UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACED – Faculdade de Educação

MARTA DE OLIVEIRA SILVA

NO DESVELAR DE POLÊMICAS CONTEMPORÂNEAS, O DESAFIO DO ENSINO DE BIOLOGIA

Uberlândia, 2007

MARTA DE OLIVEIRA SILVA

NO DESVELAR DE POLÊMICAS CONTEMPORÂNEAS, O DESAFIO DO ENSINO DE BIOLOGIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.
Área de Concentração: Saberes e Práticas em Educação.
Orientadora: Profª. Drª. Graça Aparecida Cicillini

Uberlândia 2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586n Silva, Marta de Oliveira, 1958-
No desvelar de polêmicas contemporâneas, o desafio do ensino de Biologia / Marta de Oliveira Silva. - 2007.
150 f.

Orientadora: Graça Aparecida Cicillini.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação.
Inclui bibliografia.

1. Biologia - Estudo e ensino - Teses. I. Cicillini, Graça Aparecida. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU: 573:37

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação

MARTA DE OLIVEIRA SILVA

NO DESVELAR DE POLÊMICAS CONTEMPORÂNEAS, O DESAFIO DO ENSINO DE BIOLOGIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.
Área de Concentração: Saberes e Práticas em Educação.
Orientadora: Profª Drª Graça Aparecida Cicillini

Banca Examinadora

Presidente Orientador

1° Examinador

2° Examinador

Uberlândia, 05 de Julho de 2007

Aos meus filhos: Michele, Lucas e Henrique,
que constituem o valor supremo de minha
vida e que, em todos os questionamentos
possíveis representam o sentido mais belo,
mais profundo e infinitamente significativo:
O Amor.

AGRADECIMENTOS

À Professora Drª. Graça Aparecida Cicillini, minha orientadora, com admiração, pela competência, compromisso sério e por promover em mim a autonomia, a confiança, enfim... pelas orientações que vão muito além deste trabalho de mestrado.

Às Professoras Drª. Ana Maria de Oliveira Cunha e Drª. Rejane Maria Ghisolfi da Silva pelas críticas e sugestões dadas no meu Exame de Qualificação.

Ao James Madson Mendonça e à Gianny Carlos Freitas Barbosa, da Secretaria do Mestrado da Educação, pela atenção e disponibilidade em todos os momentos.

Aos professores da Pós-Graduação em Educação, pela mestria e compromisso com que conduziram as disciplinas que tanto me instruíram.

À Direção da Escola onde esta pesquisa foi realizada, pela total abertura e disponibilidade para todo o processo.

À colega e amiga Sônia Lima, pela sua colaboração na construção do abstract.

Aos meus alunos, que dividiram comigo a posição de objeto desta pesquisa, confiando que, se muito aprendi, também espero ter-lhes ensinado.

Ao meu esposo, que foi meu suporte em muitas ocasiões e de muitas maneiras.

A meus pais e irmãos, pela motivação constante.

À minha filha, pela valiosa ajuda, com um significado diferenciado. Seu incentivo e apoio muito contribuíram para restabelecer meu ânimo em momentos difíceis.

A Deus, pela dádiva da vida e pela força espiritual.

A todos que, de alguma forma, torceram e contribuíram para que eu chegasse até aqui, Obrