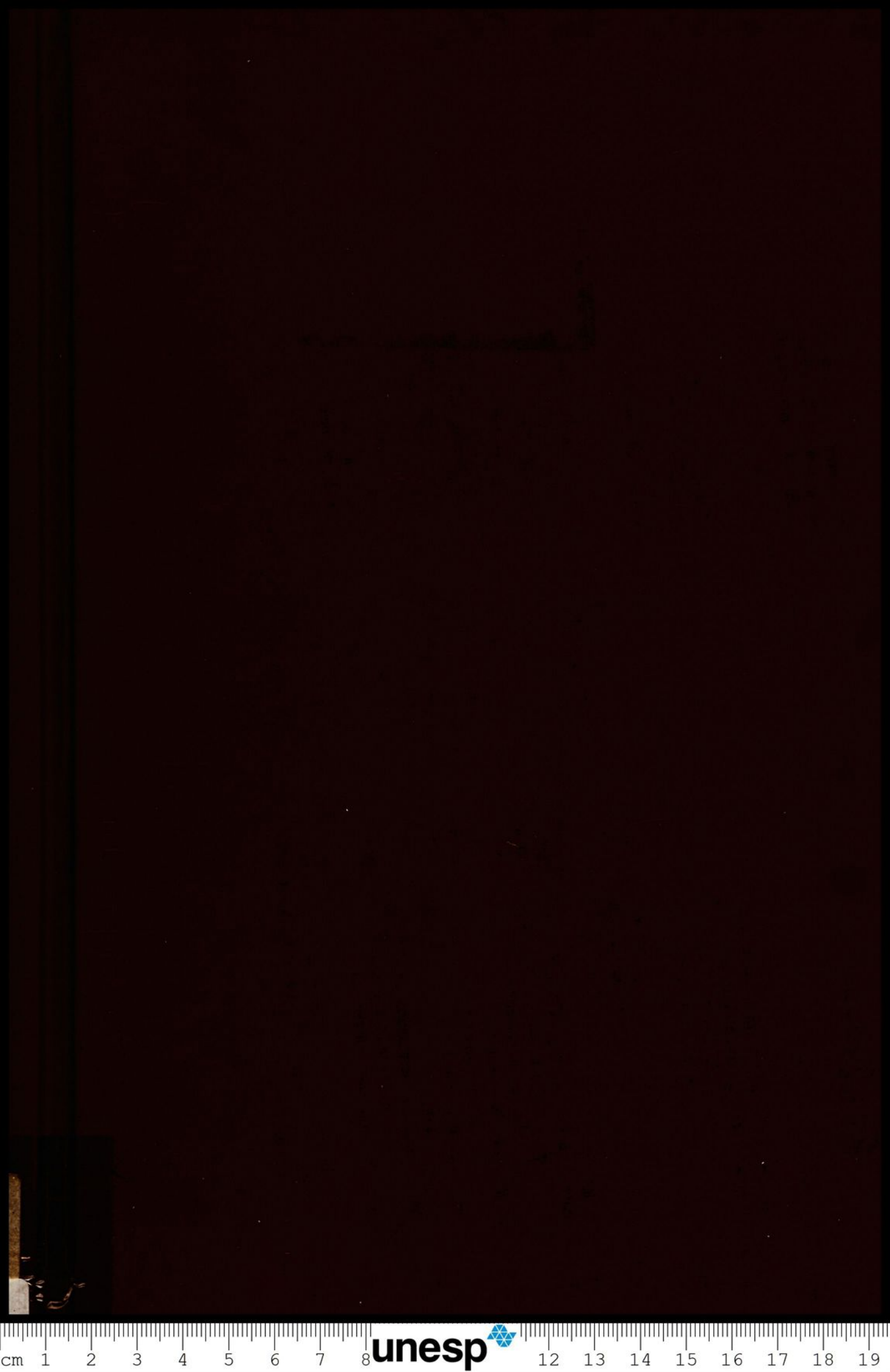


Número de chamada
Clas. T/UNESP
PHA. B467b
Tombo nº. 1.244

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus Universitário de Bauru
Faculdade de Ciências
Departamento de Educação

SANDRA BEVILAQUA

BIBLIOTECA UNESP CAMPUS BAURU

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

Bauru, 2003

Ed. Orgs. - 70800006. Educação
T/UNESP
B467b

SANDRA BEVILAQUA

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

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Orientadora: Drª Ana Maria de Andrade Caldeira

Bauru/ 2003

unesp

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Bevilaqua, Sandra
Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema GENOMA/DNA. / Sandra Bevilaqua. - - Bauru: [s.n.], 2003.
104 f.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, 2003.

1.Formação de professores. 2. Ensino de ciências. 3. Professor-pesquisador. 4. Alfabetização científica. I – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II - Título.

SANDRA BEVILAQUA

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

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Banca Examinadora:

Presidente e Orientadora: Profª Drª Ana Maria de Andrade Caldeira
Instituição: Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru.

2º Examinador: Profª Drª Célia Margutti do Amaral Gurgel
Instituição : Universidade Metodista de Piracicaba.

3º Examinador: Profº Dr. Jehud Bortolozzi
Instituição : Universidade Estadual Paulista - Campus Bauru.

Bauru, setembro de 2003.

unesp

Dedico esta pesquisa aos meus pais, Francisco e Zélia, por terem me ensinado desde criança a valorizar o estudo e o trabalho.

Dedico também aos meus filhos, Pedro e Júlia, pelo brilho de seus olhos incentivando-me a continuar.

AGRADECIMENTOS

- `A Profª Drª Ana Maria de Andrade Caldeira que, orientando, exigiu sempre mais e melhor;
- Aos professores deste curso de Pós-Graduação Fernando, Renato, Mizael, Caluzi, Cláudio e Nardi;
- Aos colegas professores, à diretora, à orientadora e à coordenadora pedagógica do Colégio onde realizei a pesquisa;
- Às amigas Dilma Moreira e Suzana Bucalon pela colaboração especial;
- Aos meus alunos (3ª ano do Ensino Médio/2002), pela participação com alegria, pela colaboração e pelo crescimento que a mim proporcionaram.
- A Ione e Jeter pelo amor e amparo sinceros.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 10

2 BIOLOGIA E ÉTICA: ALGUNS SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DO DNA/ GENOMA HUMANO

2.1 A construção histórica da Biologia 15

2.2 Os estudos do Genoma Humano/ DNA – 50 anos de história 17

2.3 O surgimento da Bioética 24

2.4 Sobre a Ética do DNA 33

2.5 A Ética aplicada à Educação 40

3 PROCEDIMENTOS TEÓRICO – METODOLÓGICOS DA PESQUISA

3.1 A natureza da investigação 47

3.2 Procedimentos e estratégias adotadas 51

4 DESENVOLVIMENTO, SISTEMATIZAÇÃO E REFLEXÕES SOBRE AS AÇÕES

Ação 1 – Aplicação da questão inicial aberta 53

Ação 2 – Leitura, interpretação e debate sobre o texto "O que vem agora, clones humanos" 63

Ação 3 – Atividade prática: a construção do modelo de DNA 68

Ação 4 – Debate após a projeção do filme 'GATTACA' 69

Ação 5 – O estudo sobre a Síndrome de Down 75

Ação 6 – Aplicação da questão aberta final 77

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 83

REFERÊNCIAS.....87

ANEXOS.....90

BEVILAQUA, S. **Biologia e Ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA.** 2003. 104 f.
Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2003.

RESUMO

A produção científica e tecnológica das últimas décadas tem modificado o homem e o mundo em que vive. As implicações sociais, políticas e éticas destes avanços que afetam a sociedade foram trabalhadas junto aos alunos do Ensino Médio, nas aulas de Biologia, de modo contextualizado. 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 que possibilitaram compreender as idéias e atitudes dos alunos, seus valores e suas crenças. A análise da prática pedagógica para a formação de professores mostrou a importância da investigação em ação como uma alternativa para se trabalhar de modo reflexivo. Assim é possível melhorar a qualidade das aulas para a formação de alunos críticos e atuantes, capazes de tomarem atitudes bem pensadas em sua vida pessoal e profissional.

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

BEVILAQUA, S. **Biologia e Ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA.** 2003. 104 f.
Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2003.

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.

Keywords: pegagogical pratice, teacher´s graduate, scientific education.

1 INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por intensa produção científica e tecnológica, em que o homem modifica o mundo em que vive. Com essas mudanças, surgiram questionamentos relacionados à valorização da vida, à Ética nas relações humanas e à qualidade de vida em relação ao desenvolvimento tecnológico e sua aplicação.

O avanço da Ciência produz grande quantidade de pesquisas e informações veiculadas por todos os níveis de divulgação, científicas ou não. Dentro desse conjunto de informações localizam-se aquelas que afetam diretamente a vida humana. Aliado a esse universo, estão as decisões que o indivíduo e a coletividade precisam tomar e que, muitas vezes, apoiam-se em conhecimentos cuja origem e compreensão fogem de suas possibilidades.

Pesquisadores do Ensino de Ciências têm destacado a necessidade de educar o homem para exercer uma cidadania responsável. Essas afirmações são justificadas nos documentos que compõem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1999). É na escola, ambiente cultural apropriado, que deve ocorrer o início de um processo que permita aos cidadãos obter informações e desenvolver a capacidade crítica, através da alfabetização científica, conforme a proposta de Wood-Robinson et al.(1998) e Martins-Díaz, (2002).

Alguns professores têm concepções errôneas sobre a Ciência e as transmitem aos seus alunos. Esta deficiência relaciona-se à formação de professores e deve ser repensada e reestruturada, a fim de otimizar a prática pedagógica, segundo Gil-Pérez e Carvalho (2001). Para os autores, a prática pedagógica de qualidade se baseia no currículo escolar e, principalmente, na formação inicial e permanente dos professores de Ciências. Ainda, a formação inicial e permanente de professores contempla aspectos como, a ruptura com visões simplistas sobre o ensino de Ciências. São requisitos necessários: o conhecimento da matéria a ser ensinada, a substituição do pensamento docente de senso comum sobre o que é ensinar Ciência



(adquirida quando eram alunos), uma sólida fundamentação teórica para saber analisar criticamente o ensino tradicional, ter competência na preparação das atividades, orientação dos trabalhos dos alunos, na avaliação e na atuação como professor-pesquisador.

Na condição de professora de Biologia do Ensino Médio, tenho observado, ano após ano, o interesse que as notícias relacionadas ao Projeto Genoma Humano e as terapias gênicas despertam nos alunos. A rapidez e facilidade de obter informações nos meios de comunicação não bastam. Sem uma orientação adequada, é difícil selecionar, interpretar e usar tais informações para a construção de um conhecimento escolar de qualidade.

Para evitar a vulgarização da Ciência, causada, conforme Fourez (1995), pela divulgação sensacionalista de notícias pela mídia, senti-me desafiada a pesquisar uma estratégia de ensino que trabalhasse, ao mesmo tempo, a informação e a formação dos alunos. E foi dessa maneira que surgiu esta pesquisa, dentro da minha sala de aula, evidenciando a importância de trabalhar de modo reflexivo, (Schön, 1992 e Zabala,1998).

Com o objetivo de estimular o interesse e a curiosidade dos alunos, iniciei um conjunto de atividades intitulado *Projeto Genoma*. Utilizei como material de estudo e pesquisa para as aulas de biologia artigos, revistas, livros e documentos da internet. Após consultar o material e levantar as opiniões dos alunos sobre as conseqüências da manipulação do DNA, nós iniciamos um processo de estudos baseado em atividades diversificadas. Esse processo resultou em debates e relatos, cujo conteúdo está registrado e avaliado nos capítulos que se seguem.

No decorrer do ano letivo de 2002, paralelamente aos conteúdos obrigatórios, seguiram-se as atividades especiais programadas para esta pesquisa, que a cada dia foram entusiasmando os alunos, enquanto refletiam e discutiam após a exposição de cada grupo. Observei que os alunos tornavam-se seletivos, procurando expor seus pontos de vista e fazendo questão de reafirmarem sua formação religiosa. Por outro lado, outros conseguiam enriquecer



os debates com assuntos estudados nas aulas de Filosofia, ressignificando questões que talvez fossem esquecidas, se não houvesse possibilidade de relacioná-las com a nossa realidade.

Durante o processo percebi que a crítica e o interesse dos alunos cresciam. Isso me deu segurança para investigar a idéia inicial do projeto de pesquisa que havia apresentado ao programa de Pós-Graduação. Ou seja, investigar, através da minha prática docente, como se dava a compreensão e atitudes dos alunos do Ensino Médio sobre a relação Biologia e Ética, a partir dos estudos do DNA/Genoma Humano em sala de aula.

O Ensino de Biologia e, em particular a Genética, favorecem essas reflexões porque envolvem conteúdos conceituais pertinentes. Além do que, estamos passando por um período de rupturas sociais, científicas, políticas e econômicas que afetam diretamente aos homens e suas tomadas de decisões a respeito dos problemas sociais. Nas aulas de Biologia articulamos saberes históricos seculares como conhecimento, saber e dominação. Durante minhas práticas de ensino, procuro enfatizar que a Ciência não é neutra, pois está intimamente ligada aos processos político e econômico de um país ou instituição. Também destaco que a Ciência não é infalível, pois se trata de uma construção humana suscetível de erros e em constante mudança. A verdade científica que responde às dúvidas de hoje, já não será suficiente para responder questões do futuro. Por isso, reforço a visão histórica da Ciência, para não oferecer aos alunos conhecimentos prontos e acabados. Procuro demonstrar quais os problemas que propiciaram sua construção, como esses conhecimentos têm evoluído e quais as rupturas que provocou. Outra preocupação que tenho na minha abordagem, é desfazer a concepção elitista da Ciência, na qual o conhecimento científico aparece como obra de gênios, cientistas inatingíveis. Procuro deixar claro o trabalho de equipes científicas, seu envolvimento social e sua responsabilidade quanto à Ciência, Sociedade e Tecnologia.

unesp

Assim, esse processo tem revelado que investigar e refletir sobre a própria prática é, de fato, um grande campo de estudo para professores de quaisquer áreas de conhecimento. O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos, descritos a seguir:

No Capítulo 02 – *BIOLOGIA E ÉTICA: ALGUNS SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DO GENOMA HUMANO/DNA* - relato o surgimento da Biologia como ciência, tendo como ponto de partida os estudos e observações dos filósofos gregos. Ao resgatar um pouco da história da Biologia, chegamos aos dias de hoje com o surgimento da Biologia Molecular e os estudos do DNA, seus avanços, suas possibilidades e, conseqüentemente, as questões éticas que evoca. Na seqüência, apresento um conceito de Ética que vem permeando a história da humanidade, as pesquisas, a escola e o Ensino de Ciências, a Bioética e o surgimento das Comissões Éticas como espaços para debate e reflexão sobre a produção científica no mundo atual. Este capítulo termina com referências às tendências muito modernas da Ética aplicada à educação.

No Capítulo 03 – *PROCEDIMENTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA* – descrevo a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa. Trata-se da abordagem qualitativa que, segundo Minayo (1997), trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, como fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis, como o faz a pesquisa quantitativa. A pesquisa qualitativa responde a questões que não podem ser quantificadas, como no caso da Educação, das Ciências Humanas e, deste caso em particular, em que as opiniões pessoais dos alunos são o material de análise. Nesses termos, meus procedimentos foram fundamentados na pesquisa qualitativa, na qual atuei, como observadora participante, seguindo orientações tais como: planejamento da ação, reflexão sobre a ação, avaliação e replanejamento da ação.

Bogdan e Biklen (1994) denominam este tipo de pesquisa de investigação pedagógica, por referir-se à Educação e ter um professor como investigador. A investigação

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

pedagógica beneficia o aluno e tem por objetivo promover mudança individual, através da educação. Esta investigação pedagógica qualitativa é de natureza etnográfica pelo fato de o professor-pesquisador estar inserido no ambiente onde ocorre a ação. Portanto, está apoiada na investigação em ação, praticando a observação participante. Neste capítulo também são descritos os procedimentos e estratégias adotados, assim como o local e os sujeitos da pesquisa.

No Capítulo 04 – *DESENVOLVIMENTO, SISTEMATIZAÇÃO E REFLEXÕES SOBRE AS AÇÕES* – estão relatadas as ações programadas para a coleta de dados, sua organização em tabelas, quadros e gráficos, os comentários pertinentes a cada atividade realizada.

No Capítulo 05 – *CONSIDERAÇÕES FINAIS* – apresento minhas reflexões e sugestões de uma professora que enfrentou o desafio de investigar e refletir sobre sua própria prática.

A justificativa para este estudo se explica pelas expectativas sobre o futuro das pesquisas genéticas, que nos fazem repensar a função da escola na sociedade e do Ensino de Ciência que, a partir de seus conteúdos programáticos, pode contribuir para a formação do homem, segundo a LDB/96, na sociedade tecnológica.

Assim, ocupei-me em pesquisar como a escola vem praticando o esclarecimento, conforme Adorno (1985), e como poderemos, na qualidade de docentes, formar um educando para a autonomia, para a reflexão e compreensão do outro.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

2 BIOLOGIA E ÉTICA: ALGUNS SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DO GENOMA HUMANO/ DNA

2.1 A construção histórica da Biologia

Nos relatos de Graupner (1963), encontram-se referências que colocam a Grécia como o berço das Ciências naturais e dos primeiros biólogos. Num determinado momento da História da Filosofia a Ciência se desprende dos raciocínios filosóficos, ganha força e passa a caminhar por si mesma, alcançando um grande desenvolvimento. O olhar contemplativo já não basta para os cientistas da época. Não basta pensar sobre os fenômenos observados, surge a ciência experimental. A Ciência caminha em função dos novos tempos, tornando-se mais prática e tecnológica.

O termo *Biologia* aparece pela primeira vez, segundo Graupner, em 1802, na obra *Biologia ou filosofia da vida natural,* do naturalista e médico alemão Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837). O termo foi logo adotado por Jean-Baptiste de Monet Lamark (1744-1828), na França. O começo dessa ciência confunde-se com o começo da história natural, da medicina, das observações e compreensão dos fenômenos naturais. A partir do século XVII, inicia-se o estudo das ciências naturais. Com o surgimento dos primeiros microscópios, a Biologia foi se desenvolvendo e surgiram novos ramos, como microbiologia, a citologia e a embriologia e, mais recentemente, a genética.

Prestes (1997), diz que Treviranius e Lamark em 1802 sugeriram o termo *Biologia*, para referir-se ao estudo do fenômeno vivo e a definiram como a ciência da vida. Em 1830, o termo Biologia já era reconhecido e empregado em vários países.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Jean Bernard (1990), faz um relato histórico sobre o desenvolvimento da Biologia, citando o século XVIII como uma época marcada por um surto de expedições que traziam material de estudo de todas as partes do mundo. Um exemplo dessa época é a viagem do Beagle com Charles Darwin que resultou, em 1837, na publicação do livro *A origem das espécies* e, posteriormente, a *Teoria da Evolução Natural.* O trabalho de Darwin opunha-se à teoria da fixidez das espécies e provocou desconforto nos meios religiosos e filosóficos da época.

O autor narra que, em 1863, a fisiologia evolui com os estudos de experimentação fisiológica e observação com animais feitos por Claude Bernard, que publica a Introdução ao Estudo da Medicina Experimental. Ainda segundo Bernard, entre 1857 e 1863, Pasteur realiza suas experiências que vão contra as idéias de geração espontânea e dão início aos estudos microbiológicos, bem como às explicações sobre o papel dos germes na produção de doenças e nas fermentações, as vacinas, as desinfecções e anti-sepsia.

Com a utilização dos microscópios, surge a teoria celular proposta por Matinas Jackob Schleiden e Theodor Schwann, em 1838, revolucionando a biologia, conforme Prestes (1997). Havia muito a ser descoberto e, segundo Graupner (1963), por volta de 1827 Karl von Baer derrubou a teoria da pré-formação, que dizia haver um individuo pré-formado dentro de cada óvulo. Afirmava que cada indivíduo era completamente novo e que, cada ovo saído do ovário, se desenvolveria formando as partes de um novo ser. Como isso acontecia era um mistério que começou a ser desvendado por Gregor Mendel, em 1866, com a publicação de um artigo denominado *Experimento com plantas híbridas,* na revista da Sociedade de Ciência Natural de Brno. No artigo, Mendel resumia seus experimentos com ervilhas-de-cheiro e suas deduções estatísticas.

Segundo Strathern (2001), os trabalhos de Mendel foram criticados e desprezados e só em 1900, 34 anos após a publicação, foram reconhecidos. Hoje são tidos como

unesp

fundamentos da genética moderna. A passagem do século XIX para o século XX dá-se num momento de boas expectativas, em que a fisiologia, a bioquímica, a imunologia, a biofísica, a farmacologia, a citogenética com a biologia molecular, a endocrinologia e a neurofisiologia se interagem para compreender a vida e tentar melhorar a existência humana. A partir destes fatos, as pesquisas genéticas evoluíram com grande velocidade, entre elas, o mecanismo das mutações e as bases genéticas, que hoje explicam a evolução Darwiniana.

Para Monod (1971), a Biologia é uma Ciência muito significativa porque contribui para a formação do pensamento moderno, transformado e marcado pelos domínios filosófico, religioso e político. Os vários ramos da Biologia se relacionam com o estudo dos seres vivos e os fenômenos físicos e químicos a eles pertinentes.

Nesta pesquisa, o destaque especial é dado ao ramo da Biologia Molecular, ainda em desenvolvimento, que estuda a ultra-estrutura celular através de técnicas de difração de raio X e de ressonância magnética nuclear. Esse ramo da Biologia responde por uma das revoluções científicas, iniciada em 1953: a proposta do modelo da molécula de DNA feita por Watson e Crick.

2.2 Os estudos do DNA/Genoma Humano – 50 anos de história

A curiosidade do homem e a busca constante do conhecimento de si mesmo, em diferentes níveis, têm propiciado a construção de novos conhecimentos científicos sobre a natureza da vida humana. De acordo com Farah (2000), os cientistas estudaram a molécula de DNA, responsável pela criação e desenvolvimento de diferentes seres vivos, para tentar comprovar e responder a eterna pergunta sobre o surgimento do primeiro ser vivo na Terra.

Davies (2001), em seu livro *Decifrando o genoma: a corrida para desvendar o DNA humano,* faz um relato cronológico comentando os principais eventos que marcaram o estudo e a descoberta do DNA, assim como as disputas travadas entre cientistas importantes e as questões éticas envolvidas.

Em Strathern (2001), encontramos refências à Genética desde os tempos bíblicos até os dias atuais. Segundo tais referências, Jacó obtinha crias de ovelhas malhadas fazendo com que acasalassem diante de varas com tiras de casca removidas. Com o avanço do pensamento moderno e as tecnologias, o autor traça a rota científica, e os jogos políticos e econômicos, do maior empreendimento das ciências biológicas, o Projeto Genoma Humano.

Farah (2000), Davies (2001) e Strathern (2001) indicam que tudo começou há cem anos, por volta de 1900. Três cultivadores de plantas descobriram o trabalho esquecido de Gregor Mendel que explicava a herança da cor e da forma das ervilhas, determinadas por pares de fatores, dominantes ou recessivos. A partir da redescoberta dos trabalho de Mendel as pesquisas evoluíram e muito progresso tem sido observado na área da genética. As pesquisas que permitiram chegar ao que se conhece hoje sobre o DNA tiveram seus pontos de partida com os trabalhos de Griffith. Iniciado em 1928, o trabalho tinha como tema a virulência do *Streptococcus pneumoniae* capsulado e sem cápsula, causado por um material que, mais tarde, foi identificado como uma nucleína,

Em 1943, Avery publica um artigo no Journal of Experimental Medicine descrevendo os genes como uma substância viscosa e altamente polimerizada de desoxirribonucleato de sódio. Mas havia dúvidas, já que seus estudos não estavam terminados. Erwin Chargaff, bioquímico austríaco, influenciado por Avery, começou em 1949 a estudar a composição química do DNA. Separou e quantificou as quatro bases nitrogenadas: adenina, citosina, guanina e timina. Com esse estudo, estabeleceu as proporções até hoje aceitas entre estas bases nitrogenadas.

unesp

Conforme Davies (2001), em 1951 chegou ao laboratório Cavendish em Cambridge, o jovem americano, Dr. Watson, com 22 anos de idade e obcecado por descobrir as propriedades dos genes. Naquela época, Watson conheceu e desprezou a pesquisa da cristalógrafa Rosalind Franklin sobre os cristais de DNA, divulgado no King's College, em Londres. Só em 1953, ao ver uma nova fotografia de raio X, chamada de fotografia 51, que Franklin havia tirado do DNA, Watson visualizou uma molécula helicoidal de duas cadeias e refez seu modelo de DNA. Esse modelo foi desenvolvido a partir das proporções A+G = T+C, de Chargaff. No dia 28 de fevereiro de 1953, Watson entrou correndo no bar Eagle, próximo à universidade de Harvard, para anunciar que, junto com Crick, havia encontrado o segredo da vida.

