundamentais para a compreensão destas tecnologias, o professor deve estar atento para a possibilidade de explorar estes temas, de forma que possa incluir em suas aulas discussões sobre as potencialidades e os limites éticos destas pesquisas, o respeito à vida e a natureza (SCHEID & PANSERA DE ARAUJO, 2001). É necessário que os alunos saibam que exercendo a cidadania, como por exemplo, através de votos, de referendos, de participações em organizações e até mesmo manifestações populares, estes devem decidir sobre o uso de tecnologias, que possam afetar diretamente suas vidas e, assim, se tornem participantes efetivos das decisões da sociedade em que vivem.

### **1.3.3 Os principais problemas relacionados ao ensino de genética a nível médio**

Diversos autores têm apontado problemas no ensino de genética a nível médio. Entre os principais problemas destacam-se: a má formação docente

(SCHEID & FERRARI, 2006; ALVES & CALDEIRA, 2005); a dificuldade na compreensão de termos e conceitos em genética (CID e NETO, 2005; DOLAN et al, 2004); má qualidade dos livros didáticos (NUNES et al, 2006; FERREIRA, 2005); e desinteresse dos alunos pelas aulas (FREITAS & SILVA, 2005).

A má formação docente é um problema recorrente nos cursos de formação de professores de biologia. No ensino de genética a nível médio se expressa na dificuldade e insegurança apresentada por professores para lidar com temas atuais, devido a pouca intimidade, desatualização e posição acrítica frente às informações éticas e que estão sendo veiculadas fora do meio acadêmico (SCHEID & PANSERA DE ARAUJO, 2001). Para Leite (2000), a dificuldade em se trabalhar a genética em um contexto histórico também é proveniente da ausência deste tipo de discussão nos cursos de graduação, o que colabora para que os professores construam uma visão errônea do desenvolvimento científico e a transmitam a seus alunos, como uma ciência imutável e composta de verdades absolutas.

A genética se caracteriza por ser uma ciência composta por muitos termos abstratos e de difícil terminologia. Pesquisas mostram que alunos do ensino médio têm dificuldade em relacionar termos como DNA, cromossomos, genes, genoma, etc. (SCHEID & FERRARI, 2006). Compreender como estes termos se interrelacionam é fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos em que participam, e a sua não compreensão e não entendimento de suas conexões leva a sérias dificuldades na aprendizagem de genética como um todo.

Um outro problema se relaciona às aulas descontextualizadas, afastadas da realidade dos alunos, que não estimulam a participação e o envolvimento dos mesmos, levando ao desinteresse pela genética (FREITAS & SILVA 2005). Com isso, os alunos tendem a construir uma visão distante da genética, afastando-a da realidade em que vivem.

Um levantamento realizado por Cantiello & Trivelato (2001) sobre acertos em questões de genética no vestibular da FUVEST, mostrou que quando se compara questões de genética a outros temas de biologia, o índice de acertos se mostra mais baixo, revelando grande dificuldade por parte de vestibulandos na compreensão de temas em genética.

A análise de temas de genética abordados em livros didáticos de biologia também revela resultados insatisfatórios. Isto se torna uma preocupação, pois os livros didáticos são muitas vezes o principal embasamento teórico usado pelo professor na elaboração de suas aulas de genética. Entre os principais problemas do livro didático destacam-se: a desatualização de alguns livros (OMETTO-NASCIMENTO et al, 2001), conceitos errôneos (VILAS-BOAS, 2006) e ausência de elementos históricos de forma contextualizada (NASCIMENTO & MARTINS, 2006).

#### **1.3.4 Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) e suas orientações para o ensino de genética.**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) representam um documento oficial, publicado pelo Ministério da Educação no ano de 1998, tendo como principal papel o de *“difundir os princípios da reforma curricular do ensino médio e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias”* (BRASIL, 2000).

Os PCNEM nasceram da necessidade de reformulação do currículo do ensino médio, a qual teve seu início com a elaboração da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996. A partir desta nova lei o ensino médio passaria a ter não somente um caráter de formação profissional e pré-universitária, como

estabelecia a antiga LDB 5692 (BRASIL, 1964), mas também um comprometimento com a formação humana do educando, tendo como princípios a educação para a cidadania, formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico.

Para atender as propostas da nova LDB, os PCNEM destacam a importância de uma educação que inclua os alunos no universo contemporâneo e leve em conta a velocidade com que ocorrem as mudanças na área do conhecimento, principalmente no que se refere às áreas das ciências e tecnologia, na produção e nas relações sociais.

De forma complementar aos PCNEM, o Ministério da Educação também publicou, no mesmo ano, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio). Estes cadernos estão divididos em três volumes, os quais seguem a divisão proposta pelos PCNEM para o ensino médio, ou seja, em três áreas de conhecimento, sendo estas as Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias e Linguagens Códigos e suas tecnologias. Esta publicação tem como objetivo auxiliar o trabalho escolar dentro das áreas de conhecimento propostas e apoiar o professor em sua prática docente. No volume referente às Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, encontram-se orientações para o ensino de biologia, que vão desde as competências e habilidades a serem desenvolvidas em sua aprendizagem, até propostas de organização de conteúdos e orientações metodológicas.

Especificamente sobre o ensino de genética, os PCN + orientam que este tema seja trabalhado de forma que os alunos sejam capazes de descrever a estrutura e as características da molécula de DNA, sabendo relacioná-las a transmissão dos caracteres hereditários e compreender a relação entre as mutações e alterações no código genético e suas implicações sobre a diversidade da vida no planeta. Também é ressaltada a importância do conhecimento sobre as tecnologias

de manipulação do DNA, questões éticas, morais, políticas e econômicas, assim como os benefícios destas tecnologias e os prováveis riscos sobre a saúde de pessoas e do meio ambiente. Os PCN+ ainda destacam que o ensino de genética não deve se limitar apenas à familiarização dos alunos com conteúdos próprios dessa ciência e seus métodos experimentais, mas sim deve servir de ferramenta para uma formação crítica que seja instrumental no julgamento de questões que envolvam preconceitos e discriminações raciais e no posicionamento diante de temas polêmicos, os quais estão diretamente relacionados ao seu futuro (BRASIL, 2002).

