

# OS TEMAS POLÊMICOS EM BIOLOGIA E SUAS REPERCUSSÕES SOBRE O ENSINO CIENTÍFICO ESCOLAR

## CONTROVERSIAL MATTERS IN BIOLOGY AND THEIR IMPLICATIONS UPON SCIENCE EDUCATION

Maria Cristina Pansera-de-Araújo<sup>1</sup>

Neusa Maria John Scheid<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UNIJUÍ, Departamento de Biologia e Química, Mestrado em Educação nas Ciências, [pansera@unijui.edu.br](mailto:pansera@unijui.edu.br)

<sup>2</sup>URI-Santo Ângelo, Departamento de Ciências Biológicas, [scheid.neusa@gmail.com](mailto:scheid.neusa@gmail.com)

### RESUMO

Nos últimos anos, o interesse pela Genética vem crescendo significativamente, na sociedade em geral e nos diferentes graus de ensino. Seus aspectos positivos (transgênicos, clonagem humana, células-tronco...) são supervalorizados, enquanto muitas das questões éticas, morais e riscos da aplicação das novas tecnologias genéticas são desconsiderados. Busca-se refletir como a Escola Básica e Universidade lidam com essas questões e quais são suas implicações sobre o ensino. A metodologia envolveu a realização de questionários semi-estruturados com dezesseis graduandas e um graduando concluintes de um curso de Ciências Biológicas. Segurança ao ensinar Genética, domínio do conteúdo, complexidade do contexto da sala de aula, conhecimento dos conceitos fundantes e metodologia são categorias emergidas da análise. A compreensão das novas tecnologias genéticas exige dos formadores a discussão dos contextos de produção desse conhecimento, a fim de lhes permitir avaliar os aspectos positivos e os cuidados no tratamento dessas questões sociais e éticas polêmicas.

**Palavras-chave:** Formação de professores; temas polêmicos em biologia, ética.

### ABSTRACT

In the past few years, the interest about Genetics has been increasing significantly. Its positive aspects (genetically modified organisms, human cloning, stem cells...) are overvalued, while many ethical questions and the risks of the application of new genetic technologies are not taken into account. This work reflects about how the school and the university deal with these questions and about what are the implications upon the teaching. The methodology included the carrying out of semi-structured questions with seventeen undergraduates from the Biology course. Teaching Genetics, the mastering of the contents, the complexity of the classroom context, the knowledge about the basing concepts and methodology categories emerged from this analysis. The comprehension of new genetic technologies demands from educators like the discussion about the contexts of the knowledge's production, in order to allow them to evaluate the positive aspects and the cautions in dealing with these controversial social and ethical questions.

**Key words:** Teachers' education, controversial matters in Biology, ethic.

### INTRODUÇÃO

O século XXI caracteriza-se pela enorme quantidade de conhecimento científico que é construído, destacando-se aqueles relacionados à genética contemporânea e as tecnologias deles decorrentes. É interessante lembrar que as biotecnologias são conhecidas pelo homem praticamente desde o início da civilização, através de técnicas de seleção e melhoramento de plantas e animais, utilização de fermentos na fabricação de pães, queijos e bebidas, entre outros alimentos (Kreuzer & Massey, 2002). O conhecimento da época não permitia análises dos possíveis riscos advindos do uso dessas tecnologias, nem de suas implicações éticas ou jurídicas.

Desde o advento da tecnologia do DNA recombinante e, atualmente pelas possibilidades criadas pela engenharia genética, reforçou-se o interesse pela Genética. Há uma supervalorização dos seus aspectos positivos, enquanto as questões éticas, morais e de riscos têm pouco destaque e, muitas vezes, associam-se apenas aos transgênicos, à clonagem de seres humanos e a terapia com células-tronco. E, a formação inicial dos professores de Biologia e Ciências tem tratado pouco destas questões, como referem Razera e Nardi (2006).

Recentemente, nós brasileiros, vivenciamos a discussão em torno da aprovação da Lei de Biosegurança, que trata da regulação, responsabilidade e autorização para o manejo de organismos geneticamente modificados (OGM); da utilização de células-tronco embrionárias para fins terapêuticos; da clonagem terapêutica, entre outros aspectos (Lei de Biosegurança, Lei 11.105, de 24 de março de 2005).

Algumas das tecnologias, acima referidas, têm sido citadas, freqüentemente, por estudantes e professores da Educação Básica, como de difícil compreensão e explicação. Parece haver falta de domínio do conteúdo básico de genética que possibilite o seu entendimento.

A mídia, por sua vez, ao divulgar alguns resultados de pesquisa na área cria a esperança de que todos os problemas da humanidade estarão resolvidos, pelo uso de transgênicos, células-tronco e clonagem, por exemplo. Uma das conseqüências dos estudos do genoma humano, seria a identificação de genes relacionados ao envelhecimento humano, que justificariam as mudanças no estilo de vida garantindo, desse modo, uma velhice saudável, já que as doenças infectocontagiosas estariam praticamente controladas (Pansera-de-Araújo *et al*, 2005).

No entanto, o avanço do conhecimento genético não se limita a responder questões relativas a identificação dos genes, mas também poderá ajudar a entender melhor e mais rapidamente como funciona a vida no planeta. Nessa perspectiva, o papel da Escola Básica e da Universidade é fornecer aos estudantes os aportes necessários para compreender essas informações de maneira mais efetiva, à medida que elas colocam cotidianamente em cheque nossos conhecimentos, convicções e princípios éticos. Isto propicia uma grande insegurança tanto nos licenciandos em formação inicial quanto nos professores em exercício, que precisam de novos subsídios para entender estas questões de maneira mais clara.

Outro aspecto a ser considerado é que embora o livro didático seja um importante instrumento na prática pedagógica dos professores, nele também não são abordados os temas polêmicos em biologia ou quando estão presentes não estão atualizados (Xavier; Freire; Moraes, 2006).

No presente trabalho, a questão proposta é refletir como as instituições de ensino superior estão lidando com os desafios postos, e quais as implicações sobre o processo ensino e aprendizagem pessoal e profissional, já que a Genética é considerada uma área de difícil aprendizagem e domínio, tanto na formação inicial quanto na continuada.

Os sujeitos da pesquisa foram dezessete estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo-RS, com idades entre 22 e 45 anos. Concluintes do curso realizaram a prática de ensino sob a forma de estágio supervisionado em Biologia no primeiro semestre/2000, nas Escolas Públicas Estaduais e Particulares da 14<sup>a</sup> e 32<sup>a</sup> Coordenadorias Regionais de Educação. Os objetivos da pesquisa e a metodologia foram expostos ao grupo antes de iniciar o trabalho, bem como a solicitação para que os estudantes respondessem por escrito ao questionário semi-estruturado, permitissem a filmagem das discussões coletivas e a gravação em fita cassete das entrevistas semi-estruturadas que foram realizadas individualmente. O material obtido nos questionários, nas vídeo e áudio-gravações, posteriormente, foi transcrito e sistematizado (Scheid, 2001). Nesse artigo apresentaremos os resultados obtidos com a análise das questões, que são apresentados nas tabelas.

## **APLICAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DA GENÉTICA E SUAS REPERCUSSÕES NO ENSINO...**

Cabe aos professores estabelecer a ponte entre a cultura associada à comunidade de cientistas e o resto da sociedade através da iniciação dos alunos em determinados aspectos da cultura científica (Sorsby, 2000). ‘Por isso a análise ds respostas obtidas por escrito, no questionário semi-estruturado aplicado individualmente às graduandas e ao graduando, estão sumarizadas nas **Tabelas 1 e 2**, e mostram os posicionamentos frente às novas tecnologias na área genética e as implicações éticas.

Na **Tabela 1**, 70,58% das graduandas<sup>1</sup> são favoráveis a manipulação genética em plantas, mas não em animais como justifica (A12) que “*essas melhorias podem ser prejudiciais a longo prazo para o ser humano*”. A visão utilitarista e antropocêntrica da Ciência ainda está muito presente neste grupo, como podemos perceber através das suas falas.

E, como afirmam Flores; Loreto:

O fato de a nossa história evolutiva nos ter dado um cérebro com uma capacidade de processamento de informações bem acima do encontrado em outras espécies nos dá a sensação de sermos ‘únicos’. E assim nos definimos como os herdeiros da criação. (1996, p. 67)

Essa visão antropocêntrica da Natureza é encontrada também nos currículos escolares e nos livros didáticos como, por exemplo, as classificações dos seres vivos em “úteis ou nocivos” (Oliveira, 1992).