Em 25 de abril de 1953, os dois jovens cientistas de Cambridge, Watson e Crick, enviaram um manuscrito ao editor da revista Nature dizendo que gostariam de sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxirribonucleico, de grande interesse biológico. O manuscrito continha também um esboço simples da dupla hélice e certamente, lançava a era da biologia molecular.

Nessa época, Salvador Dalí deu a uma de suas pinturas *Galacidalacidesoxiribunucleicacid,* o subtítulo Homenagem a Watson e Crick, dizendo que aquela era a prova real da existência de Deus. O quadro retrata a vida, a morte e a vida após a morte, representadas pelo DNA, por uma molécula cúbica e pela figura de Deus inclinando-se para ressuscitar a figura de Cristo.

Em 1958 Meselson e Stahl demonstraram a replicação semi-conservativa do DNA. As pesquisas continuaram e, em 1961, foram descobertas a natureza química do código genético e do RNA mensageiro. Em 1962, Watson, Crick e Wilkins, presidente da universidade de Harvard, receberam um prêmio Nobel, Rosalind Franklin não pôde ser agraciada, pois havia morrido de câncer em 1958, aos 37 anos.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Ainda de acordo com Farah (2000), Watson escreveu um relato chamado "The Double Helix", em 1968, onde declarou características dos cientistas como vaidosos, arrogantes e humanos. A descoberta da dupla hélice foi a prova final de que o DNA era o material genético.

A década de 70 deu origem à revolução da Engenharia Genética, quando os cientistas projetaram maneiras de manipular e seqüenciar o DNA, tirando amostras dos genes humanos. Em 1973, vinte anos após a publicação do trabalho de Watson e Crick, Alexander Rich, um biólogo do MIT, produziu e fotografou estruturas de cristal de DNA com resolução atômica. Finalmente o DNA pôde ser visto. Em 1974, os primeiros genes são clonados em plasmídeos de bactérias. Em 1976 são identificados retrovírus oncogenéticos e, em 1977, o seqüenciamento do DNA começa a tornar-se possível.

Na década de 80, alguns cientistas planejam reunir e sequênciar todas as bases encontradas no DNA humano. Em 1986 iniciam-se as discussões sobre o lançamento de um grande projeto chamado Projeto Genoma Humano, pelo instituto Salk, com o objetivo de avançar na guerra contra o câncer. Em 1988, Watson foi convidado para ser diretor das pesquisas do genoma humano no Núcleo de Estudos de Saúde e imediatamente saiu atrás de apoio político.

Em seus estudos, Watson designava cinco por cento do orçamento do projeto para estudos das implicações éticas, legais e sociais do Projeto Genoma. Deste modo, quis garantir que a população estivesse preparada para receber as informações que surgissem, para compreender que algumas doenças genéticas desencadeariam discriminação e preconceito, além de eugenia, recordando as atrocidades nazistas contra os judeus, os ciganos e os doentes mentais. Watson justificava suas preocupações éticas, sociais e legais relacionadas ao Genoma Humano, recordando os danos incalculáveis da Ciência posta em mãos erradas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

O Projeto Genoma Humano teve seu início em outubro de 1990, com previsão de encerramento no ano de 2005. Os relatos de Davies (2001), mostram que o Projeto Genoma Humano foi pensado como um trabalho mundial, a ser realizado por universidades e grupos governamentais americanos, pela Inglaterra, França, Alemanha e Japão. Ao longo do trabalho, ocorreram brigas políticas e econômicas. Watson não concordava em patentear os genes e abandonou o projeto em 10 de abril de 1992. Declarou à revista *Science* que não haveria quem o substituísse, pois todos os colegas pesquisadores tinham ações e nenhum gostaria de conviver com sua chefia. Estas foram declarações duras que nos dão indícios da importância das variáveis éticas envolvidas no programa.

Em 20 de agosto de 1992, o Departamento de Patentes rejeitou o primeiro bloco de pedidos de patentes dos genes já mapeados. A justificativa apresentada foi que as reivindicações não atendiam aos três principais critérios: a não obviedade, a novidade e a utilidade. Em meio a estes acontecimentos, Watson, Venter e Healy já haviam deixado seus cargos no governo federal. Este foi um período tumultuado, marcado por importantes descobertas, financiamentos milionários, provocações entre Watson e Venter, além de disputas entre os cientistas sobre colaborações e crédito.

Em 1993, Francis Collins, médico geneticista, foi nomeado por Healy como o segundo diretor do Centro Nacional para Pesquisas do Genoma Humano, para substituir James Watson. Collins havia descoberto uma mutação num gene da globina, causador da forma fetal da talassemia. Junto com Lap- Chee Tsui, um geneticista canadense, trabalhou na pesquisa do gene causador da fibrose cística. Seu próximo trabalho foi procurar o gene causador da neurofibromatose do homem elefante. Em 1993, Collins, com ajuda de um consórcio de pesquisa internacional, identifica o gene responsável pela doença de Huntington.

A França colaborou decisivamente para encontrar meios de navegação que auxiliaram o mapeamento. Isso foi possível graças a Jean Dausset (Nobel de Imunologia-1980) que,

unesp

junto com Bernard Barataud, membro da Associação Francesa de Distrofia Muscular, instalou campanhas populares e na televisão para arrecadação de verbas. Barataud tinha um filho portador de distrofia muscular e não se conformava com o desinteresse da França em relação à revolução genética. Aliou-se a eles o médico Daniel Cohen, diretor do Centro de Estudos de Polimorfismo Humano e, em pouco tempo, fundaram o Généthon, o maior instituto genômico da Europa.

No Généthon, Coehn instalou um exército de máquinas para preparar e analisar o DNA. Os robôs e as máquinas, eram a principal atração para os visitantes, que viam nascer a genética industrial. Uma nova geração de líderes estava surgindo: eram os cartógrafos do genoma humano, um grupo de geneticistas que utilizavam a tecnologia informática para armazenar informações.

As pesquisas seguiam em busca dos genes responsáveis pela diabete, obesidade, câncer de mama, mal de Alzheimer, esquizofrenia, ALS (esclerose lateral amniotrófica que afeta o físico Stephen Hawking) e Parkinson. Em 1993, é identificado o gene causador da adenoleucodistrofia – doença mostrada no filme *O óleo de Lorenzo*. Em 1994 são identificados os genes causadores do nanismo ou acondroplasia, da atrofia muscular espinhal, da doença renal policística, da cegueira hereditária e da surdez hereditária. Em 1995, já haviam identificado mais de cinqüenta genes causadores de doenças.

Em 1996, no primeiro Encontro Internacional de Estratégias para o Seqüenciamento do Genoma Humano, nas Bermudas, foi determinado que todas as informações do seqüenciamento do genoma humano deveriam ser de domínio público e estar disponíveis gratuitamente para encorajar o desenvolvimento das pesquisas, maximizando seu benefício para toda a sociedade, conforme Farah (2000). No mesmo ano, os principais laboratórios de seqüenciamento dos Estados Unidos concordaram em acatar o acordo das Bermudas, inclusive os da Inglaterra, da França, da Alemanha e do Japão. Também em 1996, um consórcio de

unesp

cientistas terminou o seqüenciamento dos doze milhões de base, seis mil genes e dezesseis cromossomos do *Saccharomyces cerevisiae* – o primeiro eucarionte. Em dezembro de 1998, Sulston e Waterston completaram o seqüenciamento do nematódeo *Caenorhabditis elegans,* composto por 97 milhões de letras, oito vezes maior que o genoma da levedura de cerveja completada 2 anos antes, ficando provado que uma equipe internacional (de ingleses e americanos) produzia trabalho de alta qualidade.

Na mesma época, segundo Davies (2001), Sulston declarou que o seqüenciamento do genoma para ganhos comerciais seria totalmente imoral e repulsivo. Disse também que seria uma vergonha se esse momento da história humana fosse marcado por atos de interesse pessoal, político e econômico. Portanto, as informações do genoma não deveriam ser patenteadas, pois se tratava de um patrimônio comum da humanidade, e acrescentou que *Craig* se arruinou moralmente por pretender monopolizar a seqüência de genes humanos.

Davies (2001), evidencia as manobras políticas e econômicas que permearam os trabalhos referentes ao Projeto Genoma Humano. Tal projeto foi desenvolvido por profissionais célebres, tão competentes quanto vaidosos. As verbas envolvidas na pesquisa foram milionárias e o trânsito dos pesquisadores de uma empresa para outra acontecia conforme as desavenças que tinham e conforme as propostas financeiras que recebiam.

O término do seqüenciamento do Genoma Humano, segundo Farah (2000), estava previsto para 2005. As metas eram: construir um mapa genético de todo o genoma humano; construir um mapa físico completo para cada cromossomo; aperfeiçoar as técnicas permitindo o seqüenciamento em larga escala e a um custo de cinqüenta centavos de dólar por cada base, seqüenciamento de grandes áreas do DNA humano, desenvolvimento de novos e eficientes programas de computador para lidar com o imenso fluxo de informação gerada no mapeamento do genoma humano, permitindo fácil acesso e renovação de dados nos mapas físicos e mapas genéticos. O mapeamento foi concluído em 2000.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Nesse momento, quando temos conhecimento da total competência profissional e técnica dos realizadores do Projeto Genoma Humano, nos perguntamos: Por quê tanta desavença permeia este trabalho tão nobre?

2.3 O surgimento da Bioética

A ética, conforme a encontramos definida, é:

> *O estudo dos juízos de apreciação referentes à conduta humana sucetível de qualificação do ponto de vista do bem e do mal, seja relativamente a determinada sociedade, seja de modo absoluto.* (FERREIRA, 1988, p. 280*)*.

Conforme afirma Bernard (1990), devemos aos gregos a invenção da ética, da lógica e da ciência. Diz o autor que a ética pertence aos filósofos e que a reflexão ética vem desde Platão e Aristóteles até Espinoza. Desde a Grécia antiga até hoje, a ética é um conceito sempre presente em todas as situações e orienta a sociedade quando surgem dúvidas. Os estudos sobre Ética permitem algumas reflexões, tais como, pensar se ela seria apenas um conjunto de convenções sociais. Se a ética tem um princípio supremo que permeia toda a história da humanidade, onde ela se situa, numa sociedade capitalista, em relação ao lucro? Por terem a mesma origem, ética e ciência se complementam?

Ainda segundo este autor, a Bioética surgiu das trocas estabelecidas entre a Filosofia e a Biologia. A vida humana tem sido influenciada pelo desenvolvimento das tecnologias empregadas nas pesquisas científicas e na medicina neste último século. Ou seja, a qualidade da vida humana sofre influência do conhecimento científico, sempre renovado.

unesp

Segundo Sgreccia (2000), os padrões referenciais da ética médica foram revolucionados pela melhora na qualidade de vida e pela cura de doenças, por tratamentos especializados, pela nutrição adequada, pelas intervenções cirúrgicas e genéticas. Desde então, diferentes questões têm direcionado os estudos e as pesquisas biológicas, as pesquisas das Ciências Físicas, a química, o direito, a sociologia e a filosofia.

Se os avanços científicos afetam a vida humana, então as questões éticas que surgem durante o desenvolvimento de uma pesquisa científica devem ser discutidas e esclarecidas pela comunidade científica e pelo cidadão comum, Segundo Bernard (2000), isso acontecia na antiguidade. Estas discussões são necessárias porque, se os pesquisadores não tivessem ousado, nunca teriam contribuído para os avanços e curas. Assim, a ciência muda e a ética científica também, conforme o contexto histórico e a época em que se vive.

A Biologia como Ciência não é um conjunto de verdades definitivas, mas um processo de conhecimento em construção. Por isso, apresenta rupturas epistemológicas e revoluções, que segundo Bernard (1990), mudam o destino do homem. As duas revoluções científicas mais recentes relacionadas à Biologia, e que mudaram o destino do homem, foram *a* revolução terapêutica por volta de 1937 que, com o uso das sulfamidas, venceu doenças que eram letais e culminou nos achados de Fleming sobre a penicilina. A outra, a revolução biológica, se caracterizou pela descoberta do "segredo da origem da vida" - o DNA, na década de 50.

Durante muito tempo a evolução na área científica foi lenta, a medicina não mudou, a moral não mudou e a filosofia não incluiu a revolução terapêutica nas suas reflexões. A partir de 1937, aconteceram rápidas mudanças nos procedimentos da medicina e novos problemas foram surgindo. Porém, os problemas novos ainda eram abordados com os métodos antigos de pensar. Em 1966, em Paris, houve o primeiro congresso da Moral Médica,

unesp

aberto pelo general De Gaulle, quando a medicina moderna foi dessacralizada e desmistificada. "Onde havia magia, agora há ciência", segundo Sgreccia (2000).

Monod (1971) afirma que Claude Bernard progredia em seus achados científicos sobre fisiologia porque ele traçava seus objetivos e não se preocupava em sangrar mais um animal, nem ouvia seus lamentos. Não tinha a preocupação que se tem hoje em justificar, nas pesquisas, o sacrifício dos animais. Ele ignorava que houvesse leis que regessem as pesquisas, desconhecia problemas éticos. Só vislumbrava as descobertas. Agia livremente, portanto, livre de referenciais éticos. Diferente dele, o pesquisador de hoje é atento ao sofrimento das cobaias, obedece regras e usa a anestesia como meio de impedir a dor durante uma incisão. Está aberto a discussões.

Os progressos da investigação científica, o nascimento e o desenvolvimento da Biologia Molecular renovam as discussões sobre ética. Nasce uma nova ética defendida por Jacques Monod (1971), agora fundamentada sobre o conhecimento, a objetividade, a lucidez e o fim das crenças transcendentais, centrada no respeito pelo ser humano. Na Biologia Molecular, os estudos sobre o DNA revelaram que a vida resulta de um processo químico sobre o qual, atualmente, pode-se construir um paradigma biológico baseado na cibernética e na informática. A bioinformática possibilitou o armazenamento de milhares de dados do mapeamento do DNA.

A estrutura do DNA já é conhecida, porém seu modo de funcionamento ainda é um mistério. Apesar dos avanços científicos e das discussões éticas, o mundo viu atos bárbaros quando Hitler e seus seguidores médicos realizaram experimentos em cobaias humanas nos campos de concentração, de modo cruel e injusto. Segundo Bernard (1990), tais experimentos não permitiram avanços científicos, mas geraram indignação, reflexão e um novo humanismo construído sobre um fundo de crimes e descobertas.

unesp

Conforme Bernard (1990), em colóquios internacionais como os de Nuremberg em 1947, de Helsinque em 1964, o de Tóquio em 1975 e o de Manila em 1980, discutiram aspectos éticos da biologia, da medicina, da política e dos direitos humanos. Esses debates contribuíram para que se organizasse o que hoje concebemos como Bioética. O colóquio de Asilomar, em 1974, surgiu da necessidade de discutir a ética na engenharia genética, método que possibilitaria ao homem modificar o patrimônio genético dos seres vivos. Pela primeira vez, os cientistas declaravam em público que, conscientes de seu poder e de suas conseqüências, esforçavam-se por fortificar os pontos positivos e limitar as conseqüências perigosas da engenharia genética.

Em 1977, em Paris na Universidade Sorbone, é criado o Movimento Universal da Responsabilidade Científica por Robert Mallet, poeta e reitor desta universidade. Desde então, a Bioética é um domínio importante da reflexão humana, conduzida por biólogos, médicos, filósofos, teólogos, sociólogos, juristas e cidadãos comuns.

Enquanto as pesquisas científicas vão se desenvolvendo por meio de rápidas tecnologias, faz-se necessário educar os cidadãos ética e politicamente, pois, segundo Chaui:

> *Algumas descobertas científicas fazem da ciência uma arma, quando a prática foge do controle do cientista. Isto, o mau uso da Ciência, ocorreu com a física quântica que possibilitou a construção de armas nucleares; com a bioquímica e a genética, na fabricação de armas bacteriológicas; com a construção de satélites artificiais usados em espionagem e guerras com mísseis teleguiados.* (CHAUÍ, 2000, p. 285).

Morin (2000), aponta problemas éticos e morais da Ciência contemporânea e explica que o domínio das descobertas foge das mãos dos cientistas. Esse dominio passa às mãos dos políticos e patrocinadores das pesquisas, que as usam para fins não científicos invertendo seu sentido. Uma ação destinada à paz pode, equivocadamente, reforçar as probabilidades de guerra, enquanto uma ação que reforce os riscos de guerra pode

unesp

proporcionar a paz. Um exemplo disso foi o mau uso da bomba atômica. Albert Einstein sentiu-se responsável perante a humanidade, por ter insistido com o presidente Franklin D. Roosevelt sobre a construção da bomba atômica, quando em 1939 viu o Japão ser parcialmente destruído pelos americanos.

Atualmente as pesquisas científicas fazem parte da economia mundial e determinam formas de poder econômico com a automação, informatização e telecomunicação. No mundo moderno, a ciência tornou-se agente econômico e político. Os governantes criaram ministérios e secretarias de Ciência e Tecnologia. Grandes empresas financiam pesquisas, laboratórios e centros de investigação científica, com o objetivo de direcionar quais as ciências que serão desenvolvidas. E dentre, elas, determinar quais pesquisas serão financiadas. Esta nova posição da Ciência na sociedade contemporânea mostra que o cientista não é neutro nem livre, e que os recursos financeiros investidos numa pesquisa são definidos pela sua finalidade.

Hoje, vivendo no capitalismo do século XXI, encontramos referências ao poder da manipulação política das Ciências. Isso pode ser observado nos trabalhos de Bacon, datados de 1580, onde estão citadas referências ao saber e ao poder (Os pensadores). Da mesma forma, Morin (2000) mostra-se preocupado com o processo saber/poder, já que o poder transforma o sentido e a função do saber numa sociedade eticamente despreparada. O autor afirma que o saber já não é para ser pensado, refletido, meditado, discutido pelos seres humanos para esclarecer sua visão e modo de agir no mundo. Deve ser armazenado em bancos de dados e manipulado por poderes anônimos. Então, propõe que se faça ciência com responsabilidade quando escreve "Ciência com consciência" e põe em discussão a ética do cientista, que dentro do laboratório obedece à ética do conhecimento, mas fora dele, transforma-se num cidadão anti-ético, curioso, ousado e conquistador. Nessa obra, Morin (2000) cita dois deuses antagônicos e complementares, o deus da ética do conhecimento e o

unesp

deus da ética cívica e humana. Eles se confrontam porque, segundo o autor, o cientista é irresponsável por princípio e profissão (ética cívica), o que o conduz às conquistas e descobertas (ética do conhecimento).

Morin (2000) cita Heichmann e seus feitos em Auschwitz para mostrar o conflito entre ética e poder, onde Heichmann afirma que simplesmente obedece a ordens. Ele era um homem comum, um burocrata, que obedecia ao poder vigente, sem pensar nas conseqüências de seus atos sobre a humanidade. Ao comentar sobre as experiências realizadas em Auschwitz pelo doutor Mengele em seres humanos considerados inferiores, o autor nos alerta sobre a condição em que vivemos. Afirma que estamos num período em que a disjunção entre os problemas éticos e os problemas científicos pode se tornar mortal se perdermos nossa visão humanista de cidadãos e de homens.

Para Morin (2000) o desenvolvimento atual da Ciência, por ser cognitivo e manipulador, nos obriga a redefinir a noção de pessoa humana, que até a pouco tempo era bastante clara. Assim como Morin, Jacques Monod também manifesta suas dúvidas sobre vida real e vida em potencial:

> *[...] sabia–se que a pessoa morria quando seu coração parava. Dizia- se que o nascimento acontecia, segundo uma concepção cristã, no momento da fecundação e, segundo uma concepção laica, que nascia quando saia do ventre materno para o mundo cultural.* (MONOD, 1971, p.169).

Segundo o autor, hoje as fronteiras do ser humano tornaram-se vagas devido aos procedimentos que se têm adotado nas UTIs, nos registros de doação de órgãos e nos laboratórios de pesquisa que usam embriões. As discussões a esse respeito são extensas e não sabemos mais se um homem em coma prolongado é uma pessoa ou, simplesmente mantém a for-

ma e a marca de uma pessoa, enquanto o embrião não é considerado uma pessoa, mas *potencialmente* uma pessoa.

Morin (2000) nos lembra o fato de a *potencialidade* não ser só uma sensibilidade da mente e apresentar alguma realidade, um vir a ser. Eis aí mais um problema das ciências relacionado à vida: viver como um ser em potencial ou sobreviver biologicamente, são idéias separadas. O autor critica a ética da normalidade, aquela que privilegia o indivíduo padrão e comenta sobre a eliminação de indivíduos mongolóides, deficientes genéticos e os anormais ideológicos dos hospitais psiquiátricos da Rússia. Também afirma que o problema ético é um problema de conflito de valores como, por exemplo, a questão do aborto, que pode ser analisado sob vários pontos de vista: da mulher, do direito de nascer do embrião mudo, que é o ser em potencial e, da sociedade.

No caso do aborto, cada sujeito (a mulher/o embrião) tem seu imperativo e eles se chocam. O mesmo acontece com a sociedade atual, há o imperativo da ciência, que é o saber, e o imperativo da humanidade que é a sua dignidade. Morin acredita que os comitês éticos são o lugar para se discutir os conflitos que surgem no desenrolar das pesquisas científicas. A missão desses comitês não seria dar uma solução milagrosa para os problemas, mas dar espaço para que sejam debatidos e guiados por pessoas capazes, com opiniões, metafísica e crença diferentes; que seja um espaço para a reflexão, pois, conforme Adorno (1985), todo conhecimento e técnica são perigosos se sobre eles não houver reflexão antes da utilização.

Morin (2000) não acredita numa nova ética, mas numa moral provisória e arbitrária. Arbitrária porque decide se uma pessoa existe ou não no ovo, aos três meses ou ao nascer. É provisória porque a ciência caminha rapidamente, servindo a interesses particulares que merecem ser ouvidos, mas que podem prejudicar aos interesses sociais, pois a ciência muda. O autor nos lembra que a Ciência é um processo muito sério, de caráter cívico que não está só nas mãos dos cientistas ou dos estadistas. Ela existe para salvaguardar a humanidade, por isso

unesp

acredita, que os cidadãos devam levantar os problemas que os afetam, formular as contradições e propor uma moral provisória.

O progresso da Ciência caminha entre o consenso e o conflito das teorias, dos pontos de vista, dos pressupostos filosóficos e metafísicos. Ele afirma que os cidadãos comuns não têm acesso a tecno-ciência e que a Ciência precisa de técnicas cada vez mais avançadas para resolver os problemas dos cidadãos que dela usufruem mas não a dominam, não discutem, tampouco decidem.

Historicamente, isto está bem explicitado pelas pesquisas e pelo uso da energia atômica na França, que foi desenvolvida e votada por especialistas e ministros. Os cidadãos nada discutiram. Quando técnicos, especialistas e políticos discutem as opções para as decisões, muitos fatores humanos e culturais são excluídos, porque não podem ser quantificados ou não estão dentro da área da especialização. Alguns exemplos são: nascimento de crianças por inseminação artificial a partir de bancos de sêmen desconhecido, das mães de aluguel, a morte cerebral e a doação de órgãos, além das possibilidades oferecidas pela engenharia genética, ainda em estudo.

Conforme Morin (2000), o cidadão comum é mantido numa espécie de ignorância selvagem em relação a estes problemas fundamentais, resolvidos pelo alto escalão. Sugere que, para reverter essa situação, é preciso melhorar a compreensão do cidadão sobre a ciência, aumentando a relação entre ela e o cidadão comum. Morin nos fala sobre uma democracia cognitiva. O surgimento da Ciência moderna deu-se com a ruptura entre o conhecimento (que se refere ao julgamento de fatos) e a Ética (que se refere a julgamento de valores).

A ciência moderna livrou-se de toda a contingência política e religiosa no século XVII. Atualmente, a Ciência está permeando as transformações e evoluções da sociedade, trazendo benefícios (cura e produção), aniquilamento (armas químicas e nucleares), manipulação (genética e cerebral), criando problemas de controle e proteção da sociedade. Só após a

explosão das bombas em Hiroshima e Nagasaki é que os cientistas refletiram sobre as conseqüências de seus atos. Até então, a responsabilidade era invisível na Ciência Clássica – determinista, que ocultava o indivíduo, o sujeito e a autonomia. Hoje em dia, o dinheiro intervém cada vez mais na Ciência e muitas atividades podem ser seduzidas e corrompidas eticamente.