Por fim, os PCN+ ainda dão sugestões sobre a organização dos temas e dos conteúdos nos três anos que compõem o ensino médio e também estratégias metodológicas que possam facilitar o ensino de genética e de outros temas em biologia. Entre estas estratégias, encontramos propostas para se trabalhar com atividades lúdicas, como jogos e brincadeiras, seminários, debates e simulações, como ferramenta para se estimular discussões sobre temas polêmicos e experimentações e construções de modelos para facilitar a aprendizagem de temas abstratos.

É importante ressaltar que tanto os PCNEM, quanto os PCN+ não devem ser tomados como uma obrigação a ser cumprida pelo professor, porém estes documentos possuem orientações e propostas oficiais, baseadas nas propostas da LDB. Estas orientações visam o desenvolvimento de competências e habilidades para que o aluno, ao fim do ensino médio, possa ser um cidadão crítico, participativo e seguro ao tomar decisões que irão trazer conseqüências não só para sua própria vida, mas também para o futuro do país e do mundo.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

### *Objetivo geral*

Avaliar se professores de biologia de 11 escolas públicas e privadas do município de Maricá seguem em sua prática pedagógica as propostas dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio relacionadas ao ensino de genética.

### *Objetivos específicos*

- Investigar se os professores incluem em suas aulas temas atuais das áreas de biotecnologia e engenharia genética e se relacionam genética a outros temas gerais, tais como ética, economia, alterações ambientais etc.
- Avaliar se os professores trabalham temas de genética relacionando-os a outros conteúdos em biologia, buscando construir uma visão integrada dos fenômenos biológicos.
- Analisar se os professores utilizam-se de recursos didáticos alternativos (tais como modelos, vídeos, reportagens, dinâmicas, jogos etc.), os quais contribuam para facilitar a aprendizagem de temas abstratos.
- Verificar se os professores trabalham a genética de forma contextualizada, buscando aproximar os conhecimentos desta ciência do cotidiano dos alunos.

### 3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi realizada uma entrevista com 14 professores de biologia de 11 escolas do ensino médio do município de Maricá, RJ, incluindo municipais, estaduais e particulares. A entrevista foi realizada através da aplicação de um questionário, o qual possibilitou o levantamento de dados.

Para a determinação do conteúdo do questionário foi feito um resumo sobre as propostas dos PCNEM e PCN+ para se trabalhar temas de genética no ensino médio (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo das propostas dos PCNEM e PCN+ para o ensino de genética

Objetivo	Metodologia proposta pelo PCNEM e PCN+
Construção de uma visão crítica e autônoma pelo aluno	Estimular debates e discussões acerca das potencialidades e implicações éticas, morais, políticas e econômicas da manipulação genética
Compreensão de temas abstratos em genética	Utilizar modelos para explicar temas abstratos.
Compreensão de aspectos históricos das pesquisas em genética e sua relação com a política e economia	Inclusão de elementos da história e filosofia da biologia
Construção de uma visão integrada entre genética e outros assuntos em biologia	Correlacionar a genética com outros conteúdos em biologia
Relação entre genética humana, respeito, solidariedade e cidadania	Discutir a relação entre as diferenças genéticas, agrupamentos raciais humanos e preconceito racial
Aprendizagem da genética de uma forma mais dinâmica e divertida.	Utilizar-se de jogos, seminários, experimentação, debates, simulações

Após serem determinadas as perguntas que conteria o questionário, foi realizado um pré-teste com os alunos do curso de Pós-Graduação em Ensino de

Ciências da UERJ, de forma a corrigir erros e verificar sua aplicabilidade. O pré-teste possibilitou que algumas questões pudessem ser reformuladas, de forma a se tornarem mais claras e outras questões pudessem ser acrescentadas ao questionário.

O questionário, que se encontra abaixo, foi elaborado de acordo com as sugestões de Günther (2003), contendo 12 questões abertas e fechadas.

**Prezado professor,**



Este questionário faz parte do projeto de pesquisa “A genética no século XXI: do laboratório à sala de aula”, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Gostaríamos de contar com a sua colaboração, respondendo sinceramente a nossa pesquisa, com a garantia de que suas declarações serão tratadas de maneira confidencial.

**1) Leciona para qual (is) série (s) do ensino médio?**

- 1º ano     2ºano     3º ano     3ºano/pré-vestibular     somente pré-vestibular  
 EJA

**2) Trabalha em qual (is) escola (s) do ensino médio do município de Maricá?**

- Rede Pública Estadual     Rede Pública Municipal     Rede Particular

**3) Você costuma trabalhar em conjunto com professores de outras disciplinas?**

- sim     não

**4) Em qual (is) das propostas abaixo você se orienta para definir o programa de genética, assim como a seqüência e a forma como serão trabalhados durante suas aulas?**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> seqüência de assuntos proposta pelo livro didático do ensino médio | <input type="checkbox"/> Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) |
| <input type="checkbox"/> programa das universidades para o vestibular                       | <input type="checkbox"/> Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) |
|   | <input type="checkbox"/> programa proposto pela escola                                 |



programa do ENEM

PCN+ Volume Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias

outros \_\_\_\_\_

**5) Qual ou quais costumam ser suas fontes de consulta para elaboração de suas aulas de genética?**

\_\_\_\_\_

**6) Em suas aulas você busca relacionar a genética a outros conteúdos de biologia?**

sim             não

Se sim quais? \_\_\_\_\_

**7) Dos temas gerais abaixo relacionados, qual (is) você considera importante discutir em suas aulas de genética?**

produção científica e tecnológica

método científico

alterações ambientais

cidadania

política

ética

aspectos morais

respeito

economia

solidariedade

história e filosofia da ciência

outros \_\_\_\_\_

**8) Dos assuntos das áreas de engenharia genética e biotecnologia relacionados abaixo, quais você trabalha em suas aulas?**