**Tabela 1: Opinião das/do estudantes<sup>1</sup> sobre a alteração do Genoma das plantas para criar um alimento “melhorado” para consumo humano.**

<b>Posição graduandas</b>	<b>Justificativa</b>
---------------------------	----------------------

<sup>1</sup> Pelo fato de serem 16 graduandas e apenas um graduando, passaremos a utilizar graduandas para referir-se ao grupo estudado.

12 são Favoráveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Até que se prove o contrário, que haverá prejuízo para o ser humano. (A1e A15)</li> <li>- Sendo para o benefício da saúde. (A3)</li> <li>- Melhora a qualidade do alimento (A4 e A7)</li> <li>- Qualifica o alimento e possibilita o acréscimo de remédios, vacinas, vitaminas, etc. (A5 e A8)</li> <li>- Elimina anomalias e aumenta a qualidade dos produtos consumidos. (A11)</li> <li>- O mundo precisa cada vez mais de alimentos. (A13)</li> <li>- Porque essas plantas só irão ajudar e não trarão prejuízo algum para o ambiente. (A14)</li> <li>- Com a agricultura do jeito que está, o uso excessivo de herbicidas e se for para melhorar a produtividade. (A16)</li> <li>- São plantas que não prejudicam o meio ambiente, pois não se usa inseticidas ou herbicidas na sua produção. (A17)</li> </ul>
05 são Desfavoráveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muitas vezes ocorrem mistura de genes, e esta mudança pode ser para pior... podem causar anomalias e alergias. (A2)</li> <li>- Porque ainda não sabemos o que realmente esta “mudança” pode causar no organismo humano. (A6)</li> <li>- Mexe na estrutura genética de uma planta, modifica somente para melhorar o “nosso” consumo. (A9)</li> <li>- Não se sabe ainda o efeito dessas plantas no organismo humano. (A10)</li> <li>- Essas melhorias pode ser prejudiciais, a longo prazo, para o ser humano. (A12)</li> </ul>

Fonte: Scheid, Neusa Maria John. Pesquisa Empírica sobre os conceitos de genética e as implicações na docência. Ijuí, 2001

Por outro lado, parece que as graduandas não reconhecem a biotecnologia detalhadamente, e, dentro dela, a tecnologia do DNA recombinante, a clonagem e a modificação genética, pela incorporação de genes interespecíficos em diferentes organismos, pois, quando foi solicitada a opinião sobre a aceitação da modificação genética em mamíferos a partir da permissão em plantas, A6 respondeu: "*A clonagem dá medo e estas mudanças genéticas que estão por vir amedrontam ainda mais*". Também a graduanda A17 cita o caso da ovelha Dolly, que envelheceu rapidamente, como justificativa para o seu posicionamento desfavorável em relação à questão (**Tabela 2**).

**Tabela 2: Opinião sobre a aceitação da modificação genética em mamíferos a partir da permissão em plantas.**

Posição graduandas	Justificativa
Favorável / 07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se for para tentar curar uma possível doença como o câncer...(A2)</li> <li>- Também devemos ter mamíferos melhorados como, por exemplo, o gado leiteiro. (A3)</li> <li>- Somente em casos como a produção de leite....(A4)</li> <li>- Se for para curar ou evitar alguma doença. (A10)</li> <li>- Desde que a modificação não venha a prejudicar o animal. (A14)</li> <li>- Sim. (A11 e A8)</li> </ul>
Desfavorável/10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque quando se vai alterar mamíferos e o homem, acho um pouco perigoso. (A1)</li> <li>- É muito delicado, acho interessante modificar, mas tenho medo das modificações que derem “errado”. O que fazer com esses seres?(A5)</li> <li>- A clonagem dá medo e estas mudanças genéticas que estão por vir, amedrontam ainda mais. (A6)</li> <li>- Deve-se levar em consideração o equilíbrio ecológico. (A7)</li> <li>- Pois poderíamos nos destruir. (A9)</li> <li>- Nos mamíferos causa perigo se alterar as características de origem, sendo que nas plantas não tem tanto perigo.(A15)</li> <li>- Porque como no caso da ovelha Dolly, ela envelheceu muito rápido. (A17)</li> <li>- Não. (A13 e A5)</li> <li>- Depende. Cada caso é um caso. (A16)</li> </ul>