Contra este problema global da nossa civilização atual, o autor propõe um reforço moral baseado na responsabilidade e na solidariedade, justificando que hoje, na sociedade compartimentada e especializada, cada cidadão sente-se responsável só sobre o seu setor. Também relata dificuldades sobre a solidariedade, que vem se degradando nas sociedades individualistas. Explica a falta de solidariedade e responsabilidade em nossa sociedade complexa, pelo excesso de liberdade, que faz com que o vínculo social se dissolva. Vivemos num mundo sem fé religiosa e sem fé no progresso humano. Contudo, acredita-se que, apesar de não haver nenhuma promessa, é preciso ter fé em nossas finalidades e valores.

Atualmente, em todas as áreas do trabalho e da vida humana se clama pela Ética. Vivemos numa sociedade individualizada onde a ética tradicional, familiar, religiosa, cívica e nacional se dissolveram. No fragmento abaixo citado, Morin defende a necessidade de fazer a revolução para a emancipação do gênero humano, já que a auto–ética se situa no nível da autonomia do pensamento e da liberdade pessoal, explicada pela fé.

> *[...] como fundamentar uma Ética com base nesta liberdade individual, quando os valores estão distribuídos de maneira absolutamente heterogênea, ou seja, quando uma mesma concepção do bem, de solidariedade e do mal não é compartilhada por todos*? (MORIN, 2000 apud PENA-VEGA, 2001, p.40).

A fé seria uma fonte de energia para a Ética e, conforme o autor, a auto-ética deve ser construída por cada um de nós, por meio da educação fundamental, desde o início da esco-

laridade. Ele vê um problema na educação científica, acha que ela está privada de reflexão. Para o autor, é necessário refletir e religar a cultura científica e a cultura humanista. Além de fé, sugere que o indivíduo pratique o auto-conhecimento e a auto–crítica.

2.4 Sobre a Ética do DNA

Os problemas éticos envolvendo as atitudes dos homens sempre existiram. Em diferentes épocas, vários assuntos tiveram sua prioridade ao serem discutidos. Atualmente, tem sido necessário discutir-se mais sobre a genética humana e suas possibilidades, garantidas pelas pesquisas recentes.

Farah (2000) afirma que enquanto a reprodução ocorria pelos métodos naturais de fecundação, o nascimento de crianças mal formadas ou doentes era aceito como falha divina e não havia conduta humana a ser julgada. Hoje, com a fecundação *in vitro,* o diagnóstico pré-natal e a medicina fetal, já existem questões éticas a serem discutidas, assim como o destino dos embriões congelados, o aborto terapêutico e o tratamento intra - útero. A discussão dos problemas éticos deve ser feita baseada na certeza de que não existe uma verdade absoluta, válida para todas as situações e em todos os momentos, segundo a autora. Essa abertura favorece as discussões sobre ética em genética porque pode haver mais de uma alternativa para solucionar um problema, dependendo de que lado do problema nós nos encontramos. Um doente terminal poderá escolher correr o risco de submeter-se a uma terapia gênica, mesmo sabendo que esta se encontra em fase experimental. Segundo a autora, as experiências pessoais, culturais e religiosas colocam as pessoas em posições diferenciadas em relação aos problemas éticos. É clara a dinâmica das pesquisas genéticas. Enquanto surgem os dilemas éticos, surgem também as soluções para os problemas que afetam as pessoas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

A sociedade tem discutido alguns problemas éticos referentes à tecnologia do DNA, para que as decisões sejam tomadas considerando o conhecimento técnico e científico, as diferenças e o bom senso das partes envolvidas no problema, por ser difícil qualificar uma conduta ética, conforme Farah (2000). O mapeamento do DNA é uma tarefa puramente científica, mas há preocupações éticas sobre como essas informações serão utilizadas pela sociedade. Desde o início dos trabalhos do Projeto Genoma Humano, 3% do orçamento foi designado para o estudo dos problemas éticos, legais e sociais, envolvidos no mau uso das informações surgidas dessas pesquisas.

O Projeto Genoma Humano, com suas descobertas, pretende identificar, localizar, diagnosticar, prevenir, tratar e curar doenças, compondo aspectos positivos para pessoas portadoras de doenças genéticas e suas famílias. Enquanto o tratamento e a cura não chegam, vão surgindo dilemas éticos e a necessidade de discuti-los. Várias perguntas precisam de respostas e só o debate e o esclarecimento poderão amenizar as dúvidas, trazendo o estudante e o cidadão comum para próximo do esclarecimento. Por exemplo, pessoas que tivessem um gene letal encontrado em seu organismo, estariam preparadas para lidar com esta realidade enquanto não se descobre a cura? Continuariam lutando pelos seus ideais ou desistiriam de tudo precocemente? Qual seria a reação dos familiares sabendo antecipadamente da morte de um ente querido? Como reagiriam as empresas conhecendo o futuro genético de seus funcionários? E os planos de saúde? Seria justo alguém ser tratado como um morto-vivo?

Conforme expõe a autora, muito pouco se pode fazer hoje para mudar alguma informação genética herdada. A terapia gênica ainda é uma promessa. Algumas características que apresentamos, mesmo que estejam escritas nos nossos genes, podem ser controladas porque dependem da interação desses genes com o ambiente para se manifestarem. São exemplos de características genéticas influenciadas pelo ambiente, a inteligência, altura, cor de pele, hipertensão, ataque cardíaco, diabetes, alguns tipos de câncer e alguns distúrbios psiquiátri-

unesp

cos. Nestes casos, pode ser muito vantajoso saber que se tem a predisposição para desenvolver uma destas doenças.

Em primeiro lugar, a pessoa cuidaria de evitar fatores ambientais que desencadeassem os sintomas dessas doenças, como não fumar, praticar exercício físico, alimentar-se de modo saudável e natural, procurar acompanhamento médico. Nestes casos, os testes genéticos seriam bem vindos, considerados como um sinal de alerta. Mas existe a possibilidade de se rotular e discriminar as pessoas. As empresas também podem exigir testes genéticos a fim de evitar gastos com funcionários potencialmente doentes.

Nos países desenvolvidos existem leis que proíbem a disseminação de informações genéticas sobre um indivíduo para outro ou para uma empresa, exceto para médicos e instituições clínicas. É o direito à privacidade. Contra a discriminação genética serão dadas informações sobre os genes letais recessivos que carregamos, mostrando para humanidade que todos temos genes defeituosos e que ninguém é perfeito geneticamente. Isto talvez não baste para inibir a discriminação genética - um novo tipo de discriminação, conforme (Farah, 2000).

Para que o diagnóstico genético auxilie as pessoas envolvidas, recomenda-se que esteja vinculado a um aconselhamento genético. Nem todo resultado de teste genético é ameno, como no caso das características multifatoriais, já citadas. Existem as doenças monogênicas, muito mais raras e mais graves, sobre as quais o ambiente não atua. Aqui estão envolvidas outras implicações éticas. Nestes casos, os indivíduos poderão desenvolver a doença ou gerar filhos doentes. A carga genética do indivíduo não pode ser afetada, logo o diagnóstico é definitivo e a esperança de mudar este quadro está na terapia gênica, segundo Farah (2000). O aconselhamento genético, nesses casos, funciona somente a título de esclarecimento sobre a presença de genes causadores de doenças graves e incuráveis, porque a decisão de ter ou não filhos, é do casal.



O diagnóstico pré-natal e o aborto envolvem questões filosóficas e religiosas, pois as opiniões das autoridades são divergentes sobre o exato momento em que a vida se inicia. Por meio de testes genéticos é possível saber se o feto que está sendo gerado está livre de malformações de diferentes tipos. Nos casos em que o feto é afetado, não havendo meios para se evitar a manifestação da doença, que atitude se deve tomar? É possível optar pela interrupção da gravidez? Que qualidade de vida terá uma criança, com má formação genética? Os direitos legais de um feto seriam os mesmos de um cidadão adulto?

Segundo a autora, desde as décadas de 70 e 80 existem discussões éticas envolvendo os procedimentos sobre a má formação fetal descoberta por amniocentese, nos países desenvolvidos e no Brasil, respectivamente. No Brasil, exceto nos casos de estupro e risco de vida materna, o aborto é proibido por uma lei promulgada em 1940. Conforme a ciência avança, os conceitos mudam e a sociedade muda também. Alguns grupos sociais se manifestam e pedem a revisão da Lei do aborto, argumentando que está ultrapassada por ter sido promulgada em 1940. Há mulheres que gestam filhos com anomalias graves como nos casos de anencefalia, em que a criança nasce e vive poucas horas, depois morre. É justo que as famílias sejam esclarecidas para que possam tomar suas decisões livremente sobre a manutenção ou não da gestação. Há o caso da distrofia muscular, em que o dilema ético é muito maior, pois a criança nasce e vive por alguns anos, e depois, começa a apresentar os sintomas da doença que é degenerativa, progressiva e fatal.

Outras situações delicadas são comentadas por Farah (2000), tais como a identificação de um gene deletério num adulto e a presença de um gene assintomático de manifestação tardia. Qualquer um desses casos implica em avisar outros membros da família, mas é permitido ao geneticista romper o sigilo e garantir a informação genética a outros adultos da família? Qual a vantagem de identificar uma doença genética tardia num indivíduo, se ainda não há cura?

unesp

Um bom exemplo é a Coréia de Huntington, que por ser neurovegetativa causa demência progressiva e morte. Esta doença é causada por um gene dominante e todo indivíduo que carrega esse gene desenvolve a doença quando adulto, por volta de 40-50 anos, com 50% de chance de transmiti-la aos filhos que tiver. Valeria a pena dar tal informação a um jovem sadio se nada poderá ser feito quando os sintomas chegarem? É válido angustiar um jovem com a espera das manifestações de uma doença incurável? De que modo as pessoas da família reagiriam? Como conviver?

Estas questões são tão polêmicas que alguns laboratórios decidiram não oferecer o teste genético para a Coréia de Huntington. Nos laboratórios onde o teste é realizado, as pessoas são voluntárias, maiores de 18 anos, são informadas sobre a doença e assinam um documento responsabilizando-se pelos resultados. Antes porém passam por uma série de testes psicológicos.

Existem os programas de triagem populacional, com o objetivo de detectar portadores de genes deletérios antes que a doença se manifeste e antes que gerem descendentes afetados, como é o caso da doença de Tay- Sachs entre os judeus e a anemia falciforme entre os negros. Estes programas são acompanhados de campanhas educativas para evitar discriminação, como a discriminação racial que houve na década de 70 nos Estados Unidos quando, sem esclarecimento, instalou-se um programa de triagem populacional para medir o índice de anemia falciforme entre os negros americanos. A população não foi esclarecida e houve uma onda de discriminação.

Um exemplo de programa de triagem populacional bem sucedido foi o de identificação de portadores de talassemia em Chipre. Para não causar danos à população, os testes devem ser voluntários e os participantes devem receber orientação, aconselhamento genético e serviços de boa qualidade.

unesp

Desde que surgiu a possibilidade de se alterar o programa genético de um ser humano, três grupos de opiniões coexistem. Há um grupo de pessoas céticas quanto ao futuro das terapias gênicas. Outro grupo se opõe terminantemente, pois se preocupam com as questões morais e religiosas. O terceiro grupo é composto por aqueles que esperam um dia ver os benefícios do mapeamento do genoma colaborando no sentido de curar doenças e garantir a vida.

A patente dos genes mapeados é outra questão ética debatida entre os pares, pois ninguém seria *dono* do genoma humano, *este* é um patrimônio da humanidade. O grande investimento financeiro necessário para a realização destas pesquisas faz com que as empresas envolvidas no projeto queiram patentear suas descobertas e explorar temporariamente os frutos de sua atividade intelectual. Esse procedimento é garantido pelas leis de patentes. Logo, uma seqüência de DNA não é de propriedade de ninguém porque não foi inventada, pois existia anteriormente e somente foi descoberta. A técnica utilizada no seqüenciamento deste DNA foi uma invenção da equipe de estudos e por isso, poderá ser patenteada. Muitos casos desse tipo têm sido resolvidos na justiça.

Conforme relata a autora, espera-se que o bom senso prevaleça para que as descobertas sobre o genoma humano não sejam usadas de modo incorreto nas pesquisas científicas e práticas médicas para atender aos interesses econômicos e aos ideais de um pequeno grupo político dominante. As lembranças das atrocidades cometidas durante a Segunda Guerra Mundial e da discriminação nos Estados Unidos nas décadas de 20 e 30, em nome do movimento eugênico e do melhoramento da raça humana, geraram ansiedade na população. Tal ansiedade está justificada pelas leituras de livros de ficção pelos leigos, porque para os especialistas quanto mais se conhece o genoma humano, mais claras ficam as interações que há entre diferentes genes na determinação de uma característica física ou comportamental. A sociedade tem medo que se crie uma nova população manipulada geneticamente, uma popula-

unesp

ção escrava do sistema dominante. Eis aí um dilema ético que afeta o cidadão comum, que não estudou genética: qual é a melhor atitude hoje em relação à engenharia genética?

Em função da rapidez nas pesquisas sobre o DNA recombinante, a sociedade tem tido necessidade de repensar alguns de seus princípios morais e legais. A autora afirma que o amadurecimento do ser humano é alcançado por meio das escolhas que faz durante a vida e que é preferível ter de decidir sobre uma questão difícil, do que não ter a chance de escolher. Este seu argumento sugere que cada um de nós procure se envolver nos debates sobre os estudos com o DNA humano e dessa forma participar das decisões dadas à engenharia genética.

Ao indivíduo e sua família caberia escolher quando participar ou não de um teste genético, quem receberia o resultado de um teste genético, que atitude tomaria diante do diagnóstico de uma doença grave incurável. Aos profissionais da saúde caberia desenvolver métodos e técnicas para humanizar o diagnóstico e o aconselhamento genético, esclarecer a população sobre as técnicas, decidir em quem aplicar os testes e respeitar as decisões dos indivíduos envolvidos. Aos governos caberia regular as leis, oferecer informações e possibilidades de acesso dos testes à população, assegurar a qualidade dos serviços prestados; à sociedade caberia buscar entender as questões científicas e suas implicações sociais e éticas, garantindo seus benefícios e impedindo seu mau uso. A população deve saber que, sem passar por essa fase de buscas e questionamentos, não conseguiremos evitar uma doença genética grave e que o avanço científico não deve ser impedido.

No nosso país, pobre, a questão ética mais evidente é de âmbito social. Há uma desigualdade muito evidente entre as camadas menos favorecidas e as camadas mais abastadas. Nas universidades já se investe nos sofisticados testes genéticos para detectar doenças, enquanto nas camadas menos favorecidas a principal causa da mortalidade infantil é a desidratação. Enquanto vivemos esta dualidade, vamos educando e esclarecendo nossos jovens

porque, com informação adequada poderemos evitar os erros já cometidos por outros países em relação à engenharia genética.

2.5 A Ética aplicada à Educação

Desde a antigüidade existe a preocupação em formar jovens cidadãos. Na história da Filosofia, segundo Abrão, (Os pensadores, 1999, p.21), encontramos referências à Educação e à formação Ética que os gregos pretendiam para seus jovens, buscando construir uma *sociedade justa, com um pensamento racional, livre de preconceitos, democrática,* entre os séculos VIII e V. A escrita era de domínio de todos, possibilitando discussões e difusão de idéias. A religião era frágil em fundamentos e não representava poder. O ateniense tinha consciência de que vivia em sociedade, sabia que era cidadão e participava da vida pública da cidade.

As leis não vinham dos deuses nem dos reis, eram impessoais e coletivas, resultante das decisões de todos, exceto mulheres, crianças, estrangeiros e escravos, em assembléia pública. Nesse contexto desenvolveu-se a filosofia, um modo de pensar que buscava uma lei universal, acima de todas as coisas, que explicasse a natureza sem recorrer a forças místicas e divinas. A filosofia iniciou-se com os pré-socráticos, em Mileto, observando a natureza e fazendo perguntas intrigantes como, por exemplo, querer descobrir se existia um princípio único que explicasse o mundo em seus diversos aspectos. A vida cultural em Mileto se acabou em 494 a.C., quando a cidade foi destruída pelos persas. Mas em 479 a.C. Atenas venceu os persas e consolidou-se a democracia na cidade.

Surgiram novos valores e entre eles, a educação, cujo objetivo era formar cidadãos aptos à vida pública, bons oradores e capazes de argumentar em público. A educação ficou a cargo dos sofistas, que eram estrangeiros, excluídos da condição de cidadãos. Aos

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

sofistas interessava que seus discípulos aprendessem a falar bem e de modo convincente, não importando se o argumento era justo ou injusto, moral ou imoral. Os sofistas acreditavam que os homens estabeleciam algumas convenções e depois as abandonavam, sendo os valores e as verdades instáveis e relativas. As idéias dos sofistas incomodaram os filósofos e a palavra sofista ganhou o sentido de demagogo e sofisma de argumento falso. Ao contrário dos sofistas, para Sócrates não interessavam as belas palavras. Ele queria conhecer a essência das coisas através de perguntas adequadas, tendo como método de investigação o diálogo entre mestre e aluno.

Sócrates fundou a Ética, interessou-se pelo homem e suas ações, as ações virtuosas que caracterizavam a cidadania, justificando que quem tinha o verdadeiro conhecimento só poderia agir bem. Com Sócrates, conhecimento e virtude tornaram-se sinônimos, de modo que as questões morais deixaram de ser tratadas como convenções baseadas nos costumes, mas modificáveis conforme os interesses e as circunstâncias, conforme Abrão (Os pensadores,1999). Platão procurava a Verdade e esta busca se desdobrou em várias direções. Platão encontra a Verdade no conhecimento e para ele, o conhecimento era conhecer o Bem. Ainda hoje encontramos reflexos dos debates dos filósofos (e suas dúvidas) na nossa prática cotidiana e, cada vez mais, a educação caminha para a construção do conhecimento, fundamentada em mais perguntas e menos respostas prontas.

Conforme Morin (2000), o homem moderno não se satisfaz com o conhecimento pronto e acabado. Hoje é necessário diferenciar a Ética humana da Ética do conhecimento, porque vivemos numa sociedade tecnológica em que os avanços científicos ocorrem velozmente, provocando o confronto entre as verdades que atendem à ciência e as verdades que satisfazem a sociedade.

Segundo Bernard (1990), as duas missões mais nobres do homem são aumentar e transmitir o conhecimento. Paralelamente a estas duas, surge uma terceira missão, em

unesp

decorrência da rapidez com que as pesquisas científicas avançam, que é fazer bom uso dos progressos do conhecimento. O autor confronta três posições diferentes, de Aristóteles, Claude Bernard e Jacques Monod, sobre a ética humana e a ética do conhecimento. Claude Bernard pensa que a moral dos homens de Ciência não é a moral do homem comum e que essas duas morais fazem bem em ignorar-se. Já Aristóteles reservava a vida de estudos para raros homens que tinham, ao mesmo tempo, o gosto pela Ciência e o prazer de consagrar-se a ela, enquanto a maioria encontrava a felicidade em outros estilos de vida. Jacques Monod disse em sua aula inaugural no Colégio de France, que a ética do conhecimento é diferente da ética dos sistemas religiosos, porque precisa ser sistematizada. É preciso destacar nela os conhecimentos morais, sociais e políticos, expandi- la e ensiná- la pois, sendo a criadora do mundo moderno, é a única compatível com ele.

Conforme Monod (1971), é essa a ética social que ensinará o desprezo pela violência e pela dominação, é a ética da liberdade pessoal e política, já que a contestação e a crítica compõem os direitos e os deveres do cidadão dentro de uma sociedade que reconhece suas normas. Aumentar, transmitir e fazer bom uso do conhecimento são atos que envolvem a educação de um povo. 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 a formação integral do homem, a partir de seus conteúdos programáticos obrigatórios. Ainda que medidas educativas não contemplem toda dimensão desse problema, é preciso pesquisar como a escola vem referendando mecanismos de formação de preconceitos e, pelo esclarecimento, poderemos formar um educando para a autonomia, para a auto-reflexão crítica e para compreender o outro, conforme Cohn (apud ADORNO, 1994), em Evolução após Auschwitz.

Severino (1997) afirma que só através da educação chega-se a um nível de esclarecimento que capacite à massa, entender, discutir eticamente e opinar politicamente

unesp

sobre os rumos da ciência e outros assuntos. A educação é vista como um investimento no sujeito, visando seu desenvolvimento interior . O autor explica que a ação política é o retorno desse investimento, uma vez que o sujeito esclarecido se entende como sujeito ativo e passa a agir 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, chamado de culturalismo. A tradição subjetivista, ao contrário da dialética e do positivismo, preocupa-se mais com os fundamentos antropológicos e éticos dos processos educacionais e menos com as práticas pedagógicas. A tradição culturalista fundamentada na cultura, afirma que a história da humanidade acontece conforme a história da cultura.

Reale (1979, p.190, apud SEVERINO, 1997) afirma que com a educação se dá a formação do homem, em função de um modelo ideal de pessoa, um dever ser. Cabe ao educador orientar o educando para que se torne uma pessoa ideal, considerando o homem composto por três valências *ethos* (querer), *pathos* (sentir) *e logos* (pensar). Portanto, cabe aos processos educacionais criar condições ideais e propícias para que, orientados e estimulados pelo educador, cada educando 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 através dos temas transversais (Ética, Meio ambiente e Orientação Sexual), iniciados desde o Ensino Fundamental, acreditando que eles possam, de alguma forma contribuir para a formação do cidadão, desde que contextualizados. A Lei 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB), no artigo 35, inciso III, determina que o Ensino Médio terá como uma de suas finalidades *o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.*

Esta proposta, contida na LDB 9394/96, amplia a responsabilidade da escola, que além de ensinar o conteúdo, deve também buscar meios de informar formando, discutindo as

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17

questões éticas permeadas pelos conteúdos do Ensino de Ciência. Os temas polêmicos inseridos no conhecimento científico são muitos, porque a Ciência evolui rapidamente e nem sempre os cidadãos estão informados e capacitados para 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 do Ensino Médio integrar-se à vida comunitária e participar mais consciente de seus direitos deveres.

Desse modo, uma educação mais ampla e reflexiva conduzirá o aluno ao exercício da cidadania, incorporando ao currículo, de modo transversal, conteúdos atualizados de acordo com a produção científica. É importante ressaltar que esta preocupação em contextualizar os conteúdos tratados no Ensino Médio não tem apenas um fim instrumental e utilitário. O que se pretende é propiciar aos alunos, uma visão atual de mundo de modo que eles conheçam as tecnologias avançadas e as teorias que as sustentam. Não há necessidade de acrescentar novos conteúdos ao currículo e sim, investir na formação dos professores, capacitando-os a desenvolverem práticas pedagógicas interdisciplinares de qualidade.

Segundo Rios (2001), a escola não é só o lugar da qualificação, do treinamento, mas, da formação de cidadão e da socialização criadora e recriadora do conhecimento e da cultura. Segundo a autora, para que o processo ensino-aprendizagem se realize de modo dialético, é necessária e importante a intervenção baseada na competência profissional do professor , que deve saber fazer bem o que é necessário e desejável no espaço da profissão, nas suas dimensões técnicas e política, mediadas pela ética.

Entre todas as experiências que vivemos e que requerem reflexões e atitudes éticas, está o ensino, particularmente o da Biologia. O conhecimento científico muda, evolui e pode envolver pontos de vista diferentes. O dilema ético aparece durante as discussões em sala de aula, quando o aluno se depara com uma situação nova, tal como tem ocorrido nas aulas de Genética. Os rápidos avanços da ciência e tecnologia, fazem da informação um

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

processo também rápido que muitas vezes gera conflitos, pois torna difícil o equilíbrio entre os valores socialmente aceitos, os interesses individuais, suas crenças e seus próprios valores.

Rios (2001), classifica o *ethos* como o espaço da cultura, do mundo modificado pelos seres humanos, da cultura construída pela ação humana. A autora também atribui ao *ethos* o significado de *costume,* jeito de viver, com características próprias, de acordo com o local onde se vive, originada pela cultura do lugar, gerando atitudes diferentes nas diferentes sociedades. 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 que vão se instalando entre os povos, ditando as formas de agir aceitas socialmente para que os povos possam viver juntos. Conforme esta autora, a moral corresponde ao ethos e a ética corresponde à ciência do ethos. A autora dá à Ética o sentido de reflexão crítica sobre o ethos, quando afirma que a ética pensa criticamente sobre a moral, sobre os valores e princípios que guiam os indivíduos e a sociedade nas suas decisões .