clonagem

projeto genoma

uso de células-tronco

terapia gênica

produtos transgênicos

enzimas de restrição

DNA recombinante

DNA *fingerprint*

técnica de PCR

outros \_\_\_\_\_

**9) Você encontrará abaixo uma lista com diferentes atividades didáticas que podem ser desenvolvidas em sala de aula. Selecione a (s) que você utiliza em suas aulas de genética:**

jogos e dinâmicas

experimentos e demonstrações

filmes e documentários

simulações

construção de modelos

seminários

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> debates             | <input type="checkbox"/> trabalhos com notícias de jornais e/ou revistas |
| <input type="checkbox"/> estudos dirigidos   | <input type="checkbox"/> outras atividades _____                         |
| <input type="checkbox"/> atividades em grupo |  |
| <input type="checkbox"/> testes vestibulares |  |

**10) Como você trabalha em sala de aula as atividades selecionadas na questão anterior?**

---

---

**11) Como você considera seu grau de atualização com relação a assuntos recentes na área de biotecnologia e engenharia genética?**

- muito bom    bom    razoável    fraco    muito fraco

**12) De que forma (s) você busca se atualizar sobre tais assuntos?**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> através da leitura de livros escolares atualizados do ensino médio | <input type="checkbox"/> através de programas de televisão, jornais, revistas, documentários etc. |
| <input type="checkbox"/> através da leitura de artigos científicos                          | <input type="checkbox"/> através de cursos de atualização para professores de biologia            |
| <input type="checkbox"/> através da leitura de livros técnicos                              | <input type="checkbox"/> outros _____   |
| <input type="checkbox"/> participando de eventos científicos                                |   |
| <input type="checkbox"/> pesquisando na internet  |   |

**Agradecemos a sua valiosa contribuição, sua opinião será muito importante para o desenvolvimento do nosso projeto.**

A relação das escolas nas quais foram feitas as entrevistas se encontra no quadro 2.

Quadro 2 - Relação das escolas do município de Maricá onde foram realizadas entrevistas com professores de biologia.

### **Escolas Particulares**

Colégio Cenecista Maricá  
Colégio Iara Queiroz  
Colégio Opção A  
Instituto Batista de Educação (IBEC)  
Marcelo Rangel Concursos

### **Escolas Públicas**

Centro Educacional Municipal Joana Benedicta Rangel  
CIEP 259 Professora Maria do Amparo Rangel de Souza  
Colégio Estadual Domício da Gama  
Colégio Estadual Elisiário da Matta  
Colégio Estadual Euclides Paulo da Silva  
Colégio Estadual Francisco José do Nascimento

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Fontes consultadas para elaboração do programa e das aulas de genética

Para determinação do programa de genética a ser trabalhado durante o ano letivo, professores do ensino médio se utilizam de diferentes fontes de consulta. Dentre o material consultado, a maioria dos professores entrevistados seguiu a seqüência de assuntos proposta pelo livro didático do ensino médio (71%). Em relação às propostas dos PCNEM, 29% dos professores afirmaram utilizar-se das propostas do PCNEM, enquanto que somente um entrevistado afirmou utilizar os PCN+ Ensino Médio (figura 1).



Figura 1 – Propostas utilizadas e fontes consultadas por professores de biologia do município de Maricá, RJ, para determinação do programa de genética.

Dentre as fontes de consulta utilizadas pelos professores na elaboração de suas aulas de genética, o livro didático também representa a principal fonte (71%) enquanto revistas científicas e pesquisas à internet também se destacam entre os meios mais utilizados (36%) (figura 2).

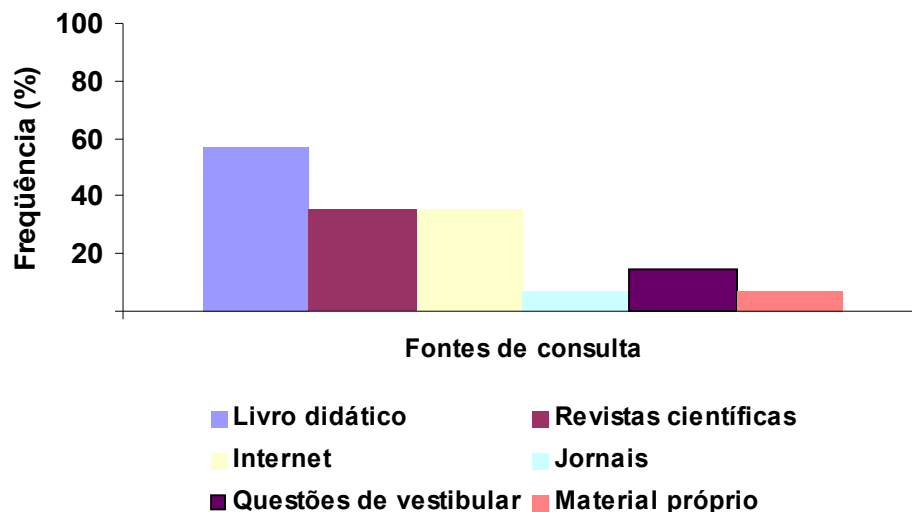


Figura 2 – Fontes de consulta utilizadas por professores de biologia do ensino médio do município de Maricá, RJ, para elaboração de suas aulas de genética.

#### 4.2 Relação entre genética e outros conteúdos em biologia

Todos os professores entrevistados afirmaram relacionar a genética a outros conteúdos em biologia. Dentre os temas apresentados, 50% dos professores entrevistados afirmaram relacionar genética à evolução, enquanto que 36% a relacionam ao aprendizado de citologia. Porém, temas como reprodução humana, botânica e doenças aparecem em somente 14% das respostas, enquanto que ecologia e fisiologia representaram 7% das respostas (figura 3).

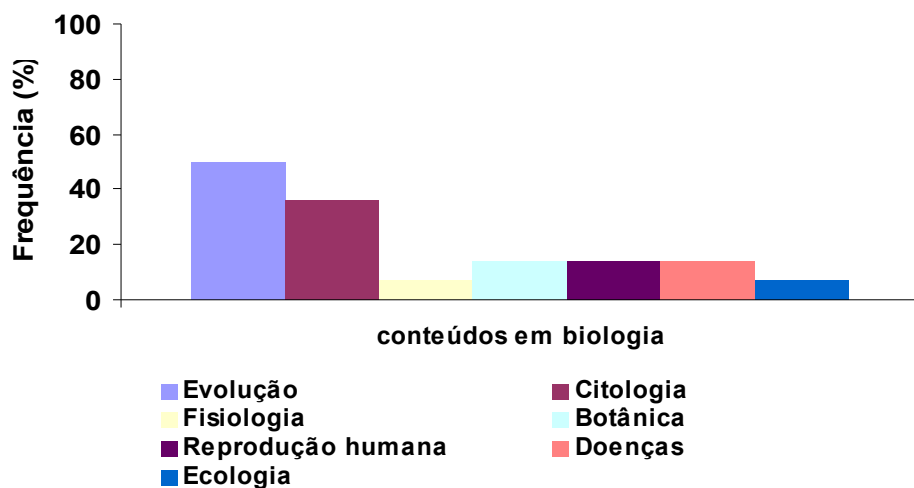


Figura 3 – Conteúdos de biologia relacionados à genética durante as aulas de professores de biologia do município de Maricá, RJ.

### 4.3 Temas abordados nas aulas de genética

Dentre os assuntos gerais que são trabalhados nas aulas de genética, a ética e as alterações ambientais representaram os assuntos mais presentes nas aulas dos professores entrevistados (57% das respostas), seguidos de aspectos morais e produção científica e tecnológica (50% das respostas), respeito, método científico e história e filosofia da ciência (43% das respostas). Somente 14% dos entrevistados relacionam genética à economia e à política (figura 4).

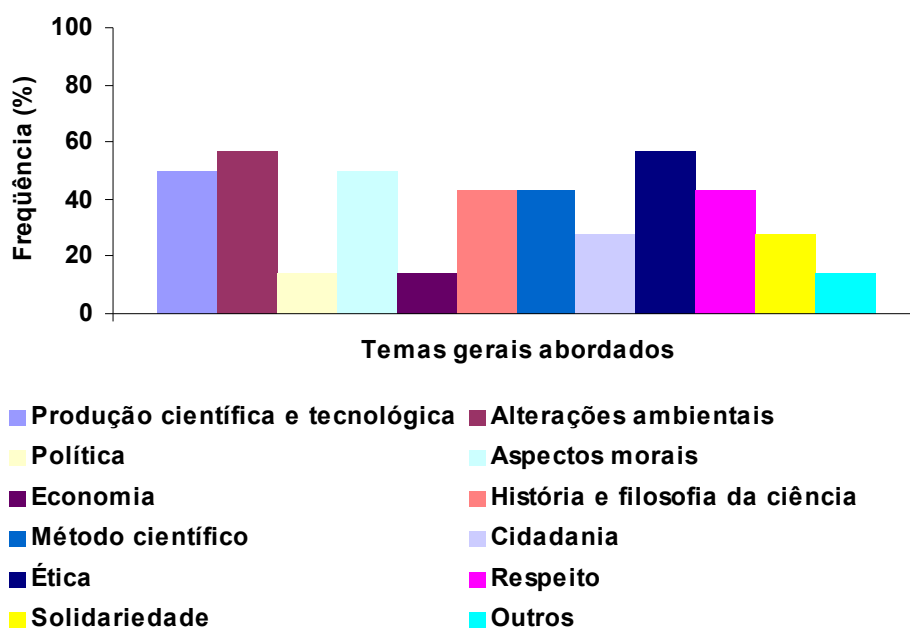


Figura 4 – Temas gerais abordados durante as aulas de genética de professores de biologia do município de Maricá, RJ.

Dos temas atuais relativos à genética, os assuntos clonagem, células-tronco e transgênicos estão presentes nas aulas de todos os professores entrevistados, enquanto que, assuntos como técnica de PCR e DNA *fingerprint* e enzimas de restrição foram trabalhados por 21% dos professores (figura 5).

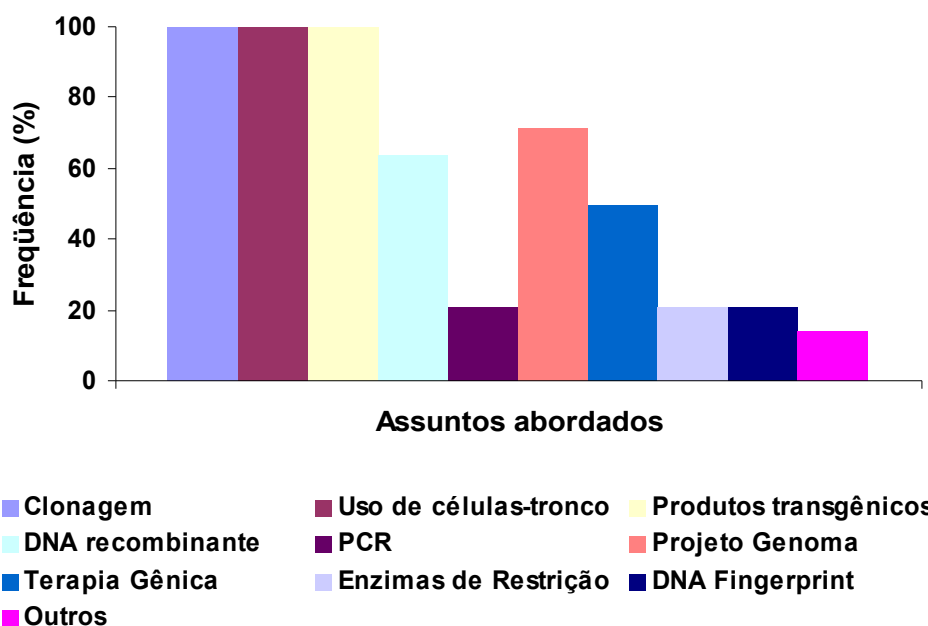


Figura 5 – Temas da atualidade em genética trabalhados por professores de biologia do município de Maricá, RJ, durante suas aulas.