Percebe-se, nesse ponto, novamente, a falta de domínio dos conceitos básicos. A palavra **clone**, que tem origem grega, significa "broto" e foi cunhada em 1903 (Pena, 1999). Esse termo parece ser um complicante da aprendizagem, pois, quando as graduandas são lembradas da reprodução assexuada e da produção de mudas de plantas a partir de folhas e galhos, já tantas vezes realizadas por elas, como no caso das plantas ornamentais conhecidas como violetas (*Viola sp*), elas começam a reconhecer que a clonagem não é algo tão inatingível. Assim, parece que ocorre certa desmistificação desse conhecimento, tornando-o mais acessível e disponível.

A clonagem humana, uma preocupação importante que povoa o imaginário não só das graduandas, mas também de grande parte da população, poderá ocorrer tanto pela fissão de embriões (como na produção de gêmeos), quanto pela transferência nuclear (como no caso da ovelha Dolly). A transferência de núcleos de células somáticas para ovócitos anucleados produz embriões reconstituídos que, após a transferência para hospedeiros adequados, são capazes de se desenvolverem em uma prole viável. Atualmente, a grande discussão sobre a clonagem humana está centrada nos possíveis benefícios individuais ou sociais que poderão advir da mesma. Segundo Pena (1999), quando a clonagem humana for segura, confiável e permitida, ela terá uma demanda, atendendo a duas finalidades básicas: a reprodução da espécie e a produção de tecidos para auto-transplante.

Observa-se, nas falas das graduandas, que elas admitem procedimentos diferentes em relação às tecnologias genéticas: um procedimento restritivo, com relação à aplicação em seres humanos, e outro, não restritivo, em relação aos seres vivos não-humanos e, nesse caso, ainda, se são ou não mamíferos. Verifica-se, ainda, que o ser humano é considerado distintamente a partir de uma visão antropocêntrica da Natureza. Como diz Singer (2000), dentro da cultura judaico-cristã, a vida humana é sagrada e, por isso, se aceita, com certa facilidade, que se manipulem geneticamente plantas e animais, uma vez que isso representa vantagens para o ser humano, tais como: melhorar a sua alimentação, acenar para a possibilidade de cura de doenças e proteger o meio ambiente do uso de inseticidas ou herbicidas.

Garantir a reprodução da espécie é um desejo inerente a todo ser vivo. Sabe-se que, a despeito do grande aperfeiçoamento da tecnologia de reprodução assistida, muitos casais não conseguem ter filhos. A possibilidade de poder clonar um dos parceiros parece ser muito melhor aceita do que a doação anônima de gametas, por exemplo. É importante comentar que a clonagem não garantirá um indivíduo "cópia fiel", pois não se clonam indivíduos, mas sim, genomas, e os indivíduos formados são produtos da interação **genoma+ambiente=fenótipo**. Assim, as características, tais como o comportamento humano e os aspectos estruturais, são uma função tanto do genoma quanto do ambiente. A humanidade sempre conviveu com clones naturais (gêmeos monozigóticos), sem que isso causasse algum problema ou dano. A produção de humanos em série não passa de uma mera fantasia do imaginário, já retratada em filmes como *Os meninos do Brasil*, *Metrópolis*, *Blade Runner*, *Eu e minhas cópias*, entre outros. Como afirma Pena,

... esses cenários de pesadelo podem ser bastante improváveis e até mesmo impossíveis, mas eles têm um impacto importante na percepção e na relação do público com tecnologias revolucionárias, tais como a clonagem humana (1999, p. 121).