Os estudos de Rios (2001), enriquecem nossa prática docente para formar cidadãos atuantes na sociedade. Como afirma a autora, o trabalho docente competente busca recursos no próprio docente e no entorno, de modo crítico e reflexivo. Sempre consciente e comprometido com as necessidades 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 o conhecimento de como se aprende (psicogênese). Com base nestes referenciais faz-se o planejamento, a aplicação, a avaliação e a reorganização da seqüência de atividades, sempre levando em consideração o contexto educacional.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Essas tendências apontadas em Rios (2001) e Zabala (1998) confirmam a importância de se trabalhar como professor-pesquisador. Segundo Alarcão (2003), é o professor que reflete em situação e constrói conhecimento a partir do pensamento sobre sua própria prática.

Grande parte dos professores que atuam hoje foi formada numa escola que se calava, só ouvia, chamada por Moreira (1989) de escola do silêncio. São estes professores que encontram dificuldades em não reproduzir o modelo de ensino-aprendizagem que viveu. Atualmente, no ambiente de ensino trabalha-se em equipe e, como conseqüência, na escola reflexiva, há o professor reflexivo e o aluno reflexivo. Para isso, o professor precisa saber estimular no aluno a autonomia, o diálogo, os confrontos de idéias, o trabalho colaborativo e o espírito crítico; e para si, sistematizar suas observações e pensar criticamente sobre elas.

3 PROCEDIMENTOS TEÓRICO – METODOLÓGICOS DA PESQUISA

3.1 A natureza da investigação

Esta pesquisa foi desenvolvida no ano de 2002, com um grupo de 18 alunos do 3° ano do Ensino Médio de um colégio confessional, mediada por mim como pesquisadora. Os alunos do terceiro ano foram os escolhidos por estarem envolvidos com os estudos de Genética e por terem interesse em discutir assuntos polêmicos, visando adquirir argumentos para a realização dos exames vestibulares.

Para a realização desta pesquisa foi utilizada a abordagem qualitativa que, segundo Minayo (1997), trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que 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 pesquisa qualitativa responde a questões que não podem ser quantificadas, diferentemente dos cientistas que trabalham com estatísticas, e representam os fenômenos estudados de modo concreto, quantificável. A abordagem qualitativa busca os significados das ações humanas, que não podem ser reduzidos a uma equação. Porém, numa pesquisa científica, o tratamento quantitativo e qualitativo dos resultados pode se complementar, enriquecendo a análise e discussões finais.

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. O nome abordagem qualitativa é um termo genérico que agrupa diferentes

estratégias de observação com características próprias. Os fenômenos estudados são avaliados mediante toda a sua complexidade e no seu contexto natural. A abordagem qualitativa privilegia a compreensão dos comportamentos, a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, no seu contexto ecológico natural, analisando pormenores descritivos relativos a pessoas, locais e conversas. Após analisados podem ser submetidos a tratamento estatístico. As principais estratégias da investigação qualitativa são a observação participante e a entrevista em profundidade. Na observação participante, o observador entra no mundo que pretende estudar para conhecê-lo e tornar-se conhecido, facilitando a aplicação do trabalho, da observação, do registro de tudo o que vê e ouve e da realização de fotos.

A investigação qualitativa apresenta cinco características, segundo Bogdan e Biklen (1994), porém, não aparecem todas ao mesmo tempo numa mesma pesquisa:

a) na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal, porque ele faz a coleta de dados e do contexto onde ocorre a pesquisa. O seu entendimento sobre os dados coletados é fundamental para a análise dos mesmos;

b) a investigação qualitativa é descritiva, isto é, os dados são apresentados por meio de palavras e não de números. Os resultados escritos contém citações feitas, com base nos dados recolhidos nas entrevistas, nas notas de campo, fotografias,vídeos e registros oficiais de como foram registrados ou transcritos. A investigação qualitativa considera que qualquer palavra ou movimento tem potencial para constituir uma dica que possa esclarecer sobre o objeto de estudo. Nada escapa à avaliação.

c) os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados. Algumas perguntas norteiam a investigação qualitativa: como as pessoas negociam os significados, como começaram a negociar certos rótulos e títulos, como certas noções começaram a fazer parte do senso comum, qual a história natural da atividade que pretendemos estudar. Por exemplo, no presente trabalho, primeiramente se buscou conhecer

unesp

as idéias iniciais dos alunos, quais significados eles dão aos seus conhecimentos do senso comum. Depois fizemos vários debates, na tentativa de provocar mudanças de atitudes. A ênfase qualitativa no processo tem sido útil na investigação educacional porque explicita a "profecia auto- realizada", em que o desempenho do aluno é afetado pelas expectativas dos professores, segundo Rosenthal e Jacobson (1968 apud BOGDAN e BIKLEN,1994). Já as técnicas quantitativas demonstram, por meio de pré e pós testes, que ocorrem mudanças.

d) os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva – as abstrações são construídas à medida em que os dados recolhidos são agrupados e analisados, como num funil. As informações recolhidas serão inter-relacionadas até surgir a hipótese para explicar o fenômeno estudado.

e) o significado pessoal é de importância vital na abordagem qualitativa. É relevante neste tipo de pesquisa, como diferentes pessoas dão significados a todas as coisas, denominado pelos autores de perspectiva participante. Neste trabalho essa característica aparece quando os alunos dão suas opiniões sobre os avanços nas pesquisas genéticas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos alunos por meio de estudos qualitativos, é possível ver a dinâmica interna do processo, que seria invisível ao professor enquanto observador externo. Por isso são usados vídeos, transcrições de entrevistas, rascunhos de artigos e registros rigorosos de como as pessoas interpretam os significados.

Na investigação qualitativa aplicada à educação, denominada por Bogdan e Biklens de investigação pedagógica, o investigador é um professor, (administrador ou especialista educacional) que pretende usar a abordagem qualitativa para tornar melhor o seu trabalho. Os autores afirmam que as pessoas que fazem este tipo de pesquisa, nem sempre escrevem relatórios, mas traduzem-na em mudanças práticas. Introduzem essas mudanças em livros escolares ou usam os dados para criar programas de formação, seminários e novos

currículos. A investigação pedagógica beneficia o aluno e tem por objetivo promover uma mudança individual através da educação.

Ainda segundo Bogdan e Biklen (1994), *as* experiências individuais do professor, o seu passado e a sua vida pessoal fora da escola influenciam a interpretação dos fatos. Por isso, sugerem que os educadores sejam bem rigorosos na coleta de dados, para que consigam reconhecer seus próprios pontos de vista. Dessa forma, é possivel neutralizar as interferências externas que possam influenciar seu comportamento durante a pesquisa. Partindo dos princípios que regem a investigação qualitativa, a realidade é construída pelas pessoas à medida que vivem no seu mundo real. Assim, professores e alunos definem o mundo real a cada vez que interagem nas salas de aula. Os autores justificam o uso da perspectiva qualitativa na investigação pedagógica porque para eles, todas as pessoas têm potencial para se modificarem, mudar o meio e, ainda, de se transformarem em agentes de mudança.

T-1244

Sob esse aspecto, minha pesquisa se caracterizou como um estudo etnográfico, tendo como estratégia a investigação em ação, realizada através de observação participante, onde se estabelecem os ciclos ação-observação-reflexão e culminando com uma intervenção.

A classificação da pesquisa como etnográfica se justifica pelo trabalho que realizei pessoalmente com um grupo fixo, durante quase um ano, dentro de um ambiente escolar com projeto político-pedagógico bem definido (e conhecido pelos alunos), num contexto educacional amplo. Além disso, utilizei vários métodos de coleta de dados, conforme propõe Ludke e André (1986). 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.

unesp

3.2 Procedimentos e estratégias adotadas

Como mediadora do processo, usei como estratégia para estimular a reflexão crítica sobre a polêmica em torno da manipulação do DNA, atividades diversificadas, planejadas, selecionadas e submetidas a várias ações. Essas atividades possibilitaram a observação e reflexão sobre o processo.

A primeira ação se circunscreveu à formulação de uma questão aberta **(anexo A)** com o objetivo de investigar previamente sobre a opinião dos alunos a respeito da manipulação do DNA pelos cientistas. À seguir, aprofundamos o tema com a leitura do texto de apoio **(anexo B),** seguida do debate sobre o texto pelos alunos, mediado por mim. Durante os debates, as opiniões lançadas foram anotadas detalhadamente para posterior análise. A terceira ação se constituiu na produção de um modelo de DNA pelos alunos, com o objetivo de visualizarem o material sobre o qual estavam estudando, sua estrutura, o local das mutações e a possibilidade de terapias gênicas. A ação e o resultado encontram-se registrados no **anexo C**.

A quarta ação constituiu-se na projeção do filme GATACCA, que deu margem à reflexão e debate sobre o Tecnologia e Ética, abrangendo diferentes pontos de vista lançados pelos alunos, que foram cuidadosamente anotados e analisados. A função dos textos (ação 2) e do filme (ação 4) foi justamente problematizar situações nas quais os alunos se envolvessem e refletissem, levando-os a se posicionarem durante os debates. A quinta ação desenvolvida diz respeito a um estudo sobre a Síndrome de Down, que emergiu durante o processo investigativo, logo após assistirem ao filme citado. O interesse e curiosidade pelo assunto foram despertados pelo preconceito e discriminação insinuados no filme. Alguns alunos trouxeram o problema para uma realidade mais próxima de suas vidas pessoais e começaram a se inte-

ressar pela problemática que constataram em relação aos portadores da Síndrome de Down que conheciam.

Em relação à esta atividade, destacaria que procurei incentivá-los a pesquisarem sobre o assunto levantado e, desta atividade de aprendizagem, resultou uma apresentação em power point de autoria dos próprios alunos. No trabalho foram discutidos aspectos biológicos, sociais e éticos envolvendo portadores desta Síndrome. Vale destacar que, toda minha coleta de dados ocorreu mediante respostas escritas dos alunos e anotações da professora durante a realização das atividades para serem posteriormente analisados.

Na conclusão de minhas ações investigativas apliquei a mesma questão inicial para relacionar as respostas em suas convergências e divergências. 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, que foram organizadas, para confronto dos dados.

4 DESENVOLVIMENTO, SISTEMATIZAÇÃO E REFLEXÃO SOBRE AS AÇÕES

O dia-a-dia da 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 realiza.

Segundo Zabala (1998), reconhecer a função social do ensino e o papel atribuído aos cidadãos em um projeto de sociedade é o caminho para se julgar um modelo de intervenção educacional. Ao se estabelecer a concepção social do ensino, determinam-se as intenções educativas, ou seja, aquilo que se pretende para os cidadãos que estão sendo formados, e a posição ideológica da qual se pretende partir, isto é, em qual aspecto do ensino–aprendizagem será dada maior ênfase.

Nesta pesquisa, o Ensino de Biologia foi usado como meio para socializar e desenvolver cidadãos comprometidos com a participação e melhoria da sociedade, portanto, a ênfase foi dada aos conteúdos atitudinais, envolvendo valores, normas e atitudes.

A seguir, apresentarei a sistematização dos dados e 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 conseqüências isso pode trazer para a sociedade?

O objetivo da questão aberta inicial (**anexo A**), foi levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as conseqüências da manipulação do DNA pelos cientistas. As respostas foram analisadas e categorizadas conforme as conseqüências boas ou ruins. Nas respostas dos dezoi-

to alunos, aparecem 56 conseqüências positivas e 44 conseqüências 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 e, posteriormente, por grupos de significados. Os grupos por significados são uma tentativa de reunir as idéias dos alunos que tenham o mesmo sentido. No quadro 1 encontra–se a lista das categorias "boas" organizadas em grupos por significados.

Quadro 1. Lista das categorias consideradas "boas"

A. Melhora da qualidade de vida: melhor qualidade dos alimentos (2), vegetais ricos em minerais (1), carnes sem colesterol (1), genética na agronomia, alimentos nutritivos suprindo carências (1), genética na veterinária-abundância de carnes mais nutritivas (1), plantas absorventes de poluição (1), melhora na qualidade de vida dos consumidores de alimentos geneticamente manipulados (1). Das 56 opiniões, 8 se enquadram na categoria A, que designa melhora na qualidade de vida e eqüivale a **14%** das respostas.

B. Melhoria na saúde humana: controle do colesterol (1aluno), cura da diabete juvenil (2 alunos), banco de pele para cura do câncer (2), banco de órgãos (2), cura de doenças hereditárias (3), suprimir doenças tardias (1), prevenção do câncer (1), prevenção da hipertensão arterial (1), clonar células isoladas para curar doenças familiares (2), evitar doenças hoje comuns a nós (3), encontrar a cura para casos ainda sem solução (2), evitar filas de transplantes de órgãos (2), garantia de imunidade contra certas doenças (1), recuperar pessoas com deficiências (1), salvar vidas pelo cordão umbilical do irmão – célula tronco (1), repor órgãos destruídos em acidentes (1). Vinte e seis sugestões formam a categoria Melhora na Saúde Humana, equivalente a **46,5%** das respostas.

C. Garantia de reprodução: Facilitar a reprodução humana (2 alunos), bebês 100% saudáveis (1), escolher só características boas para o filho (1), acabar com a esterilidade masculina e feminina (1), tratar fetos para que nasçam normais – terapia genética (1). Na categoria Garantia de Reprodução aparecem seis (6) respostas, que equivalem a 11% do total das respostas dadas.

D. Conhecimento científico: Garantir avanços na ciência (1), desvendar o código genético (2), melhorar o futuro do homem (2). Cinco (5) opiniões formam a categoria Conhecimento científico e equivalem a **8,9%.**

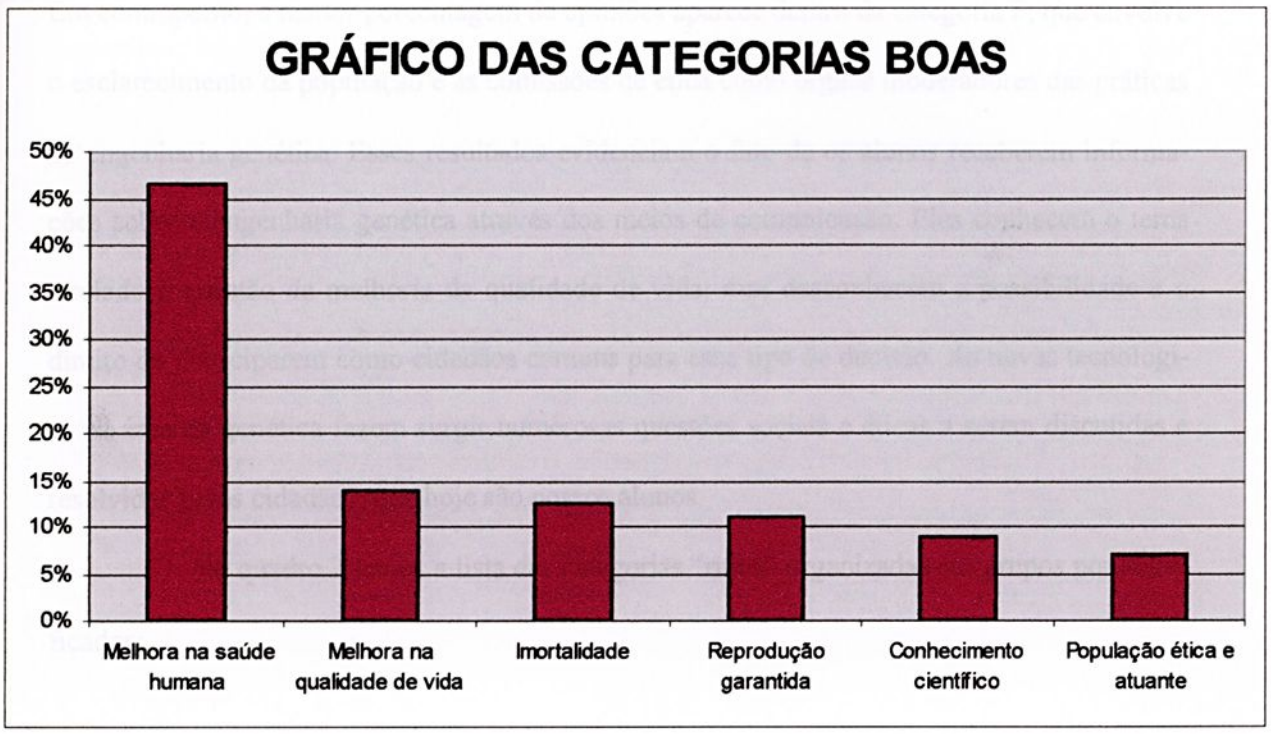
E. Imortalidade: clonar pessoas queridas (1), clonar pessoas bonitas (1), clonar pessoas benfeitoras (1), evitar a morte de entes queridos (1), realizar o sonho de ser imortal (1), satisfazer a vaidade humana (1), criar um ser perfeito... mas o que é a perfeição? (1).Das 56 respostas, 7 compõem a categoria Imortalidade, correspondendo a **12,5%** das respostas dadas.

F. População ética e participante: Constituir comissões de Ética (1), instalar debates para esclarecer o povo (3). A categoria Ética é composta por 4 opiniões e corresponde a **7%** das respostas.

Tabela 1 - Percentual das categorias boas

Grupos por significados – Bons	**%**
A. Melhora na saúde humana	**46,5%**
B. Melhora na qualidade de vida	**14%**
C. Imortalidade	**12,5%**
D. Reprodução garantida	**11%**
E. Conhecimento científico	**9%**
F. População ética e atuante	**7%**

Gráfico 1. Porcentagens das categorias boas



As opiniões classificadas como conseqüências boas foram reunidas em seis grupos por significados. Nessa tabela, 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 conseqüente aplicação; o sexto grupo (7%) acredita na importância das discussões pelas comissões de Ética e no envolvimento da população em geral.

unesp

Nesta primeira argüição percebemos a tendência dos alunos em pensar primeiro nas vantagens ligadas à manutenção da vida, como cura de doenças e produção de alimentos. Em contraponto, a menor porcentagem de opiniões aparece dentro da categoria F, que envolve o esclarecimento da população e as comissões de ética como órgãos moderadores das práticas da engenharia genética. Esses resultados evidenciam o fato de os alunos receberem informações sobre a engenharia genética através dos meios de comunicação. Eles 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 fazem surgir numerosas questões sociais e éticas a serem discutidas e resolvidas pelos cidadãos, que hoje são nossos alunos.

No quadro 2 temos a lista das categorias "ruins" organizadas em grupos por significados:

Quadro 2. Lista das categorias consideradas "ruins"

A. Crise de valores: Desestrutura o homem porque só Deus cria o corpo, o espírito, a alma (2), crise nos valores éticos (6), crise nas religiões (1), o homem não deve interferir na criação divina (3), homens brincando de Deus (2), só Deus é criador (1), gerar filhos, só para curar outros já existentes e já doentes, através de suas células tronco (1), embriões são vivos e descartá-los é como descartar vidas (1), aumento dos abortos provocados (1) . Estas dezoito respostas compõem **40%** do total das opiniões.

B. Técnicas imperfeitas: Se o cientista falhar, quem vai curar o indivíduo nascido deficiente...(1), se a Dolly está envelhecendo precocemente, o mesmo vai acontecer com o homem (1), animais sacrificados pelos pesquisadores (1), células clonadas envelhecem precocemente (2), células clonadas adoecem mais frequentemente (1). Seis respostas perfazem **13,5%** das opiniões dos alunos.

C. Resultados imperfeitos: como se comporta um clone, como são seus sentimentos (2), cientistas irresponsáveis cuidando de vidas humanas pode ser muito perigoso (2), um clone pode ser um monstro malformado (1), a ciência e um túnel escuro que atrai... mas onde vai chegar não sabemos (1). Seis respostas que equivalem a **13,5%** das respostas dos alunos.



D. Preconceitos: Ter um clone seu deve incomodar (1), deficientes seriam despresados diante da possibilidade da maioria dos indivíduos serem normais (1). Duas respostas equivalendo a **4,5%** das respostas.

E. Aspectos emocionais: clonar um filho que já morreu pode gerar conflitos aos pais e ao próprio clone (1), ninguem deve ser substituído por outro, mesmo que seja "igual" (1), ama-se ao clone ou ao clonado? (1). Três respostas compondo **7%** do total.

F. Ambição e vaidade: Sociedade mais ambiciosa e egocêntrica (1), novos interesses econômicos (1), patentear genes humanos que não são propriedade de ninguém (1), mascarar resultados das descobertas genéticas para tirar proveito pessoal (1), comércio de genes de pessoas famosas (1). Cinco respostas correspondem a **11,5%** do total.

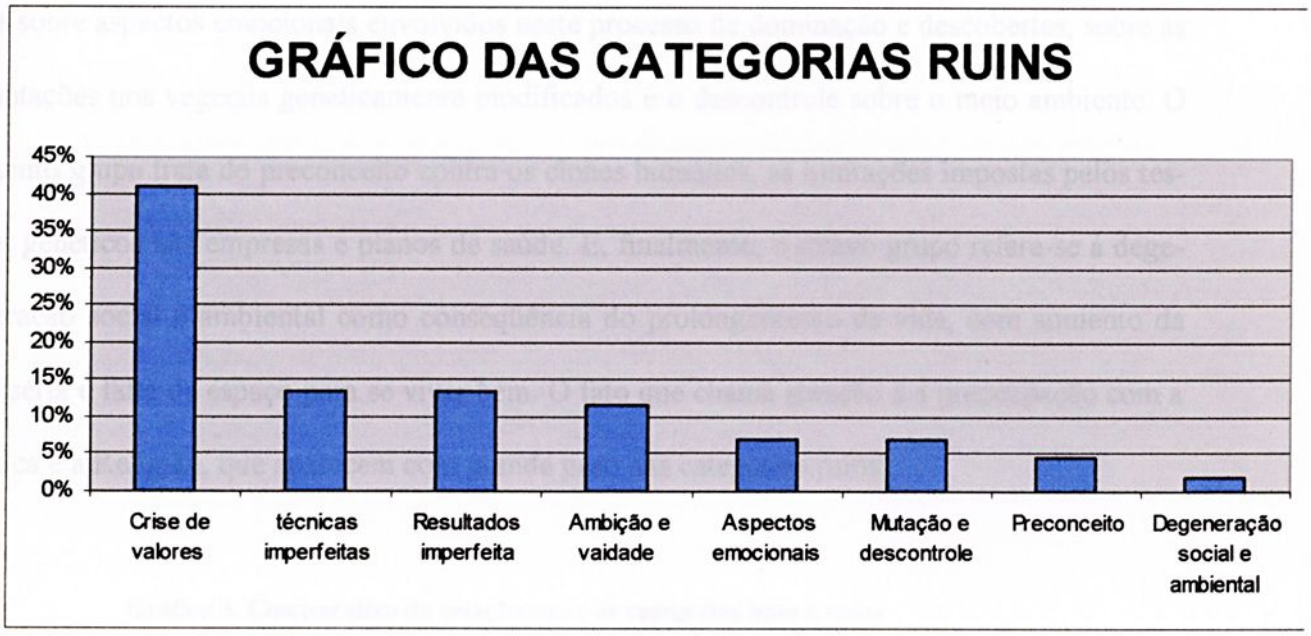
G. Mutação e descontrole ambiental: Podem surgir novas doenças ainda desconhecidas (1), pode surgir uma população sub humana diferente e maldosa (1), superpopulação de ervas daninhas prejudicariam a vida humana, ao ambiente e a todas as outras formas de vida (1) . Três opiniões compõe **7%** do total das respostas.

H. Degeneração social e ambiental: aumento da miséria, da fome e da falta de moradia (1). Somente um aluno se preocupou com as conseqüências a longo prazo do uso das tecnologias da engenharia genética., correspondendo a **2%** das opiniões emitidas.