#### 4.4 Atividades didáticas desenvolvidas pelos professores

Dentre as atividades didáticas realizadas pelos professores para a aprendizagem dos temas de genética destacam-se: trabalhos com jornais e revistas, testes vestibulares, atividades em grupo e seminários (50%). A construção de modelos e trabalhos com filmes e documentários são atividades realizadas por 36% dos professores entrevistados, enquanto que jogos, experimentos e demonstrações são trabalhados por 14% dos professores entrevistados (figura 6). A descrição de como as atividades mencionadas acima são efetivamente realizadas em sala de aula estão descritas no quadro 3.

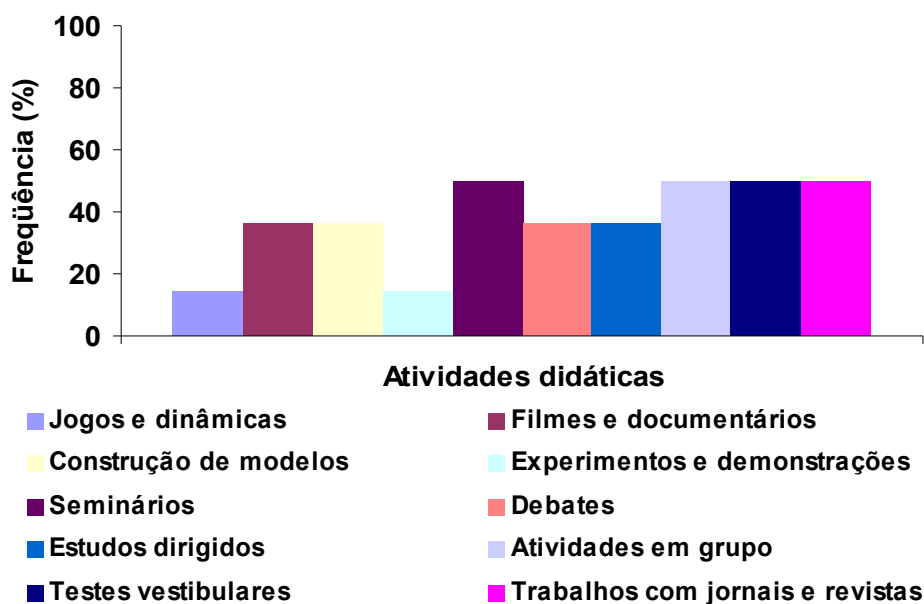


Figura 6 – Atividades didáticas realizadas durante as aulas de genética de professores de biologia do município de Maricá, RJ.

Quadro 3 – Descrição das atividades didáticas realizadas durante as aulas de genética por professores de biologia do município de Maricá, RJ.

Atividade realizada	Forma trabalhada
<b>jogos e dinâmicas</b>	jogo do DNA, atividade de reconhecimento das características genéticas familiares dos alunos
<b>construção de modelos</b>	modelos de construção de proteínas, modelos de DNA e de síntese de proteínas, modelos de simulação de cruzamentos, montagem de cariótipos
<b>seminários</b>	apresentação de temas atuais
<b>experimentos</b>	extração de DNA
<b>debates</b>	utilização de textos para debates de temas atuais

#### 4.5 Atualização de professores de biologia



Quando perguntados sobre como avaliam seu grau de atualização em genética, 64% dos professores entrevistados consideram que possuem um bom grau de atualização, enquanto que 18% dos entrevistados o considera razoável (figura 7).

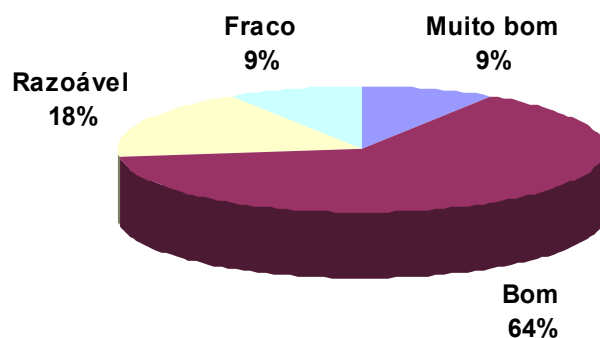


Figura 7 – Auto-avaliação dos professores de biologia do município de Maricá, RJ, com relação ao seu grau de atualização em genética.

Dentre as formas as quais os professores buscam se atualizar em assuntos recentes em genética, a internet representa a principal ferramenta utilizada pelos professores entrevistados (64%). O livro didático atualizado do ensino médio representa a fonte de atualização de 50% dos professores entrevistados, enquanto que 36% dos professores buscam participar de eventos científicos e 43% freqüentam cursos de atualização (figura 8).