A possibilidade da clonagem humana, com o fim de produzir tecidos para autotransplante, cria uma perspectiva de maior longevidade e melhor qualidade de vida para a

humanidade. Isso se torna possível através da produção de células-tronco embrionárias, pois elas têm a capacidade de se diferenciar em qualquer tipo celular e podem ser produzidas a partir de blastocistos humanos (embriões em um estágio muito inicial de desenvolvimento humano). Desse modo, a pessoa pode fornecer suas próprias células e, ao usá-las para substituir os núcleos de seus próprios ovócitos ou ovócitos de doadores, criar embriões clonados e obter células-tronco em cultura, que, induzidas a se diferenciarem, forneceriam os tecidos ou órgãos necessários para o transplante. Essa tecnologia oferece, como benefício maior, o fato de não apresentar os problemas atuais de rejeição. Esse procedimento, atualmente, apresenta dificuldades práticas, porque ainda não se conhecem os fatores de crescimento necessários para induzir a diferenciação das células-tronco em cada um dos vários tecidos do corpo humano. Esses fatos provocam uma reflexão ética, como aponta Singer (2000):

As pessoas têm a sua ética influenciada pelo seu contexto cultural e religioso, que necessita, também, de uma visão racional para ser melhor compreendida. A partir dessa afirmação, dois são os princípios que devem ser considerados: 1) as vidas humanas não têm todas, o mesmo valor e nem são sempre mais preciosas que uma vida animal; 2) a moral, que deve reger tudo, é a de considerar igualmente os interesses do conjunto dos seres vivos que tem capacidade de sofrer e de ter prazer (p.96 e 98 ).

Nesse sentido, a questão da produção de embriões pode ser mais ou menos ética conforme o princípio que rege esse processo, ou seja, quem é beneficiado com os resultados obtidos, alguns privilegiados ou todos. Certamente, isto trará conseqüências que poderão, inclusive, gerar relações comerciais diferenciadas. Hoje, privilegiam-se os órgãos para transplantes, mais tarde poderão ser os corpos inteiros e/ou os embriões e os "úteros" de aluguel... Isto tudo provoca uma nova discussão ética, porque, até bem pouco tempo, estas questões não estavam colocadas. Por isso, Singer diz que mudaram as relações de valor da vida humana, ou seja, a vida de todos os seres humanos não tem mais o mesmo valor de igualdade, pois nem todos acessarão essas tecnologias que poderão melhorar a sua qualidade de vida. Este, portanto, é um dilema ético que está colocado e cuja resposta ainda está em constituição.

O progresso das tecnologias genéticas confere um "poder" enorme a quem detém esse conhecimento, devido, principalmente, às implicações econômicas e à possibilidade de manipular a vida, algo, até aqui, aceito apenas como dom divino. Esse conhecimento traz medo e euforia. Evidenciou-se esse paradoxo quando foi anunciado, em 26 de junho de 2000, o seqüenciamento do Genoma Humano, abrindo um leque de possibilidades na medicina, mas com profundas implicações éticas, legais e sociais. Diante disso, será preciso entender que

... a condição humana não é somente um genoma humano, mas significa ter uma narrativa humana de si mesmo. Da mesma maneira, pertencer à família humana envolve um nexos rico de laços culturais, que não pode ser reduzido à taxonomia (Mauron, 2001, p. 26).

A tabela 3 expressa a opinião das graduandas sobre a propriedade do conhecimento obtido nas pesquisas sobre transgênicos e organismos geneticamente modificados.

**Tabela 3: Opinião sobre a detenção da propriedade da informação obtida nas pesquisas sobre transgênicos ou OGMs**

A quem deverá pertencer a informação	%
A toda a população	47
A um grupo de cientistas, religiosos, advogados e leigos	23
À órgãos do governo	18
Não sabem	12

Na educação científica, a discussão ética não poderá ser postergada, tampouco “passada adiante” para outro professor ou disciplina, considerando que, conforme expressam os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998):

“Ética é um eterno pensar, refletir, construir. E, na escola, sua presença deve contribuir para que os alunos possam tomar parte nessa construção, serem livres e autônomos para pensar e julgar, para problematizar constantemente o viver pessoal e coletivo fazendo o exercício da cidadania”. (p. 53-54),

Sabe-se que essa não é uma tarefa fácil, pois

é muito difícil para os professores de Ciências tratarem dos aspectos ligados à ciência contemporânea: poucos professores, quaisquer que sejam suas especializações, podem trabalhar nessa área com confiança e experiência (Levinson, 2001, p. 70)

Isso, segundo o autor, não se deve a qualquer inadequação por parte dos professores, mas à complexidade das questões. Sua sugestão é que, além dos professores de ciências compartilhem da visão de ciência como conhecimento dinâmico, de natureza provisória - reconhecendo seu poder e limitação -, eles trabalhem em colaboração com os professores das áreas humanas, mais acostumados ao debate contemporâneo.

Urge reconhecer as implicações do conhecimento atual com seus limites e fraturas que se constrói de maneira transdisciplinar em que participam e se transformam reciprocamente personagens e cenário: homem, sociedade, conhecimento e cultura (Abreu Júnior, 1996). E, essas implicações só poderão ser superadas se conseguirmos articular os professores das diferentes áreas do conhecimento na constituição de novas organizações curriculares.

Diante desse contexto, a formação de professores de Ciências Biológicas, sintonizados com as exigências contemporâneas, deverá estar centrada em fazê-los educadores e não técnicos de ciências. Isto não significa desconsiderar a importância de oferecer um sólido conhecimento da disciplina, considerando que o domínio conceitual da área de atuação é condição necessária – mas não suficiente – para ser um bom profissional. Acreditamos que uma formação em epistemologia e história da ciência deverá estar presente, pois fornecerá os subsídios para uma educação científica que terá sentido para os estudantes. Pois, como afirma Fourez (2003), os estudantes, muitas vezes, tem a impressão que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas, e isso os torna desinteressados pelas carreiras científicas. O que teria sentido para eles, diz o autor, é um ensino de ciências que os ajudasse a compreender seu mundo. No entanto, ressalva que essa compreensão de “seu mundo”, em absoluto, significa permanecer no seu pequeno universo. Os estudantes esperam que os modelos científicos que são obrigados a estudar lhes permitam compreender aquilo que diz respeito ao seu cotidiano cidadão, inserido numa realidade global, e não aquilo que atende aos interesses da comunidade dos cientistas ou ao mundo industrial.

Para Reis e Galvão (2005),

As questões controversas suscitadas por algumas inovações tecnológicas recentes – nomeadamente os seus eventuais impactos ambientais, sociais e culturais – tiveram impacto nas concepções dos professores acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência. Para além de terem reforçado a dualidade de sentimentos relativamente à ciência e à tecnologia, como fonte de progresso e preocupação, desencadearam nestes professores a ideia da necessidade de uma alfabetização científica alargada que capacite a população para a compreensão e a tomada de decisões e de ações relativamente a estas

temáticas. Contudo, o conceito de alfabetização científica, bem como a melhor forma de alcançá-la, varia entre os professores participantes neste estudo. (2005, p.1)

Contudo, sabe-se que é praticamente impossível que os estudantes conheçam tudo o que poderia ser útil para sua inserção em um mundo técnico-científico. A sugestão é de que desenvolvam habilidades e competências básicas que lhe proporcionem uma alfabetização científica para continuar a aprendizagem ao longo de sua vida, sempre que isso se fizer necessário.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

São muitas as exigências para que se possam ter profissionais competentes atuando em nossas escolas e universidades. Para atender realmente ao que se espera alcançar na formação inicial e continuada, obtendo a melhoria da qualidade do ensino, é preciso rever os padrões atuais de formação dos professores. Sem esquecer, no entanto, que este não é o único aspecto do problema da qualidade de ensino.

Bem sabemos que não basta ter apenas professores bem qualificados. Muitas outras causas contribuem para que haja uma preocupação em todo o nosso País com relação à qualidade do ensino. Porém, este é o papel que nos cabe, enquanto responsáveis, em parte, pela formação de professores de Ciências e Biologia que irão trabalhar a Genética nas escolas. Precisamos reavaliar os currículos, as práticas pedagógicas, o tempo e os espaços da escola e da universidade, desenvolver o hábito de não ignorar ou, então, querer competir com a mídia, mas o de proporcionar aos alunos os aportes necessários para compreender as informações por ela veiculadas. Isso, certamente irá contribuir para a dinamicidade e qualificação do processo de formação de professores e instrumentalizá-los de forma a atender aos desafios que a Genética, em especial, nos traz nesse novo milênio.

