



Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências  
ISSN: 1415-2150  
ensaio@fae.ufmg.br  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Brasil

Bevílqua F. Alves, Sandra; Andrade Caldeira, Ana Maria de  
**BIOLOGIA E ÉTICA: UM ESTUDO SOBRE A COMPREENSÃO E ATITUDES DE ALUNOS DO  
ENSINO MÉDIO FRENTE AO TEMA GENOMA/DNA**

Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 7, núm. 1, 2005, pp. 1-12  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Minas Gerais, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129516187003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

# BIOLOGIA E ÉTICA: UM ESTUDO SOBRE A COMPREENSÃO E ATITUDES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO FRENTE AO TEMA GENOMA/DNA

Sandra Bevílqua F. Alves

Mestre em Educação para Ciências

UNESP - Bauru

[sandrabevi@ig.com.br](mailto:sandrabevi@ig.com.br)

Ana Maria de Andrade Caldeira

Docente do Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências

UNESP – Bauru

## Resumo

A produção científica e tecnológica das últimas décadas tem modificado o homem e seu mundo. As implicações sociais, políticas e éticas destes avanços, foram trabalhadas, de modo contextualizado durante as aulas de biologia, com alunos do Ensino Médio. Este trabalho destina-se à área de formação de professores e aos mecanismos de produção de conhecimentos pelos alunos. A coleta de dados aconteceu por meio de procedimentos múltiplos, usados como estratégia investigativa para compreender as idéias, atitudes, valores e crenças dos alunos. A análise da prática pedagógica para a formação de professores demonstrou a importância da investigação em ação como uma alternativa para o trabalho de modo reflexivo. Assim, é possível melhorar a qualidade das aulas, formando alunos críticos e atuantes, capazes de atitudes bem pensadas em sua vida pessoal e profissional.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, professor-pesquisador, formação de professores, alfabetização científica.

## ABSTRACT

Last decades, scientific and technological productions have modified the man and the environment where they live. The social, politics and ethics implications of these advances which affect society were worked along with secondary school students, in Biology classes, inserted in this context. This research is meant to graduated teachers and the mechanisms of knowledge productions from students. The data was collected through multiple procedures used as investigative strategy that allows the understanding of student's ideas and their behavior, their values and beliefs. For the graduated teachers, the pedagogical practice analysis had shown the importance of this investigation as an alternative to work in a reflexive way, improving the quality to work in a reflexive way, improving the quality of the classes to graduated, critical, participative and active students; capable to take well thought discussions in their own personal and professional life.

**Key-words:** pegagogical pratice, teacher´s graduate, scientific education.

## Introdução

A Ciência produz pesquisas e informações veiculadas por diferentes meios de divulgação, científicos ou não. Dentro desse conjunto de informações há aquelas que afetam diretamente a vida humana. Há também as decisões que o indivíduo e a coletividade precisam tomar, muitas vezes apoiadas em conhecimentos cuja origem e compreensão fogem de suas possibilidades.

Pesquisadores do Ensino de Ciências, como Wood-Robinson (et al. 1998) e Martins-Díaz (2002) têm destacado a necessidade de educar o homem para uma cidadania responsável, por meio de uma alfabetização que conte cole um formação científica. É na escola, ambiente cultural apropriado, que se deve iniciar um processo que permita aos cidadãos obter informações e desenvolver a capacidade crítica.

Alguns professores têm concepções errôneas sobre Ciência e as transmitem aos seus alunos. Esta deficiência deve-se à formação de professores e precisa ser repensada e reestruturada, segundo Gil-Pérez e Carvalho (2001), para melhorar a prática pedagógica. Para os autores, a prática pedagógica de qualidade se baseia no currículo escolar e, principalmente, na formação inicial (e permanente) dos professores, contemplando aspectos como a ruptura de visões simplistas sobre o Ensino de Ciências. São requisitos necessários o conhecimento da matéria a ser ensinada, que o professor mude sua visão sobre o que é ensinar Ciência (adquirida quando era aluno), uma sólida fundamentação teórica para analisar criticamente o ensino tradicional, ter competência para preparar atividades, orientar os trabalhos dos alunos, na avaliação e na atuação como professor-pesquisador.

Apesar da rapidez e facilidade, obter informações nos meios de comunicação não basta aos alunos. Sem uma orientação adequada é difícil selecionar, interpretar e usar essas informações para construir um conhecimento escolar de qualidade. Para evitar a vulgarização da Ciência, causada, de acordo com Fourez (1995), pela divulgação sensacionalista de notícias pelos veículos de comunicação, fizemos esta pesquisa em busca de estratégias de ensino que trabalhassem, ao mesmo tempo, a informação e a formação dos alunos.

Para estimular o interesse e a curiosidade deles, iniciamos um conjunto de atividades intitulado *Projeto Genoma*. O material de estudo e pesquisa empregado nas aulas de biologia foram artigos, revistas, livros e textos da internet. Após consultar o material e levantar as opiniões dos alunos sobre as consequências da manipulação do DNA, iniciamos um processo de estudo, baseado em atividades diversificadas, que resultou em debates, relatos e reflexões. O Ensino de Biologia e, em particular a Genética, favorecem essas reflexões porque envolve conteúdos conceituais pertinentes. Procuramos enfatizar que a Ciência não é neutra. Ela está intimamente ligada aos processos políticos e econômicos de um país ou instituição. Também destacamos que a Ciência não é infalível, trata-se de uma construção humana, suscetível de erros e em constante mudança. Por isso, reforçamos a visão histórica da Ciência, para não oferecer aos alunos conhecimentos definitivos. Procuramos mostrar quais problemas originaram sua construção, as rupturas e como os conhecimentos têm evoluído. Outra preocupação é desfazer a concepção elitista da Ciência, na qual o conhecimento científico aparece como obra de gênios, cientistas inatingíveis. Procuramos abordar o trabalho de equipes científicas, seu envolvimento e sua responsabilidade social quanto à Ciência.