Tabela 2. Percentual das categorias ruins

Grupos por significados Ruins	%
A. Crise de valores	41%
B. técnicas imperfeitas	13,5%
C. Resultados imperfeita	13,5%
D. Ambição e vaidade	11,5%
E. Mutação e descontrole	7%
F. Aspectos emocionais	7%
G. Preconceito	4,5%
H. Degeneração social e ambiental	2%

Gráfico 2. Porcentagens das categorias ruins

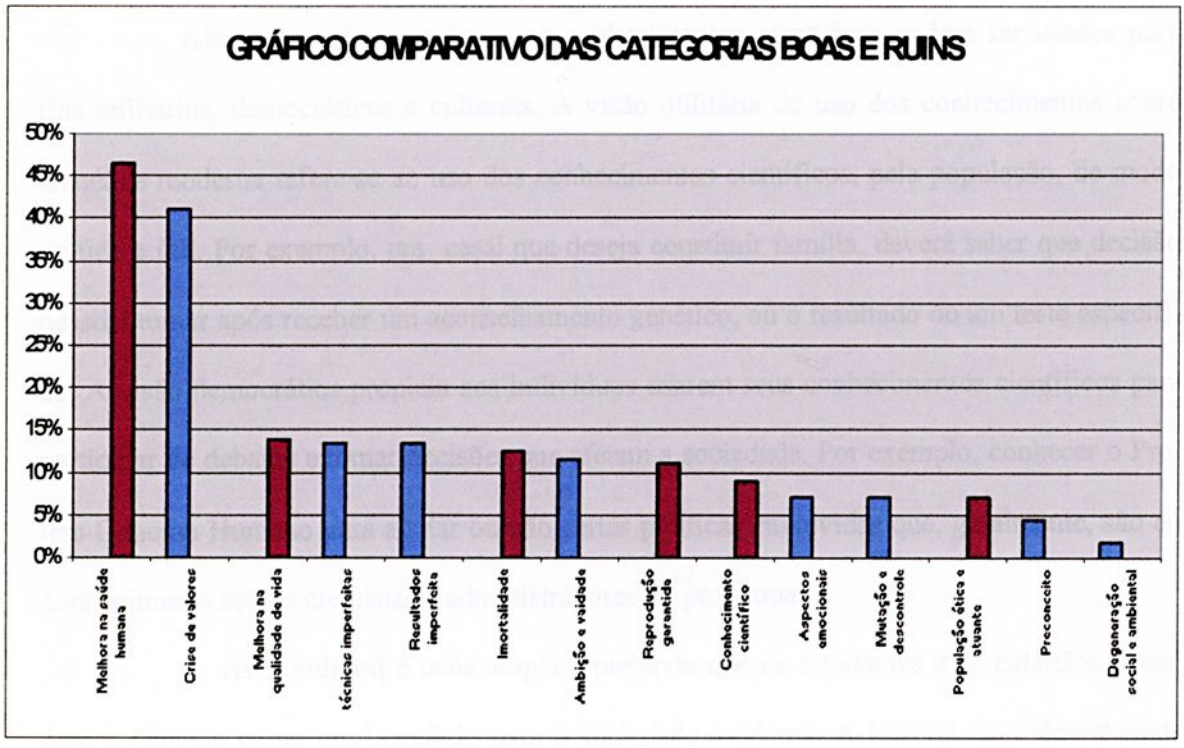


A análise das conseqüências negativas apontadas pelos alunos mostra que eles se preocupam, em primeiro lugar, com o fato de os cientistas atuarem na esfera do divino, dizem que são homens querendo ser Deus. Em segundo lugar, apontam o envelhecimento precoce das células clonadas, a preocupação com as atitudes de um possível clone humano e questionam sobre a sua "alma". Em menores proporções, aparecem preocupações com o comércio de genes, a crise nos valores éticos e novos interesses econômicos.

As conseqüências consideradas ruins também foram organizadas em oito grupos por significados. 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) onde questionam sobre o envelhecimento precoce da ovelha Dolly e sobre a possibilidade de nascerem 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 para serem os primeiros a ousar para

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 conseqüência do prolongamento da vida, com 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.

Gráfico 3. Comparativo da relação entre as categorias boas e ruins



A análise comparativa entre as categorias boas e ruins sobre a manipulação do DNA indica a necessidade de se iniciar a alfabetização científica, incluindo-a no currículo da Ciência no Ensino Médio, conforme propõem Wood-Robinson et al. (1998), em suas investigações sobre o ensino da Genética.

Para estes autores, através da educação científica pode-se 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. A fim de 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 pessoal tomar após receber um aconselhamento genético, ou o resultado de um teste específico. A visão democrática propicia aos indivíduos usarem seus conhecimentos científicos para participar de debates e tomar decisões que afetam a sociedade. Por exemplo, conhecer o Projeto Genoma Humano para apoiar ou não certas políticas envolvidas que, geralmente, são do conhecimento só dos cientistas e administradores do programa.

A visão cultural 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 seus custos, valorizando a informação.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

O gráfico 3, compara as categorias boas e ruins encontradas em nossas pesquisas e permite uma reflexão baseada nas porcentagens das respostas. Observa-se que entre nossos 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 referindo-se aos esclarecimentos para que a população atue eticamente (7%), aos preconceitos genéticos (4,5%), aos cuidados com o ambiente e a sociedade (2%).

Outro dado importante é a manifestação de religiosidade contida nos tópicos designados como crise de valores, aspectos emocionais e ambição e vaidade. A religiosidade é uma característica forte entre os alunos e parece estar relacionada com ideais de verdade, de boa conduta e busca do bem, assim como se manifestavam desde a antigüidade entre os filósofos, segundo Valls (1995).

A análise dos registros produzidos pelos alunos indica seu nível de compreensão atual sobre a Genética, seus conhecimentos sobre as novas tecnologias, suas dúvidas e opiniões sobre novos questionamentos. Indicam também um caminho para o aprimoramento da prática pedagógica relativa ao Ensino de Ciências. A possibilidade de atuar como professora-pesquisadora permitiu-me refletir sobre a importância da educação científica.

É evidente que um indivíduo com maior conhecimento tem melhor condição para refletir e tomar a decisão mais acertada. Então, a escola deve garantir educação científica de qualidade, através de uma prática pedagógica que informe e dê autonomia aos alunos para que eles possam refletir sobre a utilização desses conhecimentos na vida diária.

unesp

Ação 2 – Leitura, intervenção e debate sobre o texto "*O que vem agora, clones humanos?*"

O texto foi escrito por Fátima de Oliveira (1977), professora de Bioética da Universidade de São Paulo, especialmente para o Sistema UNO de Ensino, Editora Moderna. Foi utilizado pelos alunos do terceiro ano do Ensino Médio da escola onde se realizou a pesquisa. O texto escolhido para iniciar esta atividade **(anexo B)** é 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 da aplicação desse texto foi mobilizar certos conhecimentos que já haviam sido manifestados na atividade anterior. O objetivo do debate foi estimular a expressão de idéias, a colocação dos argumentos dos alunos e a procura 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 espermatozóide perdeu sua função no mundo. Estávamos no mundo para fazer espermatozóide. A Capela Sistina, a Nona Sinfonia, a Itaipu Binacional, tudo foi produção secundária, tudo bico. Nossa missão era fornecer espermatozóides; nossa missão acabou.*

Após a leitura do texto, estimulamos os alunos a falarem sobre suas expectativas em relação a cura de doenças, sobre os clones e a mídia, sobre a curiosidade dos cientistas e os conflitos que devem enfrentar enquanto pesquisadores. Também discutiram sobre os limites da Ciência, seus medos e a Bioética, ainda desconhecida por alguns. Nessa aula trabalhei como 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.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Algumas falas escaparam devido à rapidez com que falavam ao mesmo tempo. As falas dos alunos se encontram transcritas no quadro 3:

Quadro 3. Manifestações dos alunos sobre o texto lido

Ra *– Esse Veríssimo é uma piada, essa do homem obsoleto é boa...ai, ai! Será que assim o cientista percebe que* ***só Deus pode criar****? Bem feito, obsoleto!*

Re *– Tem gente que pensa como o Veríssimo, que o homem serve só para procriar e não pensa na obra de cada um durante sua vida. Um monte de clone faria sempre a mesma obra? Que sem graça!*

JV *– Professora o que é obsoleto e paradigma? (buscamos um dicionário na coordenação, não pretendo dar a respostas pronta, senão ele esquece agora mesmo, se pesquisar poderá aprender por si mesmo).*

AE *– Eu acho que... não nada.. deixa prá lá, esqueci!*

Pro *– Fale AE, dê sua opinião, faça a sua pergunta...*

AE *– Eu acredito que ainda sai alguma* ***coisa boa da engenharia genética,*** *porque minha mãe disse que o bebê de proveta gerou a maior polêmica e deu certo. Na época foi difícil aceitar, não foi?*

TA *– Eu li sobre a* ***cura*** *de doenças. E se a gente parasse de falar só em clone, que eu acho que nunca existirá, e começasse a pensar em gente real, doente, esperando a cura?*

Pro *– Podemos! Vamos pensar em mapeamento cromossômico como meio de se achar o caminho para a cura, células tronco como ferramenta de cura, produção de novos medicamentos e novos procedimentos em genética. Vocês podem procurar artigos em revistas e jornais, na internet e nas bibliotecas das universidades de Bauru. Procurem revistas sérias e vejam quem assina os textos, pesquisem plasmídeos, leiam , escrevam sobre o que leram e tragam para a próxima aula. (Reclamam porque querem queimar etapas, pesquisar dá trabalho e gasta tempo).*

Ti *- Eu tenho um conhecido Down. Será que* ***a engenharia genética*** *tem cura prá ele? Professora, dá prá modificar a carga genética de um embrião com trissomia do cromossomo 21 ou no futuro o destino dele é ser* ***abortado?***

Pro *– Vamos pesquisar e depois discutir, esse é um assunto que envolve diferentes aspectos. Envolve* ***leis,*** *envolve o* ***profissional médico****, o* ***aconselhamento genético*** *e também depende da formação das pessoas envolvidas. É bem complexo.*

PH *– Meu pai tem uma apostila sobre a* ***legislação do aborto****. Quer que eu traga, professora?*

Pro *– Ótimo, assim nós aprendemos também e confrontamos nossas opiniões, mas atenção, é preciso saber ouvir o colega, refletir e juntos chegarmos a uma conclusão. Eu também vou aprender com isso, não sei sobre leis, só algumas leituras e comentários vagos!*

Pa *– Eu não acho que um embrião com Down deva ser abortado,* ***eles merecem viver.*** *Meu vizinho tem Down e é um artista. "Ele é mais educado que eu... risos". É um* ***ser humano de valor*** *porque a mãe dele está sempre conversando com ele com muito* ***amor*** *e elogiando seus quadros. Na família dele é* ***motivo de orgulho,*** *já pensou* ***se ele tivesse sido abortado****... eu hem!!!*

PH *– é,* ***ninguém consegue ser Deus,*** *mas a ciência tem que avançar e* ***as pesquisas não podem parar.*** *Meu pai disse que toda vez que há uma descoberta, muita coisa errada fica para trás. O* ***Brasil*** *não descobre muita coisa pq não tem grana, mas está batalhando* ***na cura do câncer****. O homem que é cientista precisa ter* ***boa vontade e força*** *para não ultrapassar os* ***limites da vaidade****, cê sabe né professora, quando a vaidade sobe na cabeça... É preciso ajudar a* ***humanidade****, tem muita gente sofrendo. (Obs: a mãe do aluno teve câncer e faleceu).*

K *– Se o homem* ***agisse sempre com ética****, quase nenhum seria pesquisador. Eu li que o* ***cientista*** *precisa ter* ***coragem para romper os limites*** *que ninguem tentou para encontrar a cura e nem sempre no final sua pesquisa dá certo. O homem precisa ser* ***curioso*** *para ser pesquisador e nem sempre a curiosidade pára nos* ***limites da sociedade****, porque isso (* ***a ética) é uma regra da sociedade, não é professora?*** *Um cientista bem atrevido consegue ser ético? Você acredita nos* ***raelianos*** *professora?(O pai deste aluno é veterinário, participa de congressos e tem formação religiosa firme).*

Pro *-* ***uma*** *pesquisa desse nível é feita por uma* ***equipe*** *e eles têm umas regras, uns* ***protocolos a cumprir,*** *gente honesta e gente desonesta tem em todos os ramos de trabalho. As vezes podem achar que tudo corre dentro dos limites estipulados e pode ter uma pessoa no grupo de pesquisa que vende informações, que abandona o grupo e vai para outro, que se associa a laboratórios onde possa a ganhar muito dinheiro. Por isso existe a Comissão internacional de Ética, conhecem? São variáveis perigosas, mas não pensem que todo cientista é mau caráter.* ***Atenção,*** *é preciso* ***formar o caráter do homem desde menino****, para que ele seja honesto consigo mesmo e com os outros em qualquer emprego em qualquer relação, em qualquer circunstância. Um homem de princípios pode estar transportando crianças, preparando um almoço num restaurante, descobrindo curas, pode estar desempregado, assim*

como um cidadão sem formação ética pode estar se apresentando de terno e gravata num alto cargo ou assaltando uma banca de frutas. Entendem como funciona a sociedade hoje?

***Ka** – Se a **engenharia genética conseguir "curar" os embriões antes que eles nasçam**, será muito bom, os casais ficarão bem porque **não perderão seus bebês.** Esses com Síndrome de Down teriam cura professora? Até cria de bicho quando nasce mal formado morre, meu pai conta que a mãe berra muito chamando pelo filhote, as vezes morre e desmancha dentro da barriga da mãe...bem que a engenharia genética podia ajudar a evitar isso. (Obs: o pai é veterinário).*

Ma** – Professora, a gente já sabe que **daqui prá frente é só esperar o primeiro clone**. A clonagem é uma **realidade**, a ciência não vai **andar prá trás**. Você acha que o cientista que criar um clone vai **saber lidar** com isso? E nós, **saberemos conviver** com um clone? Não sei não, tenho **receio.

***Pro** – vocês acham que devemos começar a nos prepararmos para conviver com clones por aí? Vocês acham que a cabeça do cientista é muito diferente das nossas cabeças? Vcs acham que os cientistas são completamente destemidos ou completamente seguros? É preciso pensar no **mau uso da ciência**. Na história encontramos vários exemplos de pesquisas que buscavam melhorias e acabaram virando **causa de destruição** e matança. Como foi o caso da energia atômica e do gás sarin. A ciência não é ruim, o mau uso dela pela sociedade é que deixa essas lembranças ...Mais uma vez, é preciso formar um cidadão ético para que seja um profissional ético.*

***L** – melhor **clonar célula jovem** porque a Dolly ficou velha e com a gente pode acontecer a mesma coisa.*

***Pro** – o maior problema é que **os métodos da engenharia genética ainda não estão perfeitos,** mas com o tempo as técnicas se ajustam e a cura vem. É uma questão de tempo e de conversas... (interrompida por eles)*

***TH** – Professora, vem a cura e outras surpresas mais. Já existe clonagem, a técnica já é conhecida, como poderia parar agora? Vamos **pagar prá ver** e o preço vai ser bem alto. Aposto que já tem **clone mal formado** por aí. O que não pode acontecer é a população não ser informada e **as coisas irem acontecendo escondidas**. Tem muita gente **que não entende nada de pesquisa**, mas como tem pessoas doentes na família gostam de **colaborar nas pesquisas**.*

***Pro** – São **voluntários**, essa é outra questão importante na ciência: os testes finais para lançamento no mercado de medicamentos e procedimentos.*

***J** – Eu acho que **só Deus cria, mas o homem pode curar.** Clonar homem inteiro não, mas **clonar órgão é bom e pode salvar vidas.** Eu gostaria de ver um laboratório desses. No Brasil tem laboratório assim professora? A gente pode visitar? A classe se agita... final da aula.*

Tabela 3. Manifestações dos alunos após leitura do texto

1. Só Deus cria	2. Benefícios da Eng. Genética
3. Cura de doenças	4. Portadores de Down
5. Aborto e legalização	6. Aconselhamento genético
7. Valor do ser humano/Amor	8. Evolução das pesquisas
9. Cura do câncer	10. Vaidade humana
11. Agir com ética	12. Coragem para romper os limites
13. Ética social/ Ét científica	14. Formação de caráter
15. Terapia genética/embriões	16. Clone e realidade
17. Mau uso da Ciência	18. Células tronco
19. Aperfeiçoar técnicas	20. Divulgação científica

Podemos observar a riqueza do processo de 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 seus valores religiosos ao afirmar *que só Deus pode criar*. Eles opinam e acabam encerrando suas falas preocupados com a postura dos pesquisadores. Suas preocupações se fundamentam, sobretudo, no fato de o pesquisador ser humano e, portanto,

passível de erro. Por vezes, me perguntaram se todo pesquisador é um cidadão com boa formação de caráter.

Os alunos concordaram que a tecnologia do DNA é uma realidade. Eles acreditam que a cura para alguns males virá e que tudo isso pode ser benéfico, mas lembraram que o cientista é humano, que o 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), que diz ser preciso encontrar uma nova ética ... *a ética da responsabilidade.*

Este seria um momento importante para a intervenção da professora, segundo o autor, quando afirma que a um bom profissional não bastam só as informações, mas, que haja paralelamente, a formação do caráter do indivíduo. Esta intervenção se baseou nos referenciais propostos por Farah (2000), Morin (2000) e Bernard (1990). Além do respeito a Deus criador, aos valores humanos e às expectativas de cura, aparece com freqüência a preocupação com o aborto de embriões mal formados, com a legislação do aborto, com o ritmo da Ciência sempre em frente. Também se preocupam com as atitudes éticas dos pesquisadores apesar de esperarem que eles sejam suficientemente ousados. Nesta aula os alunos fizeram associações de conhecimentos adquiridos em outras disciplinas. Para enriquecer seus comentários sobre as comissoes de ética, recordaram a história da fabricação da bomba atômica, suas reais intensões e as consequências que o mundo sofreu.

Ação 3 - Atividade prática: construção do modelo de DNA

Nesta atividade os alunos construíram modelos de pedaços da molécula de DNA em dupla hélice e no plano. Utilizamos diferentes materiais como isopor, arame, tintas acrílicas, cartolina, barbante e palitos. Na mesma aula fizemos uma revisão teórica sobre a



composição química da molécula de DNA e depois cada grupo escolheu o seu material e começaram a construção do modelo, constando de bases púricas e pirimídicas, desoxirribose e fosfato. Além de agradável, essa atividade foi acompanhada das orientações necessárias e de textos de apoio. O objetivo era localizar as bases nitrogenadas como pontos de mutações genéticas e visualização do local de atuação da Engenharia Genética (observação). Também recordamos os processos de duplicação do DNA, a transcrição e a tradução, conceitos já trabalhados no 1° ano do EM, em 2000. O trabalho foi documentado por fotografias.

Ação 4 – Debate após a projeção do filme "GATTACA"

Nesta atividade (10/09/02) o instrumento utilizado foi um filme de ficção que, somado às aulas anteriores e às atividades já realizadas, teve como objetivo provocar a reflexão - **Da ficção à realidade: os avanços científicos e a perfeição técnica garantem atitudes éticas ao sujeito?**

O grupo iniciou um diálogo e as tendências e opiniões ficaram mais claras. Em pouco tempo, se notavam dois grupos de opiniões diferentes. Após o diálogo inicial **(anexo D)**, os alunos receberam um protocolo para ser preenchido individualmente. Nele, anotaram suas impressões sobre o filme e, ainda, responderam à questão proposta, conforme citada acima em negrito. Os relatos dos alunos foram recolhidos em 12/09/02 e estão documentados a seguir:

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Quadro 4. Manifestações dos alunos a partir do filme GATTACA

Ma - O filme mostra um homem programado geneticamente para ter sucesso que, após sofrer um acidente, se desestrutura e se corrompe, porque perde a capacidade de produzir (nadar e vencer). Sua única saída é **comercializar seu DNA, suas células, seu sangue e sua urina.** Naquela comunidade de pessoas fisicamente perfeitas encontramos pessoas antiéticas, que se aproveitam das fraquezas de alguns e fazem **``contrabando`` de material genético,** como hoje existem pessoas que **falsificam RG e passaporte**. Da mesma forma, é antiético. É só um filme, mas com as novidades da engenharia genética, no futuro, poderemos ter muitas surpresas, algumas desagradáveis, como a **ganância**, por exemplo.

N – *Creio que, com os avanços genéticos, muita coisa poderá mudar no futuro* ***melhorando a saúde, facilitando a identificação de pessoas, resolvendo problemas congênitos e genéticos, além de ajudar nas investigações policiais.*** *A forma de se conceber um filho não pode mudar, não podemos* ***trocar a humanidade pelo progresso.*** *Temos que conciliar os dois e tirar proveitos. Não podemos também, criar uma nova forma de preconceito, o* ***preconceito genético****. Se, para resolver problemas de saúde, necessitamos criar problemas éticos, não há vantagem. Uma coisa interessante, é que o filme mostra que* ***com perseverança se vence obstáculos.***

JV – *O filme mostra que, num futuro não muito distante, o homem irá brincar de Deus, permitindo-se* ***jogar fora seres não muito perfeitos****. Mas isso é ético? Assim como em``Admirável Mundo Novo``, que foi lido por nós, hoje vemos acontecer* ***seleção de embriões****, privilégio de pessoas bonitas sobre indivíduos prejudicados fisicamente (de modo acobertado, mas existe).* ***Será que o homem está preparado para ter tanto poder em suas mãos?*** *Se a ciência trabalhar para evitar crimes e erros, nós poderemos ser mais felizes, mas há uma grande chance desses crimes serem aprimorados, homens inteligentes, mas sem escrúpulos, trabalham para o benefício próprio, mesmo que prejudique os outros. Precisamos lembrar que, por origem, o* ***homem é ambicioso, falho e egocêntrico e por isso precisa estar muito bem amparado valores éticos pq em certas decisões não há como voltar atrás.***

Mu– *O mapeamento do genoma humano surgiu da curiosidade dos cientistas em* ***descobrir cada vez mais o mecanismos*** *das coisas todas, inclusive da vida. Em 100 anos a genética evoluiu tanto que nos assusta. O mundo inteiro está convidado a refletir sobre as conseqüências que essas descobertas podem trazer, porque o cientista eh vaidoso e poderia se descontrolar causando prejuízos sem retorno. As questões éticas que surgem, ao transportarmos o filme GATTACA para a nossa realidade, são aquelas que mexem com os* ***nascimentos, as***

qualidades das pessoas, os embriões não validos sendo descartados... e isso já se discute hoje. *Será que no mundo só haverá lugar para gente muito bonita, muito inteligente, muito produtiva, será que só esses valores farão os povos do mundo mais felizes? O filme nos faz pensar que apesar de todas as vantagens de ser* ***geneticamente perfeito*** *ainda poderá haver* ***corrupção e venda de material genético*** *mais vantajoso, ou seja, criam-se* ***novas formas de preconceito e trafico.*** *Sei que eh ficção mas esta sendo bom* ***parar um pouco para discutir esses pontos pq a ciência caminha com tanta velocidade que as vezes o homem nem tem tempo de assimilar e tomar um posicionamento sobre certas situações novas.*** *Eh preciso discutir todas as novidades que vem ai, pelo conhecimento de genética podemos melhorar nossa opinião, vamos prestar vestibular e quem se aventurar pela área biologia encontrara a genética pela frente e com novidades a cada dia.*

P – *Os pontos relevantes que o filme mostra são a* ***esperança*** *que a genética traz para os doentes, a* ***perseverança*** *que se tem que ter para vencer, a* ***pirataria*** *de material genético que pode vir a ser realidade assim como hoje vemos o comercio de órgãos de modo ilegal. Para os humanos muitas coisas são impossíveis, mas diante dos segredos ainda não desvendados da genética, nada eh impossível.*

J – *Esse filme faz a gente pensar seriamente num possível futuro programado geneticamente. O primeiro filho era não-valido e conseguiu chegar onde quis com sua* ***determinação****, imagine o potencial do segundo filho! Percebi muito* ***preconceito*** *e isso poderá realmente acontecer se toda identidade genética de um indivíduo for desvendada. Minha grande duvida esta na possibilidade de vários embriões serem formados e só um ser escolhido para continuar vivendo, no filme vimos isso acontecer, de seis embriões somente um foi implantado no útero da mãe. E os outros? Serão* ***descartados****? Será que um filho que não seja tão perfeito não merece* ***viver,*** *não merece amor, nem tem* ***valor?*** *São* ***questões éticas*** *que precisam ser* ***discutidas*** *para que o futuro não nos pegue de surpresa. Outro ponto que chamou minha atenção foi a venda do material genético do paraplégico, a* ***falsificação de identidade genética****. Apesar de tanta modernidade o* ***preconceito social*** *sobrevive, hoje sofremos preconceito se não estamos dentro de um* ***padrão que a sociedade impõe*** *e algumas pessoas se torturam por causa desse preconceito e* ***se vendem*** *ou mentem (corrupção)como aconteceu no filme.*

Re – *O filme nos da uma dica sobre a felicidade humana. Nem toda tecnologia foi suficiente para resolver* ***os problemas dos homens****. O indivíduo válido sofre um acidente e perde seu valor, ou seja, seu potencial de* ***produção.*** *O indivíduo* ***invalido*** *luta deseperadamente para provar que também eh capaz e* ***atinge seu objetivo****. Conclusão – é preciso lutar para viver.*

L – *O filme mostra o* ***preconceito*** *que há no mundo quando uma pessoa não e tão bem dotada de rapidez e inteligência como as outras que convivem com ela. Isso acontece aqui no nosso mundo, no nosso tempo real em*



relação as crianças que não enxergam bem, que demoram para entender, que não ouvem muito bem e por isso são ***excluídas.***

AE – *É assustador pensar que no futuro o preconceito contra pessoas com pele escura, com deficiências físicas ou mentais, com menos dinheiro ou que vivam em países pobres possa ser substituído pelo* ***preconceito genético****. Imagine uma pessoa sair da maternidade com todo o seu futuro marcado num resultado de exame, se for* ***um DNA bom****, tudo bem, senão vai sofrer* ***discriminação*** *o tempo todo.*

K – *Acho que nosso futuro não será como no filme mas serve para alertar sobre as* ***interferências*** *que podemos sofrer durante a vida, como drogas, outros vícios, desanimo, etc... Eh importante notar a* ***determinação*** *do filho invalido para atingir seu objetivo - a conquista do espaço.*

G – *O filme nos mostra os* ***avanços da engenharia genética*** *e a* ***mudanças*** *que ela pode provocar no mundo. Vender o próprio DNA é um* ***problema ético,*** *é como se estivesse vendendo a vc mesmo, sua própria identidade. Também não concordo em determinar antes do nascimento as características de um filho,* ***cada pessoa tem seu valor.***

TH – *Acho que o que se quis mostrar foi a* ***corrupção*** *que ainda continuou existindo mesmo depois de tantos* ***avanços tecnológicos****. Não se* ***falsificavam*** *documentos e sim* ***material genético. Concluo que*** *tanta tecnologia de nada contribuiu para a formação ética daqueles indivíduos. Aqui no mundo real, seria o mesmo?*

TB – *Acho que logo seremos surpreendidos pelas coisas que vimos no filme pq a engenharia* ***genética esta avançando*** *muito e muitas doenças serão curadas e muita gente deixará de sofrer. Pelo que vi no filme, o preconceito que hoje existe não se acabou naquele ``futuro`` onde a engenharia genética buscava a perfeição. O preconceito e a discriminação parecem não ter fim, só são substituídos.*

Ar – *A* ***exclusão genética*** *mostrada no filme contraria o avanço que se pretende. Seria uma* ***regressão da sociedade,*** *mudando os preconceitos de pele, raça e credo pelo* ***preconceito genético.***

Rf – *O filme mostrou uma situação muito ruim que foi o* ***preconceito e a exclusão****. Na nossa realidade isso também acontece, mas com outras características. Não devemos excluir os menos dotados, devemos ajudar uns aos outros. Assim como uma pessoa com síndrome deve ter direitos iguais aos sadios. Eu acho que nós* ***devemos estudar para avançarmos na engenharia genética, para curar quem sofre, esse estudo pode ser muito útil;*** *porem devemos saber que* ***não temos o direito de qualificar alguém como inferior por causa de suas características pessoais.***

Rq – *Vendo o filme percebemos que somos únicos e que* ***só cabe a nós a nossa identidade genética. Tudo o que é do outro não fica bem em nós****, muito menos o material genético.*

Tabela 4. Manifestações dos alunos a partir do filme GATTACA.

Opiniões dos alunos	Respostas
1. Comércio de genes saudáveis	1
2. Contrabando de material genético	4
3. Facilitar a identificação de pessoas	1
4. Resolver problemas congênitos	1
5. Auxiliar nas investigações policiais	1
6. Preconceito genético	8
7. Perseguir ideais	2
8. Descartar embriões	3
9. O homem suportaria tanto poder?	1
10. Homem ambicioso	1
11. Homem egocêntrico	1
12. Apoiar a humanidade sobre valores éticos	1
13. Curiosidade científica	2
14. Conhecer, discutir e divulgar a ciência	1
15. Conhecer para opinar	1
16. Esperança aos doentes	3
17. Falsificação de identidade genética	3
18. Corrupção	1
19. Tecnologia não garante felicidade	1
20. Discriminação	2
21. Problemas éticos	3
22. Avanços tecnológicos	2

Podemos observar que nessa atividade os alunos já estão bastante familiarizados com o assunto e emitem opiniões com mais facilidade. Todos querem defender suas opiniões e em várias vezes foi necessário intervir uma vez que querem impor seus pontos de vista. Por divergirem, algumas vezes se irritaram e começaram a falar alto. Contudo, ficou nítida a divisão de opiniões em duas categorias: a) 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) alunos que acharam que a engenharia genética poderá resolver os problemas conhecidos e que é preciso acreditar no progresso da Ciência apesar de ainda existirem problemas técnicos e éticos, tais como resultados imprecisos, o preconceito e a ganância, entre outros.

Em seus relatos, os alunos representantes da categoria **(a)** emitiram opiniões na tentativa de responder à questão proposta, dentre as quais, três encerram 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 em não se fazer nada precocemente. Os alunos deixaram implícitas em suas respostas as expectativas não só de curar, ajudar e resolver 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, já discutida na Ação 1, para que os alunos tenham argumentos enriquecedores da discussão.

Entre os temas levantados pelos alunos durante o debate, está a discriminação genética bastante evidente no filme e que pode, sim, ser uma realidade nova e dura para nós num futuro próximo. Da discussão sobre preconceito surgiu o questionamento sobre os planos de

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

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?"; "Que empresa vai querer empregar um homem que irá desenvolver uma doença genética a qualquer momento?" Encontramos referências à esta preocupação manifestada pelos alunos nas publicações de Farah (2000).

Outras preocupações levantadas pelos alunos e discutidas por Farah, referem- se à seleção de embriões, sua utilização e posterior descarte; 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 pelos que foram 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 tomada de referências, pois ao jovem, posicionar-se, é primordial. É um momento de sua formação que deve ser respeitado, pois servirá de base para reformulações futuras.

Ação 5 - O estudo sobre a Síndrome de Down

Seguindo o cronograma obrigatório do curso, estudamos as **alterações cromossômicas** na aula de 17/09/02. Ao estudarmos a trissomia do cromossomo 21, alguns alunos relacionaram o preconceito das pessoas que desconhecem a Síndrome de Down ao preconceito manifestado no filme "GATACCA", que haviam assistido na semana anterior. Fazendo esta comparação, contextualizamos os conteúdos da sala de aula com a realidade dos portado-

res de deficiências físicas ou intelectuais, que convivem em sociedade. Como atividade complementar, foi sugerida uma pesquisa sobre os portadores a Trissomia do 21, como estratégia de aprendizagem.

O material pesquisado pelos alunos foi trazido para a sala de aula em 24/09/02, selecionado e preparado para a discussão final entre os três grupos. Cada um apresentou uma parte da pesquisa. Agora que já conheciam as condições biológicas, as manifestações físicas e mentais e o mosaicismo, surge a pergunta: "*professora, é legal o aborto quando o feto é portador dessa síndrome?*" Devolvi a pergunta a eles, sugerindo que pesquisassem sobre legislação do aborto no Brasil. Antes que a consulta sobre a legislação do aborto fosse feita, durante a aula, os alunos confrontaram o valor das leis escritas pelos homens com as leis de Deus e os limites éticos da Ciência. A discussão foi curta e tensa quando um aluno concluiu que, talvez uma criança com trissomia do 21 não devesse nascer pois, não teria boas condições de vida, envelhecimento precoce e sofreria muito por isso. A maioria dos alunos espera que a Engenharia Genética possa resolver os problemas causados pela trissomia do 21 e fazer desaparecer essa 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, percebi que os objetivos de minha pesquisa estavam se concretizando. Numa aula de Biologia, quando os alunos são estimulados e envolvidos em discussões, são capazes de se posicionar, pois estão mais informados e têm condições de argumentar sobre o futuro da Genética sobre a humanidade.

Segundo Morin (2000), a Ciência e o desenvolvimento científico baseiam-se no consenso e no conflito. Para resolver esse dilema, não só os pesquisadores, mas todos os cida-

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

dãos devem empreender um jogo democrático com sua participação ativa, nas discussões dos problemas contemporâneos. Conforme o autor, tal participação ativa requer relacionar as questões científicas com as questões de cidadania.

Ao observar a classe durante todo o período da coleta de dados, concluí que este modo de trabalhar os conteúdos (por pesquisas e debates sustentados teoricamente), além de despertar novos interesses a cada aula. Facilita o aprendizado ao apresentar novos caminhos, levantados pelos próprios alunos, a partir de um conteúdo inicialmente obrigatório pelo currículo escolar. Entendo que esse o processo pedagógico amplia e proporciona momentos de reflexões e esclarecimentos para a vida fora da escola.

Estudando Genética e Biotecnologia, os alunos foram estimulados a ultrapassar os limites dos textos didáticos e dos exercícios dos vestibulares. Quando foram expostas as questões éticas sobre o aborto e preconceitos gerados pelas diferenças entre os seres humanos, souberam se posicionar. A questão da religiosidade, aliás bem desenvolvida por alguns alunos, e as questões relativas à vaidade do homem cientista em resolver problemas, bem como conquistar títulos, também ficaram nítidas.

Ação 6 – Aplicação da questão aberta final

Na aula de 09/11/02 foi aplicada novamente a mesma questão inicial, agora com o objetivo de observar se houve mudança na postura dos alunos após esse trabalho. A questão proposta foi "***Hoje os cientistas já estão conseguindo manipular o DNA. Na sua opinião, que conseqüências (boas e ruins) isso pode trazer para a sociedade?"*** As respostas dos 18 alunos encontram-se organizadas numa tabela comparativa em duas categorias (conseqüências boas e conseqüências ruins), como no início dos trabalhos.

Tabela 5: Percentual das respostas obtidas na questão aberta final

Conseqüências boas	%	Conseqüências ruins	%
1. Curas (11)	61,1%	Vaidade (8)	44,4%
3. Bons alimentos (10)	55,6%	Crise de valores éticos (8)	44,4%
Prevenção de doenças (7)	38,9%	Comércio de genes (4)	22,2%
2. Esclarecimentos aos leigos (6)	33,3%	Células velhas (4)	22,2%
4. Facilidade de transplantes (5)	27,8%	Abortos provocados (4)	22,2%
5. Reconstruir genes defeituosos (4)	22,2%	Crise nas religiões (3)	16,7%
Avanços na ciência (4)	22,2%	Preconceito (3)	16,7%
Controle de poluentes (3)	16,7%	Embriões descartados (3)	16,7%
Garantir a reprodução (3)	16,7%	Descontrole ambiental (2)	11,1%
Participação popular (3)	16,7%	Nascer monstro (1)	5,6%
Banco de órgãos (2)	11,1%	Nova raça meio humana (1)	5,6%
Futuro melhor (2)	11,1%		
Criar ser perfeito (1)	5,6%		
Vida eterna (1)	5,6%		
Total final de categorias = 62		Total final de categorias = 41	

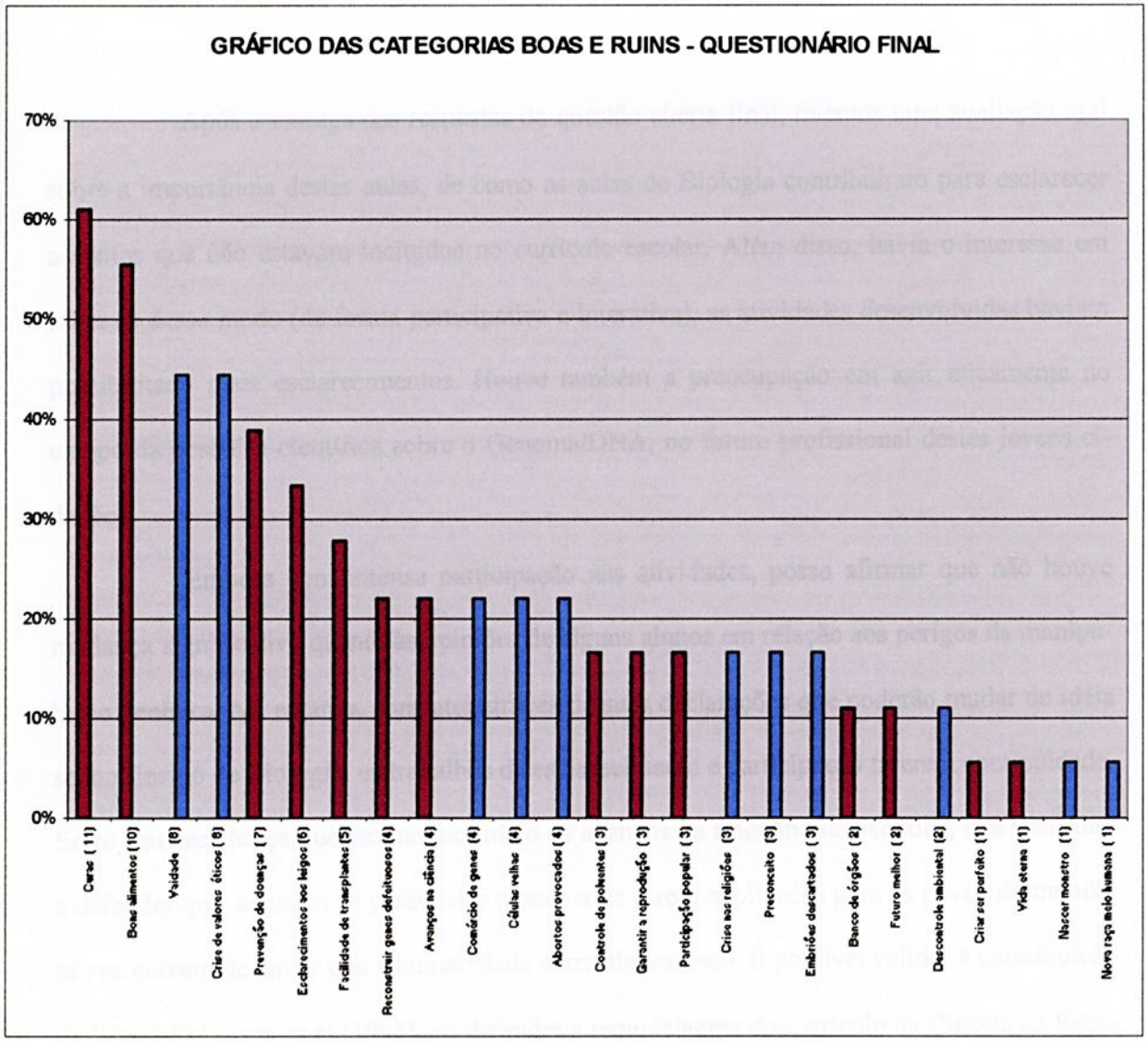


Gráfico 4 Porcentagens das categorias boas e ruins após aplicação da questão aberta final

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 por Bogdam e Biklen: "[...] *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)".

Após a entrega das respostas da questão aberta final, tivemos uma avaliação oral sobre a importância destas aulas, de como as aulas de Biologia contribuíram para esclarecer assuntos que não estavam incluídos no currículo escolar. Além disso, havia o interesse em saber se desse modo (de forma participativa e interativa), as atividades desenvolvidas haviam possibilitado mais esclarecimentos. Houve também a preocupação em agir eticamente no campo da pesquisa científica sobre o Genoma/DNA, no futuro profissional destes jovens cidadãos.

Embora com intensa participação nas atividades, posso afirmar que não houve mudança significativa quanto às opiniões de alguns alunos em relação aos perigos da manipulação genética. No entanto, constatei através de suas declarações que poderão mudar de idéia se, no Ensino de Biologia, os trabalhos de esclarecimento e participação tiverem continuidade. Entre aqueles alunos que temiam no início 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, desse modo, esclarecer a população jovem, capacitando-a para, no futuro, atuar criticamente tanto na vida cotidiana como na busca de soluções para problemas sociais.

Não acredito que seja necessário mudar o currículo das Ciências como solução para estes meus alunos. A partir do currículo vigente, trabalhando de modo reflexivo com a prática de debates, pesquisas e comunicação das recentes descobertas científicas. Podemos levar os alunos a trabalharem sob hipóteses alternativas e ou novas proposições teóricas. 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 cor-

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

rompido 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 os cientistas,os cidadãos comuns esclarecidos e atuantes ou, até mesmo, um governante.

Chamou-me a atenção, no decorrer das análises, que três alunos mantiveram suas opiniões e afirmaram que só Deus cria e modifica onde tem que haver modificação. Eleş acham que é muito perigoso pôr na mão do homem o destino de uma raça porque o ser humano é passível de erro e, portanto, ganancioso e antiético. 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 aqui um forte apelo religioso, marcado pela formação familiar-religiosa da maioria dos alunos. 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 sugeri que o levássemos para a aula de Filosofia, conduzida por uma professora mais bem qualificada para tal discussão, com a qual eu poderia aprender junto deles .

Estas constatações me deram a certeza de que, ao ensinar Biologia sob uma abordagem curricular conceitual, procedimental e atitudinal, conforme Zabala (1998), é o caminho para a aprendizagem significativa dos conteúdos. Os alunos demonstraram grande interesse em participar, questionando e pesquisando para reelaborarem seus conhecimentos. Ainda segundo Zabala (1998, p.48), a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um *conhecimento e uma reflexão* sobre os possíveis modelos, uma *apropriação e elaboração* do conteúdo. Isso

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

implica em uma *análise* dos fatores positivos e negativos, *um maior posicionamento e envolvimento afetivo,* bem como, uma *revisão e avaliação da própria atuação.*

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho realizado com alunos do Ensino Médio, durante minhas aulas de Biologia, permitiu-me elaborar algumas considerações enquanto professora-investigadora de minha própria prática pedagógica. Em relação aos alunos, os focos principais nesta pesquisa foram: perceber o nível de compreensão sobre conceitos de Genética e quais atitudes começam a construir (e a adotar) em suas vidas cotidianas em relação aos valores que envolvem conceitos de Engenharia Genética.

Através das declarações dos alunos, colhidas nas atividades que compõem esta pesquisa, percebemos forte influência de crenças associadas a 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.

Também durante suas discussões, os alunos referiam-se à Ética religiosa como ponto de partida para refletir e emitir suas opiniões. Essa é uma característica própria e importante deste grupo, formado por alunos de uma escola de credo confesso. Essa característica indica 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, percebi que ainda predomina a visão utilitária da Ciência, motivada por razões pessoais. Apesar de não ter verificado grandes alterações nas suas respostas antes e depois da realização das atividades, é possível afirmar que eles conseguiram integrar conceitos de diferentes áreas para a construção de um pensar reflexivo. Ainda que isso tenha se evidenciado apenas em algumas situações. Um exemplo, quando afirmaram que as pesquisas genéticas não devem ser interrompidas, que a população precisa ser esclarecida e infor-



mada sobre tais pesquisas. Eles estenderam nossas discussões para as aulas de História, Atualidades e Filosofia. Nesse momento, percebi o processo de construção de conhecimento científico, que se instala, ainda que se desenvolva de diferentes modos em diferentes alunos.

Em alguns alunos já foi possível evidenciar mudanças de atitudes através de suas respostas. Para outros entendo que ainda é preciso dar tempo, porque estão num estágio ainda presos à Ética familiar e religiosa. Apenas entraram em contato com a Ética científica. O mais importante é que foram estimulados e despertados e, a partir de agora, terão outros referenciais para confrontarem e refletirem.

Nessa pesquisa, a possibilidade de trabalhar como professora-pesquisadora foi muito enriquecedora. Na realidade, nós professores, estamos constantemente observando e avaliando nossa prática, nossos alunos e nossa escola. Mas não costumamos sistematizar os dados observados ao avaliá-los. A sistematização destes dados nos direciona para um processo reflexivo, que culmina com a tomada de atitude sobre a ação, ou seja, seu replanejamento. Ao avaliar para replanejar, o professor terá apoio nos dados colhidos dentro do seu próprio ambiente de trabalho, relativos aos problemas e sucessos de seus alunos, conduzindo 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, a seleção de atividades diversificadas, capazes de motivar os alunos a reelaborarem as informações, a orientação das atividades (enquanto docentes) e a avaliação dos resultados (enquanto pesquisadores), com a visão do mundo exterior trazidos pelos nossos alunos. Ao adotar a prática da investigação em ação o professor irá sistematizar sua prática e, ainda que trabalhoso, ampliará o domínio dos conteúdos. Terá agilidade para perceber tendências e dificuldades dos alunos, uma vez que os problemas vão se delineando durante o

unesp

processo; além de boa vontade para planejar atividades desafiadoras e persistência para anotar diariamente os aspectos observados.

Ao fazer anotações sobre sua prática e sobre os resultados apresentados pelos alunos, o professor tem em mãos um material rico para refletir e mudar quando for necessário. Existe uma certa resistência, natural no ser humano, quando se trata de mudar e optar pelo novo, mas se um professor se propuser a adotar essa forma reflexiva de trabalho, estará contribuindo para, junto com os alunos, se tornarem críticos e reflexivos e, ao mesmo tempo, evoluírem em seus trabalhos docentes e discentes. Aliás, condições essenciais para atender às necessidades formativas hoje exigidas para professores em geral.

A produção científica na área da Genética é grande, a veiculação de notícias é rápida e cabe a nós, professores de Biologia, fazer circular as informações científicas e corretas, atreladas aos conteúdos obrigatórios do ensino de Genética, dando-lhes significados e facilitando seu aprendizado pelos alunos. Para que isso ocorra, não será necessário mudar o currículo da Ciência, mas sim, a forma como os professores trabalham esses conteúdos.

Destaco ainda, o trabalho interdisciplinar que foi se constituindo ao longo da pesquisa. Paralelamente aos conteúdos obrigatórios da genética para o Ensino Médio, conforme desenvolvíamos as atividades especiais da pesquisa, surgiam interesses diversos. Para satisfazer a estes interesses, fizemos algumas pesquisas e procuramos a ajuda dos professores de Química, História e Atualidades para discutirmos sobre as intenções da Ciência e dos cientistas no evento da descoberta da Energia Atômica, que culminou na construção da bomba atômica e também, na influência da tecnologia sobre a sociedade. Recordando sobre a bomba atômica, os alunos entraram numa discussão sobre caráter, ética e religião. Nessa área, a professora de Filosofia orientou temas sobre Ética humana, Ética religiosa e Ética científica.

Em conclusão, diria que este foi um modo de trabalho que requereu dos professores, senso de equipe, colaboração voluntária e desprendimento. É comum professores dizerem

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

que a interdisciplinaridade é trabalhosa e que não há tempo para interagir com outros professores. Durante esse trabalho pude perceber que conduzir o aluno para o estudo por pesquisas é um caminho para se chegar à interdisciplinaridade. A pesquisa desperta interesses por assuntos correlatos e amplia seus conhecimentos. Numa escola em que os professores trabalham em equipe, não há dificuldades em um colega auxiliar o outro quando seus alunos necessitam.

Não se trata de elaboração de projetos, com temas específicos, construídos por um grupo docente, mas de prática interdisciplinar. Trata-se de instituir um trabalho colaborativo entre conteúdos, que tenham interface com várias áreas do saber. Trabalhar como professora e pesquisadora foi importante para que eu pudesse avaliar minha própria prática e compreender que os caminhos do trabalho interdisciplinar são possíveis. Também foi importante para que eu e meus alunos conseguíssemos um crescimento pessoal e cultural que, ao longo do ano, nos levaram a conduzir nossos debates de modo crítico e reflexivo. Para isso não há receita. É preciso partir da noção de Complexidade do conhecimento, defendida por Morin e perceber a fragmentação dos saberes. Trabalhando como professora–pesquisadora, construí minha própria concepção de interdisciplinaridade e hoje sei como trazer isso para a minha sala de aula. Eu tenho que pensar o mundo de forma interdisciplinar e então, buscar meus pares para me ajudar a compreender o mundo e complementar meu trabalho pedagógico. Essa forma de pensar e de agir nos torna professores cada vez mais responsáveis. Acredito que, através desse processo, certamente serei capaz de novas rupturas em relação ao velho paradigma de ensino por transmissão e recepção. Recomendo minha prática para que, no Ensino de Ciências, os professores se aproximem, enriqueçam seu trabalho, ampliem o diálogo, continuem a aprender enquanto ensinam e sejam reflexivos. Conclui que é possível ensinar Biologia e Ética estimulando áreas importantes para a formação pessoal do aluno.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, B.S. **História da filosofia**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

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 sansionada 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 Educaçãoe Cultura, 1999, 364p.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. 8. ed. São Paulo: Ática, 1997.

COHN, G. **Evolução após Auschwitz**. In: ADORNO,T. Ática, 2.ed. 1994.

DAVIES, K. **Decifrando o genoma - corrida para desvendar o DNA humano**. São Paulo: Companhia das letras, 2001.

FARAH, S. B. DNA – **Segredos e mistérios**. São Paulo: SARVIER, 2000.

FERREIRA, A B.H. **Dicionário Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S/A, 1988.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e á 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

GRAUPNER, H. **Eles estudaram a vida**: a história da biologia. Trad: Marina Gaspari. São Paulo: Melhoramentos, 1963.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M.E.D. **A pesquisa em Educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU Ltda, 1986.

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 > .

MINAYO, M.C.S.(org). **Pesquisa social** - teoria, método e criatividade.18 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

MONOD, J. **O acaso e a necessidade**. Petrópolis: Vozes Ltda, 1971.

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.

PENA-VEGA, A.; ALMEIDA, C.R.S.; PETRAGLIA, I. **Edgard Morin**: Ética, cultura e Educação. São Paulo: Cortez, 2001.

PRESTES, M. E. B **Teoria celular** – São Paulo: Scipione, 1997.

REVISTA FAPESP: **Suplemento Especia**l – Clonagem. n. 73, mar.2002. 24p.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

RIOS, T. **A Ética e competência**. 11.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SEVERINO, A . J. **A filosofia contemporânea no Brasil** – conhecimento, política e educação. P etrópolis: Vozes, 1997.

SGRECCIA, H. **A bioética e o novo milênio**. EDUSC, 2000.

SCHÖN, D. **La formacion de profissionales reflexivos**. Barcelona: Paidos, 1992.

STRATHERN, P. **Crick, Watson e o DNA**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

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-ROBINS, 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.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

ANEXOS

ANEXO A – Questão aberta inicial

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus Universitário de Bauru
Faculdade de Ciências
Departamento de Educação

Caro(a) aluno(a):
Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre A compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA, em andamento no *Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência* desta Faculdade.
A finalidade do questionário é levantar dados para esta pesquisa e sua resposta à questão inicial será usada para fins didáticos. Em caso de divulgação dos dados coletados garantimos a preservação de sua identidade.
Assim, solicitamos sua colaboração em explicitar sua resposta da maneira mais detalhada e espontânea possível, mostrando o que realmente você pensa sobre o tema em discussão. Agradecemos sua colaboração.
Mestranda Sandra Bevilaqua - PG/F.C.
Profª Dra. Ana Maria Caldeira - Depto. Educação/F.C.

I. Dados Pessoais

Nome: _____

Endereço: _____

C.E.P._____ Telefone:(14)_____
E mail:_____

Nome da escola onde estuda:_____ série:_____

Cidade/Bairro: _____

Nome do(a) professor(a) de Biologia: _____

Hoje os cientistas já estão conseguindo manipular o DNA. Na sua opinião, que conseqüências (boas e ruins) isso pode trazer para a sociedade?

ANEXO B - Textos de apoio lidos durante a realização das atividades de pesquisa

1. O que vem agora? Clones humanos? por Fátima Oliveira.
2. DNA, o Sherlock Holmes dos tempos modernos – por Sérgio Danilo Pena
3. O bebê de proveta e a barriga de aluguel – editorial do Sistema UNO de Ensino, ed. Moderna
4. O Brasil entra na festa – Revista Galileu, nov. 1999.
5. Ética na pesquisa – Jornal do Brasil, 20 nov. 2000
6. Os subterrâneos do Projeto Genoma Humano – Sistema UNO de Ensino, ed. Moderna.
7. Engenharia Genética na trilha da cura de doenças humanas - Sistema UNO de Ensino, ed. Moderna.
8. Síndrome de Down cai na mira da genética – Isabel Gerhardt, Folha de São Paulo, 1° fevereiro de 2001, p. A13.

O que vem agora? Clones humanos?

"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 espermatozóide perdeu sua função no mundo. Estávamos no mundo para fazer espermatozóide. A Capela Sistina, a Nona Sinfonia, a Itaipu Binacional, tudo foi produção secundária, tudo 'bico'. Nossa missão era fornecer o espermatozóide; nossa missão acabou."

VERÍSSIMO, L. F.



Em 1996, Ian Wilmut, embriologista escocês, apresentou Megan e Morgan, ovelhas clonadas pelo método tradicional (partição de um embrião normal). O mesmo cientista, em 1997, trouxe Dolly, nascida em junho de 1996 e obtida por uma técnica de clonagem "de última geração".

Os cientistas estão aprendendo a dominar as técnicas básicas para se "fabricar a vida" por meio da transferência de genes de um organismo para outro, da fertilização de uma espécie por outra, da clonagem tradicional (isto é, a produção de cópias idênticas a um original) e da clonagem "tipo Dolly".

A clonagem é uma biotecnologia por meio da qual são produzidas cópias de organismos, células ou genes; ou seja, é um processo de reprodução assexuada. A clonagem clássica ou tradicional (realizada desde 1952) necessita do gameta feminino e do masculino. Trata-se de uma imitação de um processo natural conhecido como **fissão gemelar**, por meio do qual um único embrião pode se dividir em dois ou mais embriões.

A clonagem "tipo Dolly" ou "de última geração" não necessita do gameta masculino, pois usa o núcleo de uma célula diferenciada. A clonagem "tipo Dolly" é uma técnica científica que teve grande repercussão, já que oferece amplas possibilidades se a ela agregarmos as potencialidades da manipulação genética.

O sentimento de "em via de extinção", que acometeu Veríssimo diante de Dolly, é procedente e merece solidariedade. Vejamos novamente: "[...] o homem começou a ficar obsoleto. [...] já estou me sentindo como um 'disco de vinil'. Teoricamente o espermatozóide perdeu sua função no mundo. Estávamos no mundo para fazer espermatozóide. A Capela Sistina, a Nona Sinfonia, a Itaipu Binacional, tudo foi produção secundária [...]. Nossa missão era fornecer o espermatozóide; nossa missão acabou".

De fato, o texto de Veríssimo faz alusão a importantes conclusões científicas, estabelecidas a partir da clonagem "tipo Dolly". Vejamos algumas delas.

1. Dolly não é uma réplica 100% idêntica, posto que o "outro genoma" é oriundo do citoplasma do óvulo que, como disse Ian Wilmut, pertencia a outra ovelha. A contribuição biológica para a fecundação não é igual para fêmeas e machos. Somente as fêmeas transmitem o chamado "outro genoma", isto é, o DNA mitocondrial que também contém informação genética.
2. É possível fazer o núcleo de uma célula diferenciada retornar ao estágio indiferenciado. Pelo menos no tocante à célula de glândula mamária de ovelhas, isso é viável.
3. O núcleo de uma célula somática, que porta a totalidade do genoma, pode reativar os seus genes em determinadas condições e gerar um novo ser.
4. Do ponto de vista técnico, é possível obter um ser humano utilizando os mesmos procedimentos adotados para conseguir Dolly.

A clonagem clássica, a partir de células de embriões, coloca em cena inúmeras preocupações éticas e nenhuma novidade técnica. A clonagem "tipo Dolly" confronta inúmeros paradigmas científicos e éticos, se aplicável em humanos. A chegada de Dolly rompeu barreiras científicas e éticas.

E agora? Para a obtenção de clones, na forma clássica ou de "última geração", podemos prescindir de Engenharia Genética. O que ninguém sabe responder é exatamente qual o grau de repercussão dessas tecnologias tão poderosas quando juntas e onde isso vai dar.

Os cientistas têm o direito de decidir, sozinhos, em seus laboratórios e na surdina, o futuro da espécie humana?

OLIVEIRA, Fátima. Texto escrito especialmente.

Depois de ler o texto apresentado, responda às questões seguintes.

1. Há grupos que lutam pela liberação sem restrições da clonagem de pessoas. Como você analisa esta posição? Que riscos e benefícios você poderia associar à clonagem de seres humanos?
2. O nome da ovelha Dolly é uma "homenagem" à cantora *country* norte-americana Dolly Parton.



JOE THOMAS-ONLINE USA/NEWSMARKERS-GETTY IMAGES

"Ninguém poderia pensar em um conjunto mais impressionante de glândulas mamárias do que as de Dolly Parton." (Ian Wilmut, coordenador do grupo de pesquisadores que criou Dolly, explicando como foi escolhido o nome da ovelha.)

Em sua opinião, esse critério de escolha foi adequado para um pesquisador com a projeção internacional de Ian Wilmut? Justifique sua resposta.

DNA, o Sherlock Holmes dos tempos modernos

A incerteza da paternidade é tão antiga quanto a humanidade. A concepção ocorre no interior do corpo da mulher e, assim, não admite testemunhas. Em conseqüência, embora a mulher esteja sempre 100% certa de que as crianças por ela geradas são biologicamente suas (com exceção da possibilidade de trocas no berçário, um fenômeno novo na história da humanidade, já que no passado virtualmente todos os partos eram domésticos), o homem tem muitas vezes de lidar com a incerteza da paternidade (entretanto, na grande maioria dos casos essa incerteza não é consciente). Como reza o dito popular: "Os filhos de minhas filhas meus netos são; os filhos de meus filhos... serão ou não?".

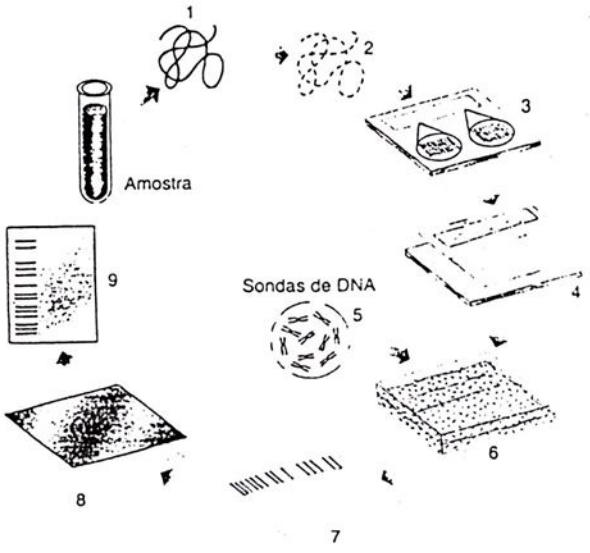
PENA, Sérgio Danilo. *Bioética*. v. 5, 1997.

Uma pessoa alega ser filha de um astro de televisão e requer que a paternidade seja reconhecida. O juiz encarregado do caso solicita que seja retirada uma amostra de sangue dessa pessoa, da mãe e do suposto pai.

Os policiais chegam ao local onde um assassinato foi cometido, e alguns fios de cabelo do criminoso são encontrados nas proximidades. Em outro lugar, uma mulher foi estuprada e o médico que a atendeu coletou e conservou parte do esperma depositado em sua vagina.

Até há bem pouco tempo, situações como essas poderiam permanecer indefinidamente sem solução. No entanto, elas podem ser solucionadas graças ao auxílio das modernas técnicas de análise do DNA. Uma pequena quantidade de material biológico permite esclarecer com precisão quase absoluta crimes ou investigação de paternidade.

A técnica permite concluir, com exatidão de quase 100%, se o material genético encontrado em uma amostra de sangue, de cabelo, de esperma ou de outro material biológico (1) é de determinada pessoa. A técnica baseia-se no fato de que o DNA de cada ser humano possui pedaços que se sucedem de forma peculiar, repetindo-se em tamanhos e quantidades que são únicos para cada indivíduo. Exceto gêmeos univitelínicos, que são geneticamente idênticos, não há duas pessoas com o mesmo padrão de repetição desses fragmentos ao longo de suas moléculas de DNA. Trata-se de uma "impressão digital" molecular.

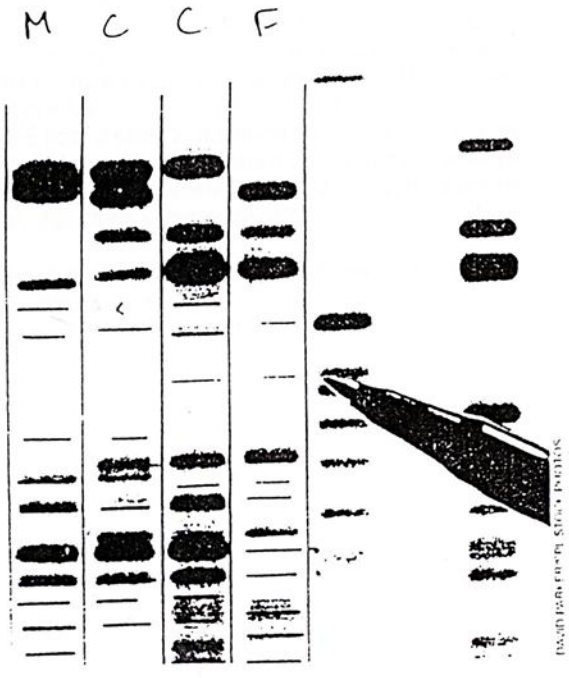


Etapas da "impressão digital" do DNA.

Esse método de análise consiste em fragmentar (2) o DNA a ser testado (amostra) de células — leucócitos, espermatozóides, células do folículo piloso ou outras — por meio do uso de enzimas (ou endonucleases) de restrição. Os fragmentos obtidos são separados por eletroforese (3), como mostra o esquema a seguir. Depois de separados, são transferidos para uma fita de náilon (4).

(5) Sondas de DNA (fragmentos curtos de DNA que se ligam com as seqüências específicas do DNA a ser testado) marcadas com material radioativo são postas em solução, na qual se introduz a fita de náilon (6) contendo o DNA aderido (da amostra).

Depois a fita é lavada, para se remover o excesso de sondas de DNA em solução (7), e colocada em contato com um filme de raios X (8). O filme será marcado apenas onde houver fragmentos de DNA radioativo (sondas) aderidos aos fragmentos de DNA da amostra que estavam na fita de náilon, estabelecendo-se um padrão de faixas que é absolutamente individual (9).



Quando o material examinado é sangue ou outro tecido que contenha células diplóides, deve ser total a coincidência com o DNA obtido do sangue do suspeito. Em DNA obtido de espermatozóides, há concordância pela metade, porque os espermatozóides são células haplóides.

Nos casos de investigação de paternidade ou de identificação de crianças desaparecidas, o DNA do filho apresenta 50% de concordância com o DNA de cada um dos genitores.

O bebê de proveta e a barriga de aluguel

Em 1978, em uma maternidade da Inglaterra, nascia Louise Brown. Seu nascimento trouxe esperança para numerosos casais que não podiam ter filhos, pois foi ela o primeiro bebê gerado pela técnica (hoje rotineira), chamada fertilização *in vitro* (FIV).

As causas da infertilidade variam: lesões ou laqueadura das tubas uterinas, doenças ovarianas, homens com pequena ou nenhuma quantidade de espermatozóides ou que produzem espermatozóides de pouca mobilidade, vasectomia e outras.

O método de fertilização *in vitro* consiste em estimular a ovulação por meio de hormônios, seguido da aspiração de ovócitos dos folículos, por meio de uma longa agulha. Em laboratório, esses ovócitos são colocados em contato com espermatozóides do parceiro (ou de doadores, quando não for possível obter espermatozóides do parceiro).

Após um período de 2 a 5 dias a partir da fecundação, os embriões são transferidos para o útero, onde poderão se implantar e se desenvolver. Para que a implantação possa ser bem-sucedida, faz-se previamente a estimulação hormonal do endométrio.

> A literatura especializada registra um sucesso de cerca de 30% na transferência dos embriões.

Existem situações em que o útero não permite a implantação, seja por malformação congênita, seqüelas de doenças inflamatórias ou outras causas. Nesses casos, o embrião pode ser gerado com gametas do próprio casal e implantado em uma receptora, que irá "emprestar" seu útero. É a chamada "barriga de aluguel".

Em pecuária, onde as questões éticas não suscitam tanta polêmica, a transferência de embriões é um método que permite aumentar a produtividade dos rebanhos. Gametas de fêmeas de excelente qualidade são fecundados por espermatozóides provenientes de machos também de boas linhagens. Os embriões obtidos são aspirados dos úteros dessas fêmeas e transferidos para fêmeas que podem não apresentar todas as potencialidades das doadoras dos gametas, mas que tenham mostrado aptidão para o parto e para o aleitamento. Dessa forma, as doadoras são poupadas da gestação e poderão continuar cedendo gametas para a geração de outros embriões.

Depois de ler o texto apresentado, faça o que se pede.

1. Há implicações éticas, morais e religiosas envolvidas nas técnicas de reprodução humana assistida, mas são inegáveis os progressos que já foram alcançados. Aponte e debata em grupo algumas dessas implicações.

2. Em artigo publicado pelo informativo jurídico digital *O Neófito* em 10 de agosto de 2000 (http://neofito.direito.com.br), a deputada federal Sandra Starling (professora titular do Departamento de Sociologia da UFMG) levanta algumas questões polêmicas.
   - Como se definiria a filiação quando, por "encomenda", gametas fossem retirados de uma mulher anônima, fertilizados em laboratório com espermatozóide de um doador também anônimo e implantados em uma barriga de aluguel para "venda" a um casal infértil, desejoso de ter filhos?
   - E o que dizer dos direitos de embriões congelados, sem laços com os doadores de gametas masculinos e femininos que lhes deram origem? Podem ser comprados?
   - É lícita a seleção eugênica do nascituro, como se o feto não passasse de uma mercadoria de catálogo, podendo ser previamente escolhidos o sexo, a cor da pele, dos olhos e dos cabelos?

Discuta essas questões com os colegas e o professor, na sala de aula.



O Brasil entra na festa

"Entramos sem ser convidados nessa festa, e vamos fazer a nossa parte!" É assim, com sorriso confiante e uma ponta de orgulho na voz, que o professor de Física da USP José Fernando Perez, 54 anos, descreve o competente salto que deu a pesquisa brasileira, dois anos atrás, quando um grupo de cientistas tramou em São Paulo o início de um projeto genoma — um trabalho que, até então, só se fazia em centros mais adiantados, como Nova York, Tóquio ou Paris.

Os países desenvolvidos investiam fortemente em pesquisa genética e o grupo percebeu que não bastava correr: era preciso "dar um salto". Como diretor científico da Fundação de Amparo à Pesquisa (Fapesp), que recebe por ano 1% da receita tributária do Estado de São Paulo (este ano, cerca de 190 milhões de reais), Perez ajudou a estruturar a aventura: o objetivo não era descobrir isto ou aquilo; era formar gente competente, dotar laboratórios de material novo e adequado, trabalhar em algo útil para o país.

A onça contra o tigre

A coisa andou melhor do que eles próprios imaginavam. Em 24 meses, com 34 laboratórios e 200 pesquisadores envolvidos em quatro diferentes projetos de genoma, os brasileiros surpreenderam os cientistas estrangeiros com sua rapidez e criatividade. Foi montado um laboratório virtual, assentado em uma rede na Internet, pela qual universidades e centros de todo o Estado se comunicam permanentemente. "Não tem prédio nem administração, os recursos vão todos para a pesquisa", garante Perez.

Parodiando o nome TIGR (The International Genome Research, Pesquisa Genômica Internacional, um grande banco de dados de seqüenciamento genético), deu-se a tal rede o nome de ONSA (Organization for Nucleotides Sequencing and Analysis, Organização para Análise e Seqüenciamento de Nucleotídeos), cujo símbolo é uma brasileiríssima onça-pintada.

Potentes seqüenciadores automáticos de DNA (um dos quais, o MegaBace, custa 300 mil dólares) foram comprados e distribuídos. Consultores de prestígio foram chamados a acompanhar a aventura — o inglês Steve Oliver, o belga André Goffeau e o grego John Sgouros, que nos primeiros seis meses ficaram surpresos com a rapidez e praticidade dos aprendizes. Por todos os lados, enfim, a operação rompia as tradições de atraso, desconhecimento e desperdício de recursos na política científica nacional.

A escolha da primeira tarefa — o seqüenciamento dos genes de uma bactéria responsável pela praga do amarelinho, que infeniza as lavouras paulistas — foi longamente discutida. Não podia ser algo muito complexo: não tínhamos *know how* para tanto. Também não podia ser algo genérico ou inútil, que pouco ensinasse aos pesquisadores. Terceiro, como o dinheiro não pode ser perdido em curiosidades, era preciso buscar algum benefício prático para o país. A *Xylella fastidiosa* (nome científico da bactéria) "estava de bom tamanho". Trata-se de uma bactéria de cerca de 2,7 milhões de bases químicas e seria, em todo o mundo, o primeiro genoma de um agente infeccioso de vegetais. Seu controle, quando terminado o trabalho, trará melhores safras e mais qualidade, nos cítricos e no café. "Mas o principal produto desses projetos", observa Perez, "é gente; gente competente, para trabalhar no ambiente acadêmico, nas empresas, propiciar um salto na biotecnologia no Brasil."

Os genomas da Fapesp

- Genoma *Xylella* (o primeiro fora do eixo EUA-Europa). Início: 1997. Custo: US$ 12 milhões. Equipe: 34 laboratórios, 100 pesquisadores. Meta: seqüenciamento genômico da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da clorose variegada de citros, CVC ("amarelinho"), que prejudica a citricultura em geral e o café. Impacto: 400 mil empregos.
- Genoma Humano do Câncer. Início: março de 1999. Custo: US$ 10 milhões. Equipe: 39 laboratórios, 100 pesquisadores. Meta: seqüenciar genes dos tumores mais comuns na população brasileira (cabeça, gástricos, colo do útero). Estratégia: aplicar um método de seqüenciamento criado no Brasil.

O que nos reserva o futuro

Em dois anos, o genoma *Xylella* estava praticamente pronto e entrou na fase do genoma funcional, quando, com os genes todos mapeados, começa a tarefa de analisar os mais importantes, saber o que faz cada um deles, que tipo de proteína produz; enfim, onde estão os fatores responsáveis pelos estragos nas colheitas.

Enquanto isso, os outros três projetos prosseguem em ritmo acelerado, em São Paulo (onde há pesquisas na USP e na Unifesp), Campinas, São Carlos, Jaboticabal, Ribeirão Preto, Piracicaba, Botucatu e Mogi das Cruzes, entre outras cidades.

Entretanto, o teste definitivo para emparelhar o Brasil com a melhor tecnologia americana é o Projeto Genoma do Câncer, que a Fapesp contratou em março de 2000 com o Instituto Ludwig. O inglês Andrew John Simpson, seu coordenador, soma dois anos de experiência à frente do projeto *Xylella*. Sua missão é, a partir de amostras de células tumorais obtidas no próprio Hospital do Câncer de São Paulo, fazer o seqüenciamento e identificar na origem as mutações genéticas que levam ao surgimento de tumores.

Galileu, nov. 1999

Depois de ler o texto apresentado, faça o que se pede:

1. "[...] as perspectivas de participação de nações do Terceiro Mundo em projetos genoma são pequenas, acarretando o aumento das disparidades tecnológicas e econômicas entre nações ricas e pobres, que inevitavelmente se tornarão mais acentuadas ao longo do século XXI." (Sérgio Danilo Pena)

   Discuta as possíveis conseqüências das disparidades previstas pelo Dr. Sérgio Danilo Pena para a economia e a saúde pública no Brasil.

2. A Celera Genomics Co. (leia-se Craig Venter), que em 2000 anunciou o final do seqüenciamento do DNA humano em conjunto com o PGH oficial, confirmou ter entrado com o pedido de patente provisória de 6.500 genes humanos. Assessores da empresa afirmam, porém, que seu real interesse restringe-se a "apenas" uma poucas centenas de genes. O anúncio realimenta um velha polêmica: as empresas privadas, por meio de tais patentes, poderão restringir as pesquisas e monopolizar informações sobre o código genético humano.

   a) Por trás dessa questão, há uma outra: a decifração do genoma é uma "descoberta" ou uma "invenção"?

   b) A descoberta de determinado gene — por exemplo, o responsável por uma doença hereditária - é ou não passível de ser patenteada? Justifique sua posição.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Ética na pesquisa

As pesquisas com células-tronco embrionárias causaram polêmica [...] quando o governo britânico divulgou documento apoiando a clonagem de embriões humanos para fins terapêuticos. Uma semana depois, os Estados Unidos anunciaram liberação de verba para estudos com essas células. A condição era que elas fossem extraídas de embriões descartados por clínicas de fertilização *in vitro*. Os críticos desse tipo de pesquisa temem que a manipulação genética vá além das terapias e se torne uma forma de "fabricar" bebês perfeitos.

No Brasil, a manipulação de células-tronco humanas, bem como a clonagem de seres humanos, é proibida pela instrução normativa número 8 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). A pesquisa com células-tronco animais, no entanto, não enfrenta resistência. "Não há lei específica para estudos com animais. A única lei que existe é do tempo do presidente João Figueiredo e é muito genérica. Diz que os animais não podem ser dissecados vivos em escolas de Ensino Médio, por exemplo", diz Willian Saad Hossne, presidente da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

Segundo ele, há apenas uma recomendação da sociedade científica de que cada projeto seja analisado pelo comitê de ética da instituição onde a pesquisa está sendo feita. Há 300 deles registrados no país. As pesquisas com humanos têm que passar pelo aval dos comitês obrigatoriamente, como estabelece a resolução 196, de 1996.

Willian não se opõe às pesquisas com células-tronco humanas, mas ressalta que seu uso deve ser estudado caso a caso. "Não acho que devemos acender o sinal vermelho ou o verde por agora. Quando dominarmos a tecnologia para transformar células-tronco em células dos diversos tecidos, isso será uma maravilha", diz. Eliana Abdelhay, da UFRJ, concorda. "Temos que fazer muitos testes em cobaias antes de passarmos aos humanos".

Jornal do Brasil, 20 nov. 2000.

Depois de ler o texto apresentado, faça o que se pede.

1. Atualmente, tem sido discutido o uso das chamadas "células-tronco" no desenvolvimento de tecidos e órgãos para transplantes. Pesquise mais a respeito e promova um debate na classe, confrontando opiniões favoráveis e contrárias.
2. O site *Globonews* (http://globonews.globo.com/), em 13 de julho de 2001, afirmou que a Academia Americana de Pediatria apóia o investimento público em pesquisas com células-tronco de embriões, mas se opõe à criação desse tipo de célula apenas para fins científicos. A controvérsia surgiu depois que o Instituto Jones de Pesquisa Reprodutiva, financiado por empresas privadas, afirmou ter criado embriões com óvulos e espermatozóides doados, apenas para pesquisá-los.

   Redija uma carta para os dirigentes desse instituto de pesquisa, expressando a sua opinião e argumentando (10 linhas, no máximo).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Os subterrâneos do Projeto Genoma Humano

Foi anunciada, em 26 de junho de 2000, a conclusão preliminar do mapeamento e do seqüenciamento do genoma humano. Inegavelmente tal feito ocupará um lugar na história da ciência ao lado da teoria da evolução, uma das maiores revoluções intelectuais de todos os tempos.

Genoma é o conjunto de genes de uma espécie. Cada espécie tem o seu número ou padrão genômico próprio. Genoma humano é o código genético humano. Mapear é descobrir onde está cada gene e seqüenciar é descobrir em que ordem estão os pares de bases nitrogenadas, que no DNA são: A (adenina), G (guanina), C (citosina) e T (timina).

O Projeto Genoma Humano (PGH) visava mapear e seqüenciar o código genético e elaborar o mapa genético humano. Só esboçaram o mapa. Falta fazê-lo. Nem sabem quantos são os genes humanos (são 40 mil?)

Descobrir a função de cada gene e os seus produtos (as proteínas) não era missão do PGH. São tarefas do Projeto Genoma Estrutural (função e interação dos genes) e do Projeto Proteoma Humano (proteínas produzidas pelo genoma). Então, missão cumprida de uma proposta prevista para durar 15 anos e finalizada em 10, graças ao espetacular desenvolvimento da bioinformática e dois tipos de rivalidade: entre grupos de pesquisas e entre ciência pública e ciência privada!

As hipóteses de coisas boas e imediatas oriundas de tais saberes são: diagnóstico mais preciso das doenças genéticas (os "*kits* de diagnósticos genéticos" e a dita "medicina preditiva") e talvez até a cura de algumas delas. As curas ainda são hipotéticas e, com certeza, assim permanecerão por décadas. Não sabemos como nem quando os povos pobres terão acesso às benesses prometidas. O espectro de terror é a idéia de que tais "coisas novas" possam ser usadas para intentos eugenistas: das condições mais eficazes de discriminação intra-útero (e até na "proveta"!) à modificação da espécie humana; para catalogar seres humanos como superiores ou inferiores... importantes ou desvalorizados; essenciais ou supérfluos... degredados e condenados da genética... expropriados de seus genes e sem privacidade genética.

No fim do túnel, talvez a consolidação da discriminação genética, que repousa em bases racistas e sexistas históricas, todas em geral sob a aura do fatalismo genético — a idéia reducionista e equivocada de que os genes não só podem tudo, como são oráculos infalíveis e funcionam sempre sem interação ambiental!

A idéia de desvendar o genoma humano foi tornada pública, como uma pretensão do governo dos EUA, em 1986, por Charles DeLisi (chefe da Agência de Pesquisa em Saúde e Meio Ambiente do DOE — Departamento de Energia —, responsável pela militarização do conhecimento tecnocientífico do governo norte-americano), com objetivos "patrióticos" de elevar a auto-estima norte-americana (que, segundo a imprensa, estava "em baixa" por causa da derrota na Guerra do Vietnã). O PGH foi implantado, após acaloradas controvérsias e repúdio de célebres biólogos moleculares, como um projeto nacional dos EUA, desenvolvido pelo DOE em parceria com os INH (Institutos Nacionais de Saúde). Embora tenha sido proposto inicialmente por cientistas, deixou de ser um projeto da "comunidade científica", pois pertence à "cooperação internacional" entre os sete países mais ricos do mundo (G7: EUA, Alemanha, Japão, França, Itália, Grã-Bretanha e Canadá), com cerca de 16 laboratórios nos EUA, Japão e Europa, sob comando dos EUA.

A discriminação dos países pobres foi transparente, pois mesmo aqueles que possuíam condições científicas e tecnológicas foram alijados do projeto. Para amainar as polêmicas e disputas, cedendo às pressões de vários países desenvolvidos, os EUA elaboraram um acordo que resultou na criação da HUGO (Organização do Genoma Humano), que realizou seu primeiro encontro na Suíça, ocasião em que James Watson (co-descobridor da "dupla hélice"), a estrela cotada para dirigir o projeto, exigiu que 3% do orçamento total fosse destinado às questões éticas; no que foi atendido.

A convivência entre os centros de pesquisas do PGH jamais foi harmoniosa, sobretudo no tocante às questões éticas. As disputas entre os países — e nos países entre as equipes de pesquisadores e destas com os governos — têm sido a regra. Watson abandonou o PGH, em1992, por discordar da pretensão dos INH de patentear genes humanos.

O ano I do PGH, 1990, foi conturbado, pois os países pobres e em desenvolvimento foram alijados das pesquisas e de qualquer fórum de discussão sobre o repasse dos conhecimentos que seriam gerados. Cientistas da América Latina, já prevendo isso, criaram em junho de 1990, em Santiago, o PLAGH (Programa Latino-Americano do Genoma Humano), composto por empresas de engenharia genética e cientistas preocupados em assegurar a transferência dos saberes do PGH.

Em 1998 entrou na corrida do genoma humano a Celera Genomics, empresa privada norte-americana de Craig Venter, ex-pesquisador do PGH oficial, que desde o início divergia publicamente da técnica utilizada, dizendo que havia caminhos mais rápidos para seqüenciar o genoma humano.

Craig Venter, com suas idéias mercantilistas sobre o genoma humano, é velho conhecido. Sempre defendeu a idéia de patentes para as "descobertas". A divulgação, em 6 de abril de 2000, de que a Celera Genomics ganhara a "corrida do genoma humano" causou comoção na comunidade científica mundial por um motivo elementar: quando ele chefiava uma das principais equipes do PGH, defendia com intransigência o patenteamento do genoma humano. Em 1992, na Conferência Sul-Norte do Genoma Humano, Craig Venter disse ao *Jornal do Brasil* que "a pesquisa do genoma humano não era uma aventura para países pobres". Naquela ocasião já havia solicitado patentes de 3 mil genes, via INH, segundo ele apenas para fomentar o debate!

Ao se desligar do PGH, alegando divergências sobre a "técnica", Craig Venter fundou uma instituição "quase" beneficente de pesquisa, a TIGR (Pesquisa Genômica Internacional), que seqüenciou o genoma do *Haemophilus influenzae* (1995), o primeiro genoma a ser seqüenciado. Com tal feito, Venter habilitou-se a receber vultosos financiamentos privados para competir com a equipe do PGH. De fato conseguiu. Em maio de 1998 criou a Celera (associação com a Perkin Elmer, uma das duas principais fabricantes de seqüenciadores automáticos) e anunciou que, com US$ 200 milhões e em três anos, realizaria o seqüenciamento completo do genoma humano. Àquela época o PGH consumira quase US$ 1 bilhão, entre fundos públicos governamentais e doações, e prometia a seqüência completa apenas para 2005. Venter acusou a equipe do PGH de desperdiçar dinheiro público, usando uma técnica lenta, quando já estava disponível uma mais "acelerada", criada por ele... que o grupo oficial não reconhecia e recusava-se a utilizá-la, por "pura birra"...

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Engenharia Genética na trilha da cura de doenças humanas

Existem organismos muito fáceis de ser cultivados, como as bactérias. Se conseguirmos implantar fragmentos de DNA em seus cromossomos, elas passarão a sintetizar, junto com suas proteínas, as que forem determinadas por esses fragmentos.

Muitas doenças humanas estão ligadas à deficiência de certas proteínas. Uma delas é o diabetes melito, em que há deficiência da insulina, uma proteína com 51 aminoácidos. O gene que determina a produção de insulina pode ser incorporado ao material genético de algumas bactérias, que passam a produzi-la. Assim, torna-se possível a obtenção da insulina no meio de cultura. Por ser insulina humana, embora fabricada por uma bactéria, tem maior eficácia que a insulina de porco, habitualmente empregada no tratamento dos diabéticos.

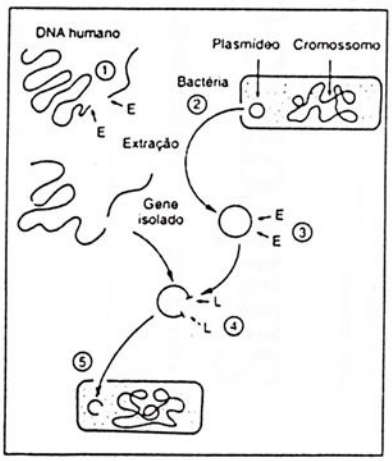
Na hemofilia A ocorre a deficiência do fator VIII, proteína importante para a coagulação do sangue. Sintetizada por bactérias, evita que os hemofílicos tenham de receber sangue ou derivados, permanente ameaça de infecção pelo HIV, vírus causador da Aids.

Desde 1973, quando pela primeira vez foram realizadas com sucesso, as aplicações da manipulação gênica têm alcançado diversas áreas, como a Medicina, a agricultura e a pecuária. Esse procedimento baseia-se na obtenção de moléculas híbridas de DNA, resultantes da fusão de trechos de DNA de diferentes espécies, técnica conhecida como DNA recombinante (ou Engenharia Genética, como é mais usualmente chamada).

DNA recombinante, a base da Engenharia Genética

Em Engenharia Genética, são habitualmente empregados microrganismos, principalmente bactérias. Além de seu cromossomo circular, as bactérias geralmente possuem **plasmídeos**, que são outras porções de DNA dispersas no citoplasma. De modo geral, eles conferem algumas vantagens às células portadoras e podem ser transferidos de uma bactéria para outra.

O processo inicia-se com o fracionamento de DNA humano em pontos específicos de sua seqüência de bases, por meio do uso das endonucleases de restrição (ou enzimas de restrição), extraídas de bactérias, que funcionam como "tesouras químicas". Depois, os cientistas usam essas enzimas para abrir os plasmídeos, segmentos circulares de DNA encontrados em bactérias. Então, os fragmentos de DNA humano são unidos aos plasmídeos bacterianos por meio de outro tipo de enzimas, as ligases.



Técnica do DNA recombinante: 1) Obtenção de segmentos de moléculas de DNA com genes de interesse, através do uso de endonucleases de restrição (E), enzimas que reconhecem e rompem determinadas seqüências de nucleotídeos, nas moléculas de DNA. 2) Extração de plasmídeos bacterianos. 3) Rompimento dos plasmídeos com as endonucleases de restrição. 4) União dos segmentos de DNA com os plasmídeos bacterianos, por meio do uso das ligases (L). 5) Incorporação dos plasmídeos em outras células bacterianas, que passam a produzir a substância cuja síntese é controlada pelo fragmento de DNA veiculado pelo plasmídeo.

Finalmente, penetrando em bactérias, os plasmídeos são usados como vetores (ou veículos) do material genético humano. Ao incorporar os plasmídeos, as bactérias passam a obedecer às ordens que o DNA humano determina.

Organismos transgênicos — ou, mais corretamente, **organismos geneticamente modificados** — são aqueles que contêm material genético de outra espécie inserido em seu próprio. Diversas substâncias podem ser produzidas por bactérias modificadas geneticamente, pela incorporação dos genes que contêm as informações para sua produção.

Animais transgênicos vêm sendo utilizados como modelos para estudo de doenças, como o diabetes e o câncer; é grande, também, seu potencial como sistemas biológicos produtores de proteínas com finalidade terapêutica.

Depois de ler o texto apresentado, responda à seguinte questão:

1. A Biotecnologia vem abrindo grandes oportunidades em diversas áreas, como o tratamento e a prevenção de doenças hereditárias, a produção de vacinas e o desenvolvimento de variedades mais resistentes e produtivas de plantas. Ao mesmo tempo, desperta questões de natureza ética, como a possibilidade apresentada pelo personagem Calvin, na tirinha.



a) Explique o possível interesse de Calvin na obtenção de patentes das formas de vida que vier a criar.
b) Qual é a sua opinião a respeito do assunto?

Tel.: 0/xx/11/224-3178
E-mail: ciencia@uol.com.br
Fax: 0/xx/11/224-4217

FOLHA CIÊNCIA

Serviço de atendimento ao assinante: 0/xx/11/224-3090

PÁGINA A 13 ★ SÃO PAULO, QUINTA-FEIRA, 1º DE FEVEREIRO DE 2001

MEDICINA *Ufscar elege quatro genes e proteínas para investigação, em busca de tratamentos para problemas como leucemia*

Síndrome de Down cai na mira da genética

ISABEL GERHARDT
DA REPORTAGEM LOCAL

Fazer um cerco à síndrome de Down, que ataca no ritmo de 1 a cada 700 nascimentos, com as novíssimas armas da genômica e da proteômica. Essa é a tática do Laboratório de Biologia Molecular da Ufscar (Universidade Federal de São Carlos), que estuda quatro proteínas consideradas responsáveis por algumas características marcantes da síndrome.

O objetivo da pesquisa é entender o que essas proteínas fazem e, com isso, desenvolver drogas que atenuem problemas comuns em portadores da síndrome. Entre eles, leucemia e doença cardíaca.

Os genes que codificam as quatro proteínas ficam num segmento do cromossomo 21 chamado Região Crítica da Síndrome de Down (DSCR). "É uma região de cerca de 6 milhões de pares de bases (as letras químicas A, C, G e T do código genético), o equivalente a um quinto do cromossomo", disse à Folha Flávio Henrique da Silva, coordenador do projeto.

Bactérias e fungos

A síndrome de Down é causada pela presença nas células de três cópias (em vez de duas) do cromossomo 21 (veja quadro). Segundo o pesquisador, a simples duplicação da DSCR pode originar a síndrome. Portanto, a superexpressão dos genes presentes nessa região deve ser responsável pela síndrome", diz Silva.

A estratégia do projeto, na etapa [illegible] produzir os genes [illegible], de maneira que esses microrganismos funcionassem como fábricas produtoras das proteínas, traduzindo a informação contida nas sequências do DNA.

O objetivo foi produzir as proteínas em grande quantidade, para que se pudesse obter o formato tridimensional que elas assumem. Em bioquímica, a forma determina a função.

Dos quatro genes, o que está com o trabalho mais adiantado é o DSCR1. A proteína que ele codifica é encontrada preferencialmente no cérebro e no coração. São órgãos, segundo Silva, "onde a síndrome mostra-se patente pelo retardo mental —comum a todos os portadores— e pelos problemas cardíacos (que atingem 40% dos portadores)".

Silva e sua equipe demonstraram que a proteína do DSCR1 está presente no núcleo das células. É nele que estão os cromossomos, estruturas feitas de DNA e proteínas que "carregam" os genes. Por isso, os pesquisadores acreditam que a DSCR1 deve participar de processos que regulem a ativação de outros genes na célula.

Outra proteína estudada, a DSCR2, está envolvida na proliferação celular. "Muitos portadores da síndrome de Down apresentam uma tendência maior a desenvolver leucemia. Acreditamos que a DSCR2 esteja envolvida nesse processo", afirma Silva.

As outras duas proteínas estudadas são a DCRA e a DCRB, as quais têm funções completamente desconhecidas. Silva e seu grupo, formado por alunos de doutorado, mestrado e graduação, pretendem descobrir quais são.

Silva está implementando no laboratório duas tecnologias que deverão auxiliar na compreensão da função desses genes.

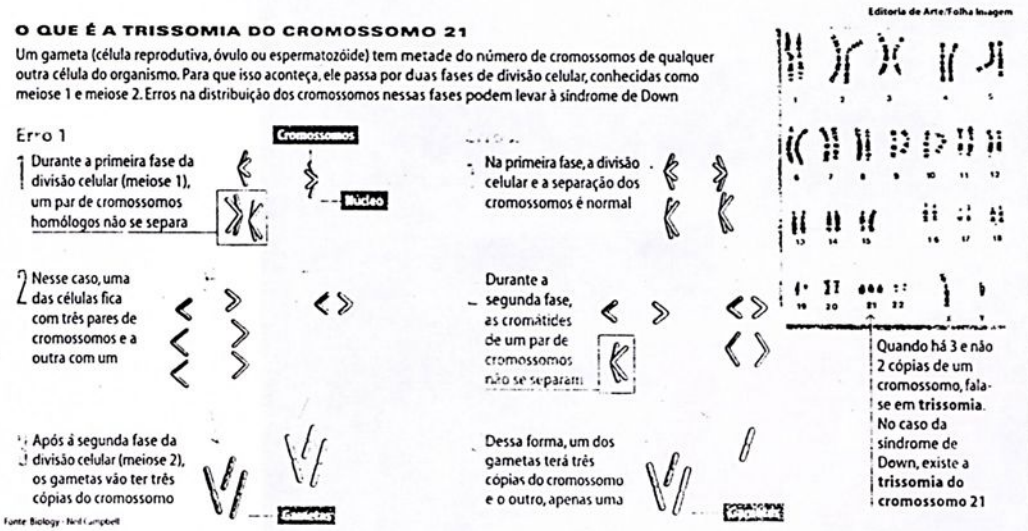
A primeira delas, conhecida pela sigla inglesa Sage (de "análise serial da expressão gênica"), procura determinar quais genes entre milhares presentes nas células são afetados pela superexpressão de cada um dos quatro estudados.

"É uma técnica alternativa ao chip de DNA, mais barata, mas bastante precisa, e que nos dará informações importantes sobre a patogênese da síndrome de Down", diz Silva.

A outra técnica envolve a construção de um miniproteoma (conjunto de proteínas produzidas numa célula), com o objetivo de avaliar como se dá a interação das proteínas produzidas pelos quatro genes com as outras proteínas da célula.

O QUE É A TRISSOMIA DO CROMOSSOMO 21

Um gameta (célula reprodutiva, óvulo ou espermatozóide) tem metade do número de cromossomos de qualquer outra célula do organismo. Para que isso aconteça, ele passa por duas fases de divisão celular, conhecidas como meiose 1 e meiose 2. Erros na distribuição dos cromossomos nessas fases podem levar à síndrome de Down



Editoria de Arte/Folha Imagem

Quando há 3 e não 2 cópias de um cromossomo, fala-se em **trissomia**. No caso da síndrome de Down, existe a **trissomia do cromossomo 21**

Projeto é fruto de programa para jovens cientistas

DA REPORTAGEM LOCAL

No final de 1995, o pesquisador Flávio Henrique da Silva estava terminando o doutorado e precisava montar um projeto para participar de um programa da Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) que incentiva o trabalho de jovens cientistas recém-doutores do Estado.

"Eu sempre quis fazer algo com seres humanos. Estava decidindo que linha de pesquisa seguir, quando um aluno meu apareceu com uma matéria da Folha, cujo título era 'Descoberto o gene da síndrome de Down' ", relembra Silva.

A reportagem se referia a uma pesquisa feita por cientistas espanhóis, que haviam isolado o DSCR1, um dos quatro genes cuja proteína Silva está hoje estudando.

"Contatei o jornal, pedindo que me fosse enviado o trabalho de pesquisa original. Na época, acho que o repórter só tinha o resumo, não o trabalho completo. De qualquer forma, aquela matéria serviu de inspiração para que eu escrevesse o meu projeto", diz Silva. (IG)

ANEXO C - Construção do modelo de DNA



ANEXO D - Grupos de discussão se preparando para debate após assistirem ao filme "GATTACA"



ANEXO E - Trabalhando em Power Point : apresentação dos estudos sobre Síndrome de Down

Síndrome de Down



- 3º Ano do Ensino Médio - 4ª Turma 2010

O que é a Síndrome de Down?

- É uma anomalia cromossômica, também chamada de Trissomia do 21, há um cromossomo a mais e um excesso de material genético que compromete o bom funcionamento do organismo.
- Descrita por Down em 1866.
- Explicada geneticamente por Lejeune em 1959.

Por que SÍNDROME?

- Porque apresenta um conjunto de características físicas e fisiológicas numa mesma pessoa.

Aneuploidia

- É uma mutação cromossômica caracterizada pela não disjunção de um dos pares de cromossomos homólogos, durante a meiose.
- Dissomia (2n-2)
- Monossomia (2n-1)
- Trissomia (2n+1)

Trissomia do par 21

- Alteração numérica autossômica que ocorre em um dos pais, formando um gameta anômalo com 2 cromossomos 21.

A fecundação

- Quando um gameta anômalo une-se com um gameta normal, forma-se um zigoto com um trio 21.

Resultado da fecundação

- O indivíduo com Síndrome de Down será 45A+XX, se for menina e 45A+XY, se for menino.

Características físicas e sintomas

- Hipotonia muscular
- Testículos em menor número
- Língua grande
- Baixa estatura
- Face plana
- Ausência parcial ou completa
- Orelhas pequenas
- Baixa audição
- Problemas cardíacos
- Dedos curtos com 4º dedo curvado
- Prega palmar transversal única (palma)

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Mosaicismo cromossômico

- Um indivíduo pode ser trissômico em todas as células do corpo (trissomia do 21 e todas as células com 3 cromossomos 21 no total)
- Outros casos o indivíduo é normal, mas em um grupo de células, como o sangue, 3 cromossomos 21 e nas demais células, como a pele, dois cromossomos 21
- Ao longo desta palestra vocês terão dúvidas. Como vamos, uma vez que a vida é um processo, 3 cromossomos 21 ou 2 cromossomos 21?

A Situação legal – Brasil

- Aborto é:
- Salvar a vida da mãe
- Em caso de estupro
- Após os exames já feitos, fetos anencéfalos

Projeto genoma Humano

- Estudos essenciais para balizar ações da Biologia Molecular do XXI século
- Objetivo da Pesquisa – conhecer quais e onde estão os genes causadores de doenças

A legislação do Aborto

- Feto com cromossomo do 21 pode ser abortado?



O espaço social

- Diferenças nos significados de células cromossomo, cultura, ser humano, vida, aborto e eugenia
- Dependendo do grupo social, diferentes significados podem ser atribuídos a esses termos, assim como a diferentes culturas e épocas
- A Biologia Educacional é o espaço social onde o professor e o aluno constroem a descontinuidade

Conclusão

- Questões éticas e morais que afetam o cotidiano comum serão facilmente e rotineiras através da educação para esclarecimento e o debate
- A Biologia dos fatos aplicada ao dia-a-dia nos faz mais críticos

Biblioteca - UNESP - Bauru
Aquisição _____ Preço _____
Nº Processo _____
Depto. Solicitante _____
Procedência _____
_____
Incorporado em _____

0810001244