Os problemas éticos apresentados pelo grande desenvolvimento da Genética Molecular e da geneterapia recém começaram. Logo, os estudos, tratamentos e soluções propostas devem considerar os princípios da autonomia e da beneficência nas decisões e operações da área (Clotet, 2000).

Finalizando, poderíamos acrescentar que, antes de sermos professores, como cidadãos temos o dever de considerar esses assuntos, manter-nos vigilantes para que esse conhecimento seja aplicado de forma a contribuir na construção de uma sociedade onde o limite da ciência seja o respeito à biodiversidade e a dignidade humana.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU JUNIOR, Laerthe. **Conhecimento Transdisciplinar: o cenário epistemológico da complexidade**. Piracicaba, Ed. Unimep, 1996, 203p.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera, Auth, Milton A., Maldaner, Otavio. **A Identificação das Características de Inovação Curricular em Ciências Naturais e suas Tecnologias através de Situações de Estudo**. Bauru/SP, Atas V ENPEC :1-12, CDRom, 2005.

BRASIL, Ministério da Educação e Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – Temas Transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CLOTET, Joaquim. **Bioética como ética aplicada e genética**. In: GARRAFA, Volnei & COSTA, Sérgio F. C. (org.) A Bioética no século XXI. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2000. p. 109-128.

FLORES, Renato Z. & LORETO, Élgion L.S. Contribuição da Biologia para um modelo social. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n.12, p.65-76, jan/jun. 1996.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n 2, 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso em: 12/02/2005.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS. J.F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Unijuí, 1998.

KREUZER, Helen & MASSEY, Adriane. **Engenharia Genética e Biotecnologia**. Trad. Ana Beatriz Gorini da Veiga et al. 2ª ed. Porto alegre : Artmed, 2002, 434p

LEVINSON, R. As ciências ou as Humanidades: quem deve ensinar as controvérsias em Ciências? **Proposições**. v. 12, n. 1, p. 62-72, 2001.

MALDANER, Otávio e ZANON, Lenir B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: **Espaços da Escola**, Ijuí, n.41, jul/set. 2001, p. 45-60.

MANZKE, V. H. B. **Aspectos da interação entre o professor de Biologia e o livro didático no ensino de genética, na cidade de Pelotas/RS**. 1999. 109 p. Dissertação Mestrado em Educação. UFSC, Florianópolis.

MAURON, A. Genoma sem alma. **Folha de São Paulo**, São Paulo: 25 fev. 2001. Caderno Mais Ciência.

OLIVEIRA, D.L. O antropocentrismo no ensino de Ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí, Unijuí, ano1, n4, p.08-15, abr/jun. 1992.

PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina; DALLEPIANE, Loiva Beatriz; LEITE, Marines Tambara; BERLEZI, Evelise Moraes & CRUZ, Ivana B. M. **O Envelhecimento Populacional e a Saúde Coletiva**, p.139-163. In: PASCHE, Dario F. & CRUZ, Ivana B. M. A Saúde Coletiva: Diálogos Contemporâneos, Ijuí : Ed. Unijui, 2005, 232p. (Coleção Saúde Coletiva)

PENA, S. D. J. Clonagem Humana. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, ano II, n.11, p. 113-122, nov/dez. 1999.

RAZERA, Julio César C. & NARDI, Roberto. Ética no Ensino de Ciências: Responsabilidades e Compromissos com a Evolução Moral da Criança nas Discussões de Assuntos Controvertidos [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11\\_n1\\_a3.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11_n1_a3.html) acesso 28 setembro 2007.

REIS, Pedro & GALVÃO, Cecília. Controvérsias Sócio-Científicas e Prática Pedagógica de Jovens Professores [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10\\_n2\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a1.htm), 2005, acesso 28 setembro 2007.

SCHEID, N.M.J. **Os conceitos de Genética e as implicações na docência**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências), Unijuí, Ijuí.

SINGER, P. La ética vuelta a visitar. **Mundo científico**, Barcelona, n 218, p.96-98, dez. 2000.

SORSBY, B. The irresistible rise of the nature of science in science curricula. In J. Sears & P. Sorensen (Eds.), *Issues in science teaching* (pp. 23-30). London: Routledge/Falmer. 2000

XAVIER, M.C.F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M.O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no Ensino Médio. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.