Esse processo revelou que investigar e refletir sobre a própria prática é, de fato, um grande campo de estudo para professores de quaisquer áreas de conhecimento. Esse estudo se justifica com as expectativas sobre o futuro das pesquisas genéticas. Isso nos faz repensar a função da escola na sociedade e do Ensino de Ciência. A partir de seus conteúdos programáticos ela pode contribuir para a formação do homem na sociedade tecnológica, segundo a LDB/96. Ocupamo-nos em pesquisar como a escola tem praticado o esclarecimento, conforme Adorno (1985), e como poderemos, na condição de docentes, formar um educando com autonomia, para a refletir e compreender o outro.

## A Ética aplicada à Educação

As expectativas sobre o futuro das pesquisas genéticas nos levam a repensar a função da escola na sociedade e a contribuição que o Ensino de Ciência pode dar para uma formação integral, a partir de seus conteúdos programáticos obrigatórios. Ainda que medidas educativas não contemplem toda a dimensão deste problema, é necessário pesquisar como a escola tem referendado mecanismos de formação de preconceitos. A partir do esclarecimento, poderemos formar um educando para a autonomia, para a autocrítica e para compreender o outro, conforme Cohn (apud ADORNO, 1994), em *Evolução após Auschwitz*.

Severino (1997) afirma que só por meio da educação chega-se a um nível de esclarecimento que capacite à população entender, discutir eticamente e opinar politicamente sobre os rumos da ciência e outros assuntos. A educação é vista como um investimento no sujeito. O autor explica que a ação política é o retorno desse investimento. Afinal, o sujeito esclarecido atua na sociedade de modo ético e político. O ético predomina sobre o político e, entre a ética e a política, há a educação como mediadora do processo de construção do homem culto.

Reale (1963) afirma que com a educação se dá a formação do homem, em função de um modelo ideal de pessoa. Cabe ao educador orientar o educando para que se torne uma pessoa ideal. Portanto, os processos educacionais devem criar condições ideais e propícias para que, orientados e estimulados pelo educador, cada aluno possa realizar por si o seu projeto existencial ético e político.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) sugerem que se trabalhe temas sociais de modo interdisciplinar, por meio dos temas transversais (Ética, Meio ambiente e Orientação Sexual), desde o Ensino Fundamental. A partir daí eles poderão contribuir de alguma forma, desde que sejam contextualizados, para formar o cidadão. Além de ensinar o conteúdo, a escola deve também buscar meios de informar e formar, discutindo as questões éticas permeadas pelos conteúdos do Ensino de Ciência. Os temas polêmicos inseridos no conhecimento científico são muitos. A Ciência modifica-se rapidamente e nem sempre os cidadãos têm conhecimento e condições de discutir e compreender as novidades científicas. A LDB/96, segundo os PCNs (1999, p.22), confere uma nova identidade ao Ensino Médio, permitindo ao estudante integrar-se à vida comunitária e ter consciência dos seus direitos e deveres. Uma educação mais ampla e reflexiva conduzirá o aluno ao exercício da cidadania. É importante ressaltar que esta preocupação em contextualizar os conteúdos tratados no Ensino Médio não tem apenas um fim instrumental e utilitário. Também se pretende oferecer aos alunos uma visão atual do mundo, para que conheçam as tecnologias avançadas e as teorias que as sustentam. Não é preciso acrescentar novos conteúdos ao currículo e sim, investir na formação dos professores, capacitando-os a desenvolverem práticas pedagógicas interdisciplinares de qualidade.

Entre as experiências que vivemos e que requerem reflexão e ética está o ensino de Biologia. Os avanços da ciência e tecnologia, fazem da informação um processo rápido, que muitas vezes gera conflitos, pois dificulta o equilíbrio entre os valores socialmente aceitos, os interesses individuais, suas crenças e seus próprios valores. As dúvidas sobre ética aparecem durante as discussões em sala de aula, quando o aluno se depara com uma situação nova. Segundo Rios (2001), sob uma visão greco-latina, a ética não designa só o costume, mas a reflexão sobre o costume, a maneira de pensar e agir de um povo e de uma sociedade. Da reflexão sobre os costumes surgem os valores, usados para qualificar as condutas, para dar significado ao mundo. Dos valores surgem as leis e as convenções se instalaram entre os povos, ditando formas de agir aceitas socialmente, para que possam conviver.

A autora afirma que o trabalho docente competente busca recursos no próprio docente e no entorno. Basta senso crítico e bom senso. Deve ter sempre consciência e compromisso com as necessidades éticas do contexto social em que vive e trabalha. Confirmando a proposta da autora, Zabala (1998), propõe a reflexão sobre a prática pedagógica, fundamentada em dois referenciais teóricos: a função social do ensino (que cidadão quero formar) e saber como se aprende (psicogênese). Com base nestes referenciais são planejadas a aplicação, avaliação e a reorganização da seqüência de atividades, sempre considerando o contexto educacional. Essas tendências apontadas em Rios (2001) e Zabala (1998) confirmam a importância

de trabalhar como professor-pesquisador. Segundo Alarcão (2003), é o professor que reflete sobre a circunstância e constrói o conhecimento a partir do pensamento sobre sua própria prática.

Grande parte dos professores que atuam hoje se formou numa escola que se calava, só ouvia, chamada por Moreira (1989) de escola do silêncio. São estes profissionais que encontram dificuldades em não reproduzir o modelo de ensino-aprendizagem que viveram. Atualmente, no ambiente de ensino, trabalha-se em equipe e, consequentemente, na escola reflexiva, há o professor reflexivo e o aluno reflexivo. Para isso, o professor deve saber estimular no aluno a autonomia, o diálogo, o debate de idéias, o trabalho colaborativo e o espírito crítico. Ele, por sua vez, deve sistematizar as observações e pensar criticamente sobre elas.

## A NATUREZA DA INVESTIGAÇÃO

Esta pesquisa foi desenvolvida no ano de 2002, com um grupo de 18 alunos do 3º ano do Ensino Médio de um colégio confessional. Esses alunos foram escolhidos por estarem envolvidos com os estudos de Genética e por se interessarem pela discussão de assuntos polêmicos, para adquirir argumentos para os exames vestibulares.

Para esta pesquisa utilizamos a abordagem qualitativa que, segundo Minayo (1997), trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes. Isso corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos, que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis, como o faz a pesquisa quantitativa. A abordagem qualitativa busca os significados das ações humanas, que não podem se limitar a uma equação. Porém, numa pesquisa científica, os tratamentos quantitativos e qualitativos dos resultados podem se complementar, enriquecendo a análise e as discussões finais.

Na investigação qualitativa aplicada à educação, denominada por Bogdan e Biklen de investigação pedagógica, o investigador é um professor, que pretende usar a abordagem qualitativa para melhorar seu trabalho. Os autores justificam o uso da perspectiva qualitativa na investigação pedagógica porque para eles, todas as pessoas têm potencial para mudar o meio, a si mesmo e tornarem-se agentes de mudança. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), os sociólogos e antropólogos já utilizavam esse tipo de abordagem há um século, mas não com o nome de investigação qualitativa. Os fenômenos estudados são avaliados mediante sua complexidade e o seu contexto natural. A abordagem qualitativa privilegia a compreensão dos comportamentos, a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, no contexto ecológico natural, analisando pormenores descritivos relativos a pessoas, locais e conversas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos alunos, por meio de estudos qualitativos, é possível ver a dinâmica interna do processo. Isso seria imperceptível ao professor se ele fosse um observador externo. Por isso são usados vídeos, transcrições de entrevistas, rascunhos de artigos e registros rigorosos de como as pessoas interpretam os significados.

Esta pesquisa teve como estratégia a investigação em ação, por meio nossas observações de modo participativo. Nela se estabelecem os ciclos ação-observação-reflexão, culminando em uma intervenção. A classificação da pesquisa como etnográfica se justifica pelo trabalho realizado com um grupo fixo, durante quase um ano, dentro de um ambiente escolar, com projeto político-pedagógico bem definido, num contexto educacional amplo. A estratégia de investigação em ação requer que o professor-pesquisador exerça, ao mesmo tempo, o papel subjetivo de participante e o papel objetivo de observador.

## Procedimentos e estratégias adotadas

A estratégia para estimular a reflexão crítica foi a polêmica em torno da manipulação do DNA, trabalhada com atividades diversificadas, planejadas, selecionadas e submetidas a várias ações. Essas ações possibilitaram a observação e reflexão sobre o processo. Os resultados de cada atividade/ação realizada pelos alunos, durante a pesquisa, foram analisados

segundo uma abordagem descritiva. A partir das descrições, foram identificadas categorias de respostas, organizadas, para confrontar os dados.

## **Desenvolvimento, sistematização e reflexão sobre as ações.**

O cotidiano de uma sala de aula nos mostra que não existe um método ideal de trabalho pedagógico. As razões para essa conclusão se devem à complexidade do processo educativo, caracterizado por diferentes fatores institucionais e do meio. O mesmo acontece com as idéias, valores e hábitos pedagógicos. Um mesmo tema pode ser abordado de modo diferente, conforme o enfoque dado pelo professor e o tipo de intervenção que ele faz. Segundo Zabala (1998), reconhecer a função social do ensino e o papel atribuído aos cidadãos, em um projeto de sociedade, é o caminho para julgar um modelo de intervenção educacional. Ao estabelecer a concepção social do ensino, são determinadas as intenções educativas, aquilo que se pretende para os cidadãos em formação, e a posição ideológica da qual se pretende partir, isto é, em qual aspecto do ensino-aprendizagem terá maior ênfase.

Neste trabalho, o Ensino de Biologia foi um meio para socializar e desenvolver cidadãos atuantes e comprometidos com a melhoria da sociedade. Portanto, enfatizamos os conteúdos que envolvem valores, normas e atitudes. A seguir, são apresentadas a sistematização dos dados e as reflexões sobre as ações desenvolvidas pela ordem do processo:

### **Ação 1 - Aplicação da questão aberta inicial**

*Hoje os cientistas já estão conseguindo manipular o DNA. Na sua opinião, que consequências isso pode trazer para a sociedade?*

O objetivo da questão aberta inicial foi levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as consequências da manipulação do DNA pelos cientistas. As respostas foram analisadas e categorizadas. Nas respostas dos dezoito alunos, aparecem 56 consequências positivas e 44 consequências negativas sobre a manipulação do DNA. Cada aluno emitiu mais de uma opinião, por se tratar de uma pergunta aberta. As respostas foram organizadas em tabelas, por categorias boas ou ruins segundo critérios pessoais de cada aluno. Depois seriam classificadas por grupos de significados, numa tentativa de reunir as idéias dos alunos que tenham o mesmo sentido. As opiniões classificadas como consequências boas foram reunidas em seis grupos.

Em ordem decrescente, o maior número de alunos (46,5%) acredita que a manipulação do DNA pelos cientistas pode trazer melhorias para a saúde humana; o segundo maior grupo (14%) aposta em melhor qualidade de vida, com avanços tecnológicos na produção e conservação de alimentos; o terceiro grupo (12,5%) pensa na imortalidade a partir da cura das doenças, na clonagem de entes queridos, na criação de um ser perfeito e na satisfação da vaidade humana. O quarto grupo (11%) vê vantagens quanto à reprodução, à garantia de saúde dos bebês; o quinto grupo (9%) aponta o avanço no conhecimento científico e sua aplicação; o sexto grupo (7%) acredita na importância das discussões pelas comissões de Ética e no envolvimento da população em geral.

Nesta primeira arguição percebemos a tendência dos alunos em pensar primeiro nas vantagens ligadas à manutenção da vida. Em contraponto, a menor porcentagem de opiniões aparece dentro de uma categoria que envolve o esclarecimento da população e as comissões de ética como órgãos moderadores das práticas da engenharia genética. Esses resultados mostram que os alunos receberam informações sobre engenharia genética através dos meios de comunicação. Conhecem o tema, atrelado à questão da melhoria da qualidade de vida, mas desconhecem a possibilidade e o direito de participarem, como cidadãos comuns, para esse tipo de decisão. As novas tecnologias na área da genética trazem numerosas questões sociais e éticas para serem discutidas e resolvidas pelos cidadãos, que hoje são nossos alunos.

As consequências “ruins” também foram organizadas em oito grupos. O maior deles (41%) sinaliza a crise de valores e agrega opiniões que se referem à ética, à religião, ao futuro dos embriões congelados. Também questionam sobre a postura das famílias que tenham filhos doentes que necessitam de células-tronco para tratamento. O segundo e o terceiro

grupo referem-se a técnicas imperfeitas e, consequentemente, aos resultados imprecisos (13,5% cada) em que questionam sobre o envelhecimento precoce da ovelha Dolly e sobre a possibilidade de clones humanos monstruosos. O sexto grupo refere-se à ambição e vaidade humana, ao patenteamento de genes humanos como se fossem propriedades dos pesquisadores, à pressa dos pesquisadores em serem os primeiros a ousar para obter fama. O quarto lugar agrega dois grupos, com a porcentagem de 7% cada, e questiona sobre aspectos emocionais envolvidos neste processo de dominação e descobertas, sobre as mutações nos vegetais geneticamente modificados e o descontrole sobre o meio ambiente. O quinto grupo trata do preconceito contra os clones humanos, as limitações impostas pelos testes genéticos nas empresas e planos de saúde. E, finalmente, o oitavo grupo refere-se à degeneração social e ambiental como consequência do prolongamento da vida, com o aumento da miséria e falta de espaço para se viver bem. O fato que chama atenção é a preocupação com a Ética e a Religião, que aparecem com grande peso nas categorias ruins.

A análise comparativa entre as categorias boas e ruins sobre a manipulação do DNA indica a necessidade de iniciar a alfabetização científica, incluindo-a no currículo da Ciência no Ensino Médio, conforme propõem Wood-Robinson (1998), em suas investigações sobre o ensino da Genética. Para estes autores, por meio da educação científica é possível preparar cientistas e técnicos para atuarem na área econômica do país. Propicia uma formação científica aos estudantes para que sejam capazes de atuar, principalmente, na área social, discutindo e decidindo sobre questões que venham a afetar suas vidas e, até mesmo, a sociedade em geral. Para melhor conduzir a educação científica e orientar a prática pedagógica, as questões que nos orientam referem-se ao tipo de formação científica que se pretende e quais atitudes um indivíduo cientificamente formado deve ser capaz de tomar.

Ainda segundo os autores, os conhecimentos científicos podem ser usados para fins utilitários, democráticos e culturais. A visão utilitária do uso dos conhecimentos sobre Genética moderna refere-se ao uso dos conhecimentos científicos pela população, de modo prático e útil. Por exemplo, um casal que deseja constituir família, deverá saber que decisão tomar depois de receber um aconselhamento genético, ou o resultado de um teste específico. A visão democrática propicia aos indivíduos o uso de seus conhecimentos científicos para participar de debates e tomar decisões. . A visão cultural, por sua vez, é mais ampla e pretende que os estudantes e os cidadãos entendam a Ciência como um benefício para a sociedade moderna. A História da Ciência, neste caso, é um fator importante para a alfabetização científica, porque leva os alunos à reflexão. Com relação à Genética, a visão cultural pretende que os cidadãos conheçam melhor o Projeto Genoma Humano, seus propósitos científicos e custos, valorizando a informação.

A comparação das categorias boas e ruins permite uma reflexão a partir das porcentagens das respostas. Entre os alunos ainda predomina a visão utilitária da Ciência, apontada pelas porcentagens altas, relacionadas à melhora na saúde humana (46,5%), melhora na qualidade de vida (14%) e garantia de reprodução (11%). Em segundo lugar aparece a visão cultural, indicada pela preocupação com as técnicas e resultados imperfeitos (13,5%), a produção do conhecimento científico (9%) e as mutações possíveis (7%). Por último, apontada por pequenas porcentagens, aparece a visão democrática, que diz respeito aos esclarecimentos necessários para que a população atue éticamente (7%), os preconceitos genéticos (4,5%), os cuidados com o ambiente e a sociedade (2%). Outro dado importante é que a religiosidade aparece em tópicos como crise de valores, aspectos emocionais e vaidade. A religiosidade é uma característica forte entre os alunos e parece se relacionar com ideais de verdade, de boa conduta e busca do bem, assim como se manifestavam desde a Antigüidade entre os filósofos, segundo Valls (1995).

As análises dos registros produzidos pelos alunos indicam seus níveis de compreensão atual sobre a Genética, conhecimentos sobre novas tecnologias, dúvidas e opiniões sobre novas questões. Apontam também um caminho para o aprimoramento da prática pedagógica, relativa ao Ensino de Ciências. É evidente que um indivíduo com mais conhecimento tem melhores condições de refletir e tomar a decisão mais sensata. Então, a escola deve garantir uma educação científica de qualidade, por meio de uma prática pedagógica que informe e dê autonomia aos alunos para que eles possam refletir sobre a utilização desses conhecimentos na vida diária.

## Ação 2 - Leitura e interpretação de texto

Um texto escrito por Fátima de Oliveira (1977), professora de Bioética da Universidade de São Paulo, foi lido e interpretado pelo grupo de alunos da escola onde se realizou a pesquisa. O texto escolhido para iniciar esta atividade foi baseado num trecho de uma crônica escrita por Luís Fernando Veríssimo que, apesar de cômico, induz o aluno a refletir sobre a realidade e as possibilidades futuras da Engenharia Genética. O objetivo desse texto foi mobilizar certos conhecimentos que já haviam sido apresentados na atividade anterior, preparando-os para o debate, cujo mote era estimular a expressão de idéias, a argumentação dos alunos e a busca por novas informações. O fragmento que inspirou a autora segue abaixo:

Você talvez tenha se dado conta, irmão. O homem começou a ficar obsoleto. Você, eu não sei, mas já estou me sentindo como um disco de vinil. Teoricamente, o espermatózóide perdeu sua função no mundo. Estábamos no mundo para fazer espermatózóide. A Capela Sistina, a Nona Sinfonia, a Itaipu Binacional, tudo foi produção secundária, tudo bico. Nossa missão era fornecer espermatózoides; nossa missão acabou.

Depois de lerem o texto, incentivamos os alunos a falarem sobre suas expectativas em relação a cura de doenças, os clones e a mídia, a curiosidade dos cientistas e os conflitos que devem enfrentar como pesquisadores. Também discutiram sobre os limites da Ciência, seus medos pessoais e a Bioética, ainda desconhecida por alguns. Nessa aula fui mediadora do debate - provocando-os para saber suas opiniões e acalmando-os quando se exaltavam com as opiniões divergentes - e como relatora, anotando suas falas.

Podemos observar a riqueza da discussão do texto e como estas aulas têm sido prazerosas. Os alunos aproveitaram esse espaço nas aulas de Biologia, tendo a Genética como tema, para articular outros ramos do conhecimento que permeiam a Ciência e a Sociedade. As opiniões dos alunos são firmes e alguns são arrojados, mas a maioria está bastante presa aos valores religiosos ao afirmar *que só Deus pode criar*. Eles opinam e argumentam, mas preocupam-se com a postura dos cientistas. Suas inquietações se fundamentam, sobretudo, no fato de o pesquisador ser humano e, portanto, passível de erro. Os alunos questionavam se todo pesquisador é um cidadão com boa formação de caráter. Eles concordaram que a tecnologia do DNA é uma realidade. Acreditam que a cura para alguns males virá e que tudo isso pode ser benéfico, mas lembraram que o cientista é humano, que o ser humano falha e que o desconhecido lhes causa medo. Isso fica claro quando se discute sobre os *valores humanos*. Encontramos referências a este tipo de preocupação em Morin (2000 p.42), quando diz ser preciso encontrar uma nova ética, a ética da responsabilidade.

De acordo com o autor, este seria um momento importante para intervir. Afirma que, a um bom profissional, não bastam as informações, ele deve participar, paralelamente, da formação do caráter do indivíduo. Esta intervenção se baseou nos referenciais propostos por Farah (2000), Morin (2000) e Bernard (1990).

Além do respeito ao Deus criador, aos valores humanos e às expectativas de cura, aparece com freqüência a preocupação com o aborto de embriões mal formados, a legislação do aborto, e o ritmo das mudanças na Ciência. Também se preocupam com as atitudes éticas dos pesquisadores, apesar de esperarem que sejam suficientemente arrojados. Nesta aula os alunos associaram conhecimentos adquiridos em outras disciplinas. Para enriquecer seus comentários sobre as comissões de ética, recordaram a história da fabricação da bomba atômica, suas reais intenções e as consequências que o mundo sofreu.

### Ação 3 - Debate após a projeção do filme “GATTACA”

Nesta atividade o instrumento utilizado foi um filme de ficção que, somado às aulas anteriores e às atividades já realizadas, teve o objetivo de provocar a reflexão com base na seguinte pergunta: - **Da ficção à realidade: os avanços científicos e a perfeição técnica garantem atitudes éticas ao sujeito?**

O grupo iniciou um diálogo após assistir ao filme, que projetava uma base de pesquisa futurista em que as pessoas geradas em laboratórios, por meio de manipulações genéticas, tinham suas identidades genéticas classificadas como válidas. Em pouco tempo formaram-se dois grupos de opiniões diferentes. Após o diálogo inicial, os alunos receberam um protocolo para ser preenchido individualmente. Nele, anotaram suas impressões sobre o filme e responderam a questão proposta, (citada acima em negrito). Os relatos dos alunos foram recolhidos e podemos observar que nessa atividade os alunos já estão bastante familiarizados com o assunto e emitem suas opiniões com mais facilidade. Todos querem defender

suas opiniões e, várias vezes, foi necessário intervir. Algumas vezes alguns alunos se irritavam uns com os outros por divergirem, algumas vezes. Este foi um exercício de cidadania, do ouvir e ser ouvido. Contudo, ficou nítida a divisão de opiniões em duas categorias:

a) os alunos que acharam que os procedimentos genéticos ainda não devem ser adotados, que só Deus cria e escolhe para cada um de nós o modo de ser. Essa opinião se opõe aos procedimentos mais ousados estudados pela engenharia genética;

b) os alunos que acharam que a engenharia genética poderia resolver os problemas conhecidos e que seria preciso acreditar no desenvolvimento da Ciência, apesar de ainda existirem problemas técnicos e éticos, tais como resultados imprecisos, o preconceito e a ganância.

Os alunos representantes da categoria A emitiram opiniões para tentar responder à questão proposta. Três deles têm a certeza de que só Deus é criador e que os nascimentos por manipulação genética devem ser evitados. As opiniões, favoráveis às pesquisas e ao progresso da Engenharia Genética, representaram o grupo B e vem seguido da preocupação de não se fazer nada precocemente. Os alunos deixaram implícitas em suas respostas as expectativas não só de cura, ajuda e solução de problemas diversos. Também abordaram a necessidade de mais pesquisas científicas e debates entre leigos para que toda a população seja esclarecida, não se limitando a acompanhar os relatos sensacionalistas de muitos jornais e emissoras de televisão. Mais uma vez fica evidente, segundo Wood-Robinson (1998), a importância da alfabetização científica, para que os alunos tenham argumentos que enriqueçam a discussão.

Entre os temas levantados pelos alunos durante o debate, estava a discriminação genética, bastante evidente no filme e que poderá, ser uma realidade nova e dura num futuro próximo. Da discussão sobre preconceito surgiu o questionamento sobre os planos de saúde: “*Se hoje há limitações, imagine quando uma doença tardia puder ser detectada através do exame de DNA?*”; “*Qual empresa médica venderá seguro para uma pessoa que vai adoecer aos 14 anos ou aos 40 anos?*”; “*Qual empresa vai querer雇用 um homem que irá desenvolver uma doença genética a qualquer momento?*”.

Encontramos referências à esta preocupação dos alunos nas publicações de Farah (2000). Outras preocupações levantadas por eles e discutidas por Farah, referem-se à seleção de embriões, seu uso, o posterior descarte e a legalização dos procedimentos genéticos. Foram discutidos também os limites entre ciência-religião e ciência-ética, já que o personagem principal no filme, era considerado um ser inferior por aqueles gerados através de manipulações genéticas. Note que o ser *inferior* foi gerado pelas vias normais (o ato sexual) e carregava em seu DNA as características positivas e negativas determinadas, ao acaso. Percebemos que os alunos procuraram selecionar argumentos que sustentavam seus modos de pensar. Para eles é imprescindível a necessidade de se posicionar “contra ou a favor”. Essa posição centrada em suas próprias concepções pode ser entendida como um início de conscientização das referências, pois ao jovem, posicionar-se, é primordial. É um momento de sua formação que deve ser respeitado e que servirá de base para reformulações futuras.

#### Ação 4 - O estudo sobre a Síndrome de Down

Seguindo o cronograma obrigatório do curso, estudamos **Alterações cromossômicas** e na trissomia do cromossomo 21. Alguns alunos relacionaram o preconceito das pessoas que desconhecem a Síndrome de Down ao preconceito presente no filme que haviam assistido. A partir dessa comparação, contextualizamos os conteúdos da sala de aula com a realidade dos portadores de deficiências físicas ou intelectuais, que convivem em sociedade. Como atividade complementar, foi sugerida uma pesquisa sobre os portadores da Trissomia do 21, como estratégia de aprendizagem.

O material pesquisado pelos alunos foi selecionado e preparado para a discussão final entre os três grupos. Cada grupo apresentou uma parte da pesquisa. Já conhecendo as condições biológicas, as manifestações físicas e mentais e o mosaicismo, surgiu a pergunta: “*O aborto é legal quando o feto é portador dessa síndrome?*” Devolvemos a pergunta a eles, sugerindo que pesquisassem sobre legislação do aborto no Brasil. Antes que a consulta sobre a legislação do aborto fosse

feita, eles confrontaram o valor das leis escritas pelos homens com as leis de Deus e os limites éticos da Ciência. A discussão ficou tensa quando um aluno concluiu que talvez a criança com trissomia do cromossomo 21 não devesse nascer, pois, não teria boas condições de vida, envelheceria precocemente e sofreria muito por isso. Mas a maioria dos alunos espera que a Engenharia Genética possa resolver os problemas causados pela trissomia do 21 e eliminar a síndrome. Duas alunas discordaram completamente das leis que regulamentam certos casos de aborto, confrontando-as com as leis de Deus. Argumentavam que “*só Deus dá a vida, só Deus tira a vida, nenhum pai, advogado ou médico têm esse direito*”, e classificaram o ato de antiético. Após a apresentação do trabalho, os alunos estavam motivados e continuaram discutindo sobre leis, preconceitos, direitos e deveres. Nesse momento, os objetivos da pesquisa estavam se concretizando. Quando os alunos são estimulados e envolvidos em discussões, são capazes de se posicionar, pois têm mais informações e condições de argumentar sobre o futuro da Genética para a humanidade.

Ao observar a classe durante todo o período da coleta de dados, concluímos que este modo de trabalhar os conteúdos, com as pesquisas e debates sustentados teoricamente, além de despertar novos interesses, facilita o aprendizado ao apresentar novos caminhos, levantados pelos próprios alunos, a partir de um conteúdo inicialmente obrigatório pelo currículo escolar. Estudando Genética e Biotecnologia, eles foram estimulados a ultrapassar os limites dos textos didáticos e dos exercícios dos vestibulares. Quando foram expostas às questões éticas sobre aborto e preconceitos provocados pelas diferenças entre os humanos, souberam se posicionar. A questão da religiosidade, bem desenvolvida em alguns, as questões relativas à vaidade do homem cientista para resolver problemas e também conquistar títulos ficaram nítidas.