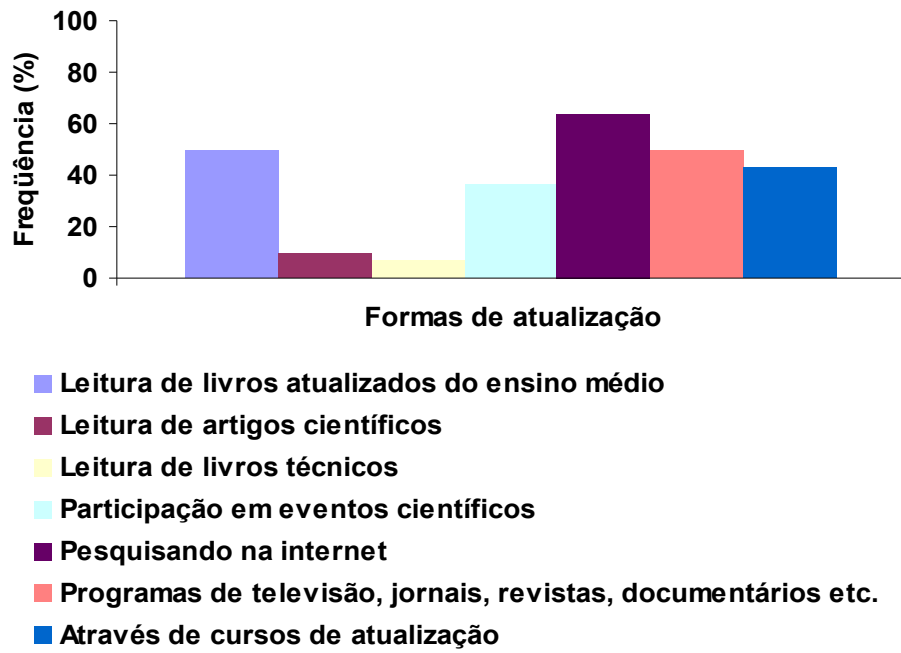


Figura 8 – Formas de atualização em genética utilizadas por professores de biologia do município de Maricá, RJ.

## 5. DISCUSSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar se 14 professores de biologia de 11 escolas públicas e particulares do município de Maricá, Rio de Janeiro, seguem as propostas apresentadas pelos PCNEM e PCN+ Ensino Médio para o ensino de genética. O número amostral reduzido se deve ao fato de que muitos dos professores entrevistados trabalham em mais de uma das escolas nas quais foram realizadas as entrevistas.

A análise dos resultados mostra que dentre as fontes consultadas, tanto para a elaboração do programa como para a elaboração das aulas de genética (dentre as quais poderia ser selecionada mais de uma opção no questionário), o livro didático do ensino médio representou o meio de consulta mais utilizado pelos professores entrevistados, enquanto que consultas à internet e revistas científicas também se destacam como um dos instrumentos mais utilizados (figuras 1 e 2).

Embora alguns livros didáticos do ensino médio sigam as propostas dos PCNEM, a qualidade deste tipo de material ainda não se mostra satisfatória. Alguns autores apontam erros conceituais (VILAS-BOAS, 2006), opção por determinados conteúdos e a exclusão de outros, assim como a ausência de elementos históricos de forma contextualizada (NASCIMENTO & MARTINS, 2006).

A grande utilização da internet para elaboração do programa e das aulas também é preocupante, uma vez que os assuntos podem ser divulgados na rede tanto através de *sites* confiáveis, como através de *sites* não relacionados à educação científica. Por isso, é importante a elaboração de materiais didáticos de qualidade que possam estar disponíveis aos professores também para o uso *online*.

Estes resultados mostram que ainda não há utilização, pela maior parte dos professores entrevistados, dos PCNEM e PCN+, na elaboração do programa e das aulas de genética.

Com relação à forma pela qual trabalham genética em sala de aula, todos os professores afirmaram relacioná-la a outros conteúdos em biologia, o que de acordo com os PCN+, é importante para a construção de uma visão integrada dos fenômenos biológicos (BRASIL, 2002). Dentre estes temas, a evolução e a citologia estiveram presentes na maioria das respostas dos professores entrevistados (figura 3).

A genética é um componente essencial para a aprendizagem de evolução, uma vez que não há como se compreender esse processo, se não se reconhecer que os mecanismos evolutivos atuam diretamente sobre a matriz genética dos seres vivos, determinando quais características estarão presentes em determinada população. O tema citologia também está diretamente relacionado à aprendizagem de genética, uma vez que os conhecimentos sobre síntese de proteínas e as características do núcleo da célula são fundamentais para a compreensão da atividade celular.

Apenas 14% dos professores afirmaram relacionar os temas botânica, reprodução humana e doenças ao ensino de genética, enquanto que 7% disseram relacioná-la ao tema ecologia, o que mostra que há lacunas na abordagem destes temas em sala de aula. Muitas doenças que são amplamente conhecidas, tais como a síndrome de Down, câncer, daltonismo, distrofia muscular, entre outras, são doenças causadas tanto por alterações nos cromossomos como por mutações nos genes. Por isso, não há como trabalhar as causas destas doenças sem relacioná-las à genética.

A botânica e a ecologia também se relacionam diretamente com a genética, uma vez que cada vez mais se discute a utilização da genética como ferramenta para estudos filogenéticos e na compreensão do grau de parentesco entre espécies de plantas. Chama a atenção o fato de a botânica ser relacionada à genética por

poucos professores, uma vez que em diversas pesquisas na área da engenharia genética, em especial os transgênicos, as plantas são amplamente utilizadas, sendo inclusive o material que foi utilizado por Mendel em suas pesquisas. A genética de populações também representa um assunto de grande relevância em ecologia.

Os PCNEM e PCN+ também destacam a importância de se relacionar o ensino de genética a assuntos como: política, economia, cidadania, ética, entre outros. Quando perguntados sobre quais assuntos da atualidade acham importante incluir em suas aulas, 57% dos professores entrevistados destacaram a ética e as alterações ambientais.

A presença de discussões sobre a ética em sala de aula é um reflexo do momento em que a sociedade em geral debate as potencialidades e os limites éticos das pesquisas científicas. As pesquisas na área de genética tanto são vistas como promessa para uma melhoria da vida humana, como também são permeadas de visões negativas e do receio de que estas descobertas venham a trazer grandes catástrofes para o futuro da humanidade.

A diversidade de visões construídas sobre as pesquisas científicas sofre influência de diferentes fatores, tais como a forma como a mídia aborda os temas e também fatores de ordem moral e religiosa. Portanto, discussões como o uso de células-tronco embrionárias e a clonagem têm gerado grande polêmica na sociedade atual, sendo importante a inclusão destes assuntos durante as aulas de genética.