### **Ação 5 – Aplicação da questão aberta final**

Aplicamos novamente a questão inicial, para verificar se houve mudança na postura dos alunos. As 18 respostas foram organizadas em duas categorias (consequências boas e consequências ruins), como no início dos trabalhos. O uso da questão aberta possibilitou recolher dados organizados por categorias e grupos de significados e, depois, quantificados em porcentagem. A análise inicial dos dados teve caráter quantitativo, mas seguiu uma nova perspectiva, agora qualitativa, justificada pela seguinte afirmativa:

“[...] *são os valores sociais e as maneiras de dar sentido ao mundo que podem influenciar quais os processos, atividades, acontecimentos e perspectivas que os investigadores consideram suficientemente importantes para codificar como resultados*, (BOGDAN e BIKLEN, 1994, P.229)”.

Depois de entregarem as respostas da questão aberta final, tivemos uma avaliação oral sobre a importância destas aulas, de sua contribuição para esclarecer assuntos que não estavam incluídos no currículo escolar. Além disso, havia o interesse em saber se desse modo, participativo e interativo, as atividades desenvolvidas foram mais esclarecedoras. Houve também a preocupação com a ação ética no campo da pesquisa científica e no futuro profissional destes garotos. Embora houvesse intensa participação nas atividades, não registramos mudanças significativas quanto às opiniões de alguns deles sobre os perigos da manipulação genética. No entanto, vimos por meio de suas declarações que poderão mudar de idéia se, no Ensino de Biologia, os trabalhos de esclarecimento e participação tiverem continuidade. Entre aqueles que temiam os avanços da Engenharia Genética, três passaram a defender que, se todos os passos das descobertas forem explicados para os povos do mundo, talvez deixem de temer que a humanidade corra algum risco. É possível validar a contribuição de Wood-Robinson et al (1998), ao defender a remodelagem do currículo da Ciência na Espanha para que os projetos de alfabetização científica saiam do papel. E possam também esclarecer a população jovem, para que no futuro, sejam capazes de atuar criticamente tanto na vida cotidiana como na busca de soluções para problemas sociais.

Não acreditamos que seja necessário mudar o currículo das Ciências como solução para estes alunos especificamente. É possível leva-los a trabalharem sob hipóteses alternativas e ou novas proposições teóricas a partir de debates e tendo acesso às novidades da Ciência. Podemos todos dar um salto qualitativo em nossas práticas docentes se utilizarmos tais ferramentas.

Alguns alunos acham que a Ciência é má, que o caráter do cientista pode ser facilmente corrompido pela vaidade, pela conquista e pela possibilidade de sucesso. Segundo Martin-Díaz (2002), a educação científica deve ensinar o cidadão comum a desmistificar a Ciência e o cientista. É preciso compreender que a Ciência é uma construção social sujeita a interesses políticos, econômicos e sociais, levando o jovem ao esclarecimento e ao exercício da cidadania responsável. Afinal, no futuro esses estudantes poderão ser cientistas, cidadãos comuns esclarecidos e atuantes ou até mesmo, governantes.

Três alunos mantiveram suas opiniões e afirmaram que só Deus cria e modifica onde deve haver modificação. Acham que é muito perigoso pôr na mão do homem o destino de uma raça porque o ser humano é passível de erro e vulnerável. Porém, concordaram que as pesquisas em Genética não vão retroceder, que novas descobertas virão e que só pelo bom senso, associado ao saber científico, a humanidade estará segura. Notamos um forte apelo religioso em alguns deles, marcado pela formação familiar-religiosa da maioria. Abriu-se um espaço muito rico, no qual recordamos Jacques Monod em sua aula inaugural no Colégio de France, segundo Bernard (1990), em que procuramos definir e comparar a ética científica, a moral familiar e a moral religiosa. O assunto gerou polêmica e foi levado para a aula de Filosofia, conduzida por uma professora mais bem qualificada para essa discussão.

Estas constatações nos deram a certeza de que, ensinar Biologia sob uma abordagem curricular conceitual, procedural e atitudinal é o caminho para a aprendizagem significativa dos conteúdos. Os alunos participaram com muito interesse, questionando e pesquisando para re-elaborar seus conhecimentos. Ainda segundo Zabala (1998, p.48), a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe *conhecimento e reflexão* sobre os possíveis modelos, *apropriação e elaboração* do conteúdo. Isso implica na análise dos fatores positivos e negativos, para *um maior posicionamento e envolvimento afetivo*, bem como, uma *revisão e avaliação da própria atuação*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu a elaboração de algumas considerações sobre nossa prática pedagógica. Em relação aos alunos, os objetivos foram: perceber o nível de compreensão sobre conceitos de Genética e quais atitudes começam a construir e adotar em suas vidas cotidianas, em relação aos valores que envolvem conceitos de Engenharia Genética. Através das declarações dos alunos, colhidas durante as atividades que compõem esta pesquisa, percebemos uma forte influência de crenças e valores morais e familiares. Estas influências estão enraizadas na sociedade desde os gregos e são carregadas pelas famílias como tentativa de dar início à formação e socialização dos filhos.

Os alunos também se referiam à Ética religiosa como ponto de partida para refletir e emitir suas opiniões. Essa é uma característica própria e importante deste grupo de alunos de uma escola de credo confesso. Isso demonstra a necessidade de divulgar a História da Ciência, os problemas que geraram novas descobertas, seus percursos e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como possibilidade de permitir aos alunos novas interpretações do mundo natural e social.