As alterações ambientais também representam um tema bastante discutido na atualidade, tanto no Brasil, como em outros países, refletindo o momento em que a humanidade passa a se questionar como as atitudes do homem vêm influenciando o ambiente onde vive. Diversos grupos ambientalistas têm divulgado idéias de que as modificações genéticas em plantas e outros seres vivos poderiam causar grandes

danos ambientais, e enquanto isso, a criação de lavouras transgênicas tem crescido cada vez mais em diversos países. O debate sobre este tema em sala de aula é uma oportunidade que o professor tem de ressaltar os aspectos negativos e positivos deste tipo de produto. É importante ressaltar que os professores apontaram o tópico alterações ambientais como um dos temas atuais mais importantes a serem abordados, mas poucos destacaram o tema ecologia como assunto a ser relacionado com as aulas de genética.

Somente 14% dos professores consideram importante relacionar a genética à economia e política. Estes resultados refletem a fraca educação política e econômica da população brasileira. Este tipo de relação é importante para que o aluno possa compreender que na sociedade em que vive, as questões de ordem política e econômica são os principais fatores na promoção do desenvolvimento científico de um país. Isto fica evidente quando se observa que há interesses econômicos por trás de muitas pesquisas científicas, como por exemplo, na indústria farmacêutica. Além do mais, é interessante frisar que o momento político pelo qual passa um país pode ser importante para o seu desenvolvimento científico.

Dentre os temas da atualidade na área de genética, que incluem tanto os processos como as técnicas de biologia molecular, os transgênicos, células-tronco e clonagem são trabalhados por todos os professores entrevistados (figura 5). Os três assuntos citados acima se destacam por serem polêmicos e permeados de discussões éticas, possibilitando debates interessantes e enriquecendo as aulas de genética. A importância em se trabalhar estes temas reside no fato de que estes estão presentes na mídia, de forma que os alunos possuem informações sobre os mesmos, sendo importante para o professor discutí-los em sala de aula, ajustando os conhecimentos adquiridos pelos alunos no seu dia-a-dia, com aqueles construídos em sala de aula.

As técnicas de PCR e DNA *fingerprint* são abordados por apenas 21% dos professores. A menor valorização do ensino de técnicas de diagnóstico molecular em relação aos processos pode estar relacionada com o fato de que estes estão amplamente presentes na mídia, a qual levanta muitas questões relativas a possíveis problemas éticos relacionados ao seu uso. Uma outra provável explicação para estes resultados poderia residir no fato de que há ainda pouca afinidade de alguns professores com estas técnicas, o que é resultado de uma má-formação docente, e gera insegurança para se trabalhar o assunto em aula. É importante que o professor inclua o ensino das técnicas de biologia molecular nas aulas de genética, porque estas são amplamente utilizadas no diagnóstico molecular de várias doenças, sendo inclusive abordadas em alguns livros didáticos do ensino médio. Debater processos e técnicas de diagnóstico molecular durante as aulas de genética representa uma oportunidade para que possam discutir quais seriam as prováveis conseqüências do conhecimento do genoma humano desde o momento do nascimento.

Quando perguntados sobre como avaliam seu grau de atualização em assuntos recentes em genética, 64% dos professores o consideram bom, enquanto que apenas 9% o consideram muito bom (figura 7). Estes resultados refletem a dificuldade que professores do ensino médio possuem para se atualizar, sendo, segundo Krasilchick, 2003, uma conseqüência da falta de tempo e dos baixos salários, o que muitas vezes obriga o professor a lecionar em outras escolas, de forma a complementar sua renda.

Dentre as formas buscadas por professores para atualização em genética, a internet aparece mais uma vez como a principal ferramenta (64% das respostas) (figura 8). Como as pesquisas na internet têm sido o meio mais utilizado por professores para se atualizar e as informações obtidas nesta fonte são muito vastas,

espera-se que os professores não se detenham apenas em reportagens ou comentários gerais, mas que também possam ter acesso a revistas científicas renomadas e cursos de atualização *online* para professores de biologia (já disponíveis por fundações como o CECIERJ). A participação em eventos científicos é utilizada por 36% dos docentes entrevistados para buscar atualização. Este dado mostra que a participação dos professores entrevistados em eventos como congressos, seminários e simpósios na área científica, não tem sido muito freqüente. Scheid (2006) ressalta que a proximidade entre o meio acadêmico e científico e as escolas é importante para auxiliar na prática docente.

De acordo com os PCN+, a genética se destaca como um dos conteúdos de maior dificuldade de aprendizagem em biologia. Isto se deve, entre outras coisas, à dificuldade que os alunos apresentam na compreensão de temas abstratos, os quais estão presentes em diversas áreas de genética. Por isso, a proposta apresentada pelos PCN+ é que o professor procure trabalhar genética através de atividades como: jogos, modelos, experimentos e demonstrações. Dentre os professores entrevistados, apenas 14% utilizam jogos, experimentos e demonstrações, enquanto 36% trabalham com modelos.

Diversos trabalhos em universidades têm sido desenvolvidos para auxiliar o professor em sua prática docente. Dentre estes, podemos destacar o desenvolvimento de modelos e outros materiais didáticos pelo Departamento de Ensino de Ciências e Biologia (DECB) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sob a coordenação da professora Marly Veiga. Este tipo de atividade é importante para auxiliar o professor em sua prática docente, uma vez que a elaboração destas metodologias exige grande tempo e planejamento, o que nem sempre é possível ao professor. No entanto, é necessário que o professor e a escola tenham conhecimento da existência deste tipo de trabalho.



Destaca-se também a utilização de jornais e revistas por 50% dos professores e de filmes e documentários por 36% , o que representa um importante instrumento de incentivo a leitura e a cultura, aproximando a sala de aula do cotidiano dos alunos.

Os resultados deste trabalho sugerem que a maior parte dos professores entrevistados não seguem as propostas dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio relacionadas ao ensino de genética, embora algumas de suas práticas pedagógicas estejam de acordo com sugestões apresentadas nestes documentos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. B. F., CALDEIRA A. M. A. **Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/ DNA.** Revista Ensaio - Pesq. Educ. Ciênc. Belo Horizonte. Vol. 7, nº 1, agosto, 2005.

ANDRADE, A. M. R., CARDOSO, J. L. R. **Aconteceu, virou manchete** Rev. bras. Hist. v. 21 n.41 São Paulo, p.243-264 . 2001.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Ministério da Educação e Cultura, Brasília, 141 p. 2002.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Ministério da Educação e Cultura, Brasília, 109 p. 2000.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 9.394 de 20 de dez. de 1996. **Dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília. DF. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>>

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 5692 de 27 de out. de 1964, **Dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília. DF. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>>

BUENO, J. G. S. **Função social da escola e organização do trabalho pedagógico**. Revista Educar. Curitiba, n.17, p.101-110. 2001.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F. **Dificuldades de vestibulandos em questões de genética**. In: **47º Congresso Nacional de Genética**. 2001, São Paulo. *Anais*. Águas de Lindóia, São Paulo, p. 1065, 2001.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, n.22, Vol. Jan/Fev/Mar/Abr p.89-100, 2003.

CID, M., NETO, A. J. **Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética**. Rev. Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII Congresso. 2005.

COSTA, S. I. F., DINIZ D. **Mídia, clonagem e bioética**. Cad. Saúde Pública v.16 n. 1 Rio de Janeiro jan./mar 2000.

DOLAN, E.L., SOOTS, B. E., LEMAUX, P. G, RHEE, S. Y., REISER L. **Genetics Education. Innovations in teaching and learning genetics**. Genetic, v.166. p. 1602-1608. California. 2004.

FERREIRA, P. F. M. **A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, 2005.

FREITAS, D. S.; SILVA, G.B. **A genética numa perspectiva cultural**. In: I Encontro Nacional de Ensino de Biologia e III Encontro Regional de Ensino de Biologia, Rio de Janeiro. Anais do I ENEBIO e III EREBIO. Rio de Janeiro: UFRJ, v. 1. p. 194-197, 2005.

GARCIA, E. S.; CHAMAS, C. I. **Genética Molecular: avanços e problemas**. Caderno de Saúde pública, v. 12 n.1. Rio de Janeiro. Mai/jun 1996.

GARDNER, E. J. **Genética**. Tradução de Paulo Armando Motta. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 503p. Título original: Principles of Genetics, 1977.

GÓES, A. C. S. **Tipagem por DNA: otimização de condições para análises *post mortem* / Construção de banco de dados de alelos STR**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2003.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário. Série: Planejamento de pesquisa nas Ciências sociais**. Nº 01, Brasília, DF: UNB, Laboratório de Psicologia Ambiental 2003.

KRASILCHICK, M. **O professor e o currículo das ciências**. Coleção Temas básicos de Educação e Ensino. São Paulo, Ed. EPU, 80 p, 2005.

KRASILCHICK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências**. Revista São Paulo em Perspectiva, São Paulo, V. 14, n.1, p. 85-92, 2003.

LANNES, D. R. C.; MAIA, C. O.; VELLOSO, A.; ALMEIDA, D. F.; EL-BACHA, T. **Genética e Biologia Molecular para Ensino Médio e Fundamental**. Rio de Janeiro, CEDERJ, 2005.

LEITE, M. **Bioteχνologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica**. Revista São Paulo em perspectiva n.14 v.3. São Paulo, p. 40-45. 2000.

LENOIR, N. **Promover o Ensino de Bioética no Mundo**. Revista Bioética, v. 4, n. 1, p. 65-70, 1996.

MASSARANI, L. MAGALHÃES, I. MOREIRA, I.C. **Quando a ciência vira notícia: um mapeamento da genética nos jornais diários**. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n.26, p. 141-148, 2003.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. **O texto didático de ciências: uma análise retórica crítica**. Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 10, p. 1-21, 2005. Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.> Acesso em 19 nov 2006.

NUNES, F. M. F., FERREIRA, K.S., SILVA, W. A., BARBIERI, M. R., COVAS, D. T. **A genética no ensino médio: uma prática que se constrói**. Revista Online Genética na escola. V. 1 n.1 p.19-24. SBG, 2006. Disponível em <<http://sgb.org.br>> . Acesso em 6 jun 2006.

OMETTO-NASCIMENTO T.A., TURCINELLI S.R., LANNES D., ARRUDA P. **A Evolução do ensino de genética no nível médio e a engenharia genética**. In: 47º Congresso Nacional de Genética. 2001, São Paulo. *Anais*. Águas de Lindóia, São Paulo, p. 1065, 2001.

SCHEID, N. M. J. **A necessária conexão entre biologia e ética para a educação científica no século XXI**. In: Fórum Internacional Integrado de cidadania, educação, cultura, saúde e meio ambiente. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santo Ângelo/RS 26 a 29 de abril de 2006.

SCHEID, N. M. J., FERRARI, N. **A história da ciência como aliada no ensino da genética.** Revista Online Genética na escola. V. 1 n.1 p17-18. SBG, 2006. Disponível em <<http://sgb.org.br>> . Acesso em 6 jun 2006.

SCHEID, N. M. J., FERRARI, N. **A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA.** Ciência & educação, Bauru, v. 11, n. 2, p. 33-44, 2005.

SCHEID, N. M. J., PANSERA DE ARAÚJO, M.C. **O ensino de genética e as implicações éticas no currículo escolar.** In: 47º Congresso Nacional de Genética. 2001, São Paulo. *Anais.* Águas de Lindóia, São Paulo, p. 1067, 2001.

VILAS-BOAS, A. **Conceitos errôneos de Genética em livros didáticos do ensino médio.** Revista Online Genética na escola. V. 1 n.1 p 9-11. SBG, 2006. Disponível em <<http://sgb.org.br>> . Acesso em 6 jun 2006.