Sobre suas atitudes, percebemos que ainda predomina a visão utilitária da Ciência, motivada por razões pessoais. Apesar de não haver grandes alterações nas respostas depois das atividades, é possível afirmar que eles conseguiram integrar conceitos de diferentes áreas para construir um pensar reflexivo. Ainda que isso fosse evidente apenas em algumas situações. Um exemplo disso é o fato de afirmarem que as pesquisas genéticas não devem ser interrompidas, que a população precisa ser esclarecida e informada. Eles estenderam nossas discussões para as aulas de História, Atualidades e Filosofia. Percebemos o processo de construção de conhecimento científico, ainda que se desenvolva de diferentes modos em diferentes alunos. Em alguns deles foi possível observar mudanças de atitudes, através de suas respostas. Para outros, entendemos que ainda é preciso dar tempo. Ainda estão presos à Ética familiar e religiosa. Apenas conheceram um pouco sobre a Ética científica.

Observamos e avaliamos constantemente nossa prática, nossos alunos e nossa escola. Mas não temos o hábito de sistematizar esses dados ao avaliá-los. Essa mudança nos direciona para um processo de reflexão, que culmina em uma

atitude sobre a ação, um replanejamento. Ao avaliar para replanejar o professor se apóia em dados relativos aos problemas e sucessos de seus alunos, colhidos dentro do seu próprio ambiente de trabalho. Assim, podemos conduzir o processo de ensino e aprendizagem, tentando não deixar lacunas. Essa investigação confirma a importância de nós, professores, sabermos articular os conteúdos científicos obrigatórios nos currículos, reconhecer a importância das teorias de aprendizagem da Ciência, selecionar atividades diversificadas para motivar os alunos na re-elaboração das informações. Também deve ser considerado como nossos alunos vêm o mundo. Ao adotar a prática da investigação em ação o professor irá sistematizar sua prática e, ainda que seja trabalhoso, ampliará o domínio dos conteúdos. Terá agilidade para perceber tendências e as dificuldades dos alunos, uma vez que os problemas se delineiam durante o processo, além de boa vontade para planejar atividades desafiadoras e persistência para anotar diariamente os aspectos observados. Ao fazer anotações sobre sua prática e os resultados apresentados pelos alunos, o professor tem em mãos um material rico para refletir e mudar quando for necessário.

Destacamos ainda, o trabalho interdisciplinar constituído ao longo da pesquisa. Conforme desenvolvíamos as atividades, surgiam interesses diversos. Para satisfazê-los, fizemos algumas pesquisas e procuramos a ajuda dos professores de Química, História e Atualidades para discutir sobre as intenções da Ciência e dos cientistas na descoberta da Energia Atômica, que resultou na construção da bomba atômica e também, na influência da tecnologia sobre a sociedade. Com esse tema, os alunos debateram sobre caráter, ética e religião. A professora de Filosofia orientou as discussões sobre Ética humana, Ética religiosa e Ética científica.

Neste trabalho construímos nossa própria concepção de interdisciplinaridade. Buscamos ajuda de nossos colegas para compreender o mundo e complementar nosso trabalho pedagógico. Essa forma de pensar e agir nos torna professores cada vez mais responsáveis. A produção científica na área da Genética é grande e a veiculação de notícias é rápida. Cabe aos professores de Biologia, divulgar corretamente as informações científicas, atreladas aos conteúdos obrigatórios do ensino de Genética, dando-lhes significado e facilitando o aprendizado dos alunos. Acreditamos que, através desse processo, seremos capazes romper com o velho paradigma de ensino, por transmissão e recepção. Recomendamos, no Ensino de Ciências, essa prática para que os professores se aproximem, enriqueçam seu trabalho, dialoguem, continuem a aprender enquanto ensinam e sejam reflexivos. É possível ensinar Biologia e Ética estimulando áreas importantes para a formação pessoal do aluno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORNO, T. W. HORKHEINER, M. **Dialética do esclarecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.
- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- BERNARD, J. **Da biologia à ética: Novos poderes da ciência novos deveres do homem ...** Portugal: Publicações Europa-América, LDA.,1990.
- BOGDAN. R.C.; BIKLEN. S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Lei nº 9.394/96, **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, aprovada na Câmara Federal em 17/12/96 e sancionada pelo Presidente da República em 20/12/96, Brasília, 1996(mimeo).
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1999, 364p.
- COHN, G. **Evolução após Auschwitz**. In: ADORNO,T. Ática, 2.ed. 1994.
- FARAH, S. B. **DNA – Segredos e mistérios**. São Paulo: SARVIER, 2000.
- FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora FUNDUNESP, 1995.
- GIL-PÉREZ, D.e CARVALHO, A M.P. **Formação de professores de ciências- tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2001

- MARTÍN-DÍAZ, M.J. **Enseñanza de las ciencias? Para qué?** Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol.1, n.2. 2002. Disponível em: [www.saum.uvigo.es/reec/volumenes.htm](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes.htm)
- MINAYO, M.C.S. (org). **Pesquisa social** - teoria, método e criatividade. 18 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.
- MOREIRA, S.G. **Da clínica à sala de aula**. São Paulo: Loyola, 1989.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- OLIVEIRA, F. **Bioética** - uma face da cidadania. São Paulo: Moderna, 1977.
- REALE, M. **Pluralismo e liberdade**. São Paulo: Saraiva, 1963.
- RIOS, T. A **Ética e competência**. 11.ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- SEVERINO, A . J. **A filosofia contemporânea no Brasil** – conhecimento, política e educação. Petrópolis: Vozes, 1997.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora Unesp. **Normas para publicações da UNESP**. São Paulo: Editora UNESP, 1994, 4v.
- VALLS, A. L. M. **O que é Ética**. São Paulo: Brasiliense, 5.ed., 1995.
- WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J.; DRIVER,R. **Genética y formación científica**: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. Enseñanza de las ciencias, v.16 n.1,p.43-61, 1998.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

DATA DE RECEBIMENTO: 30/04/05

DATA DE APROVAÇÃO: 25/09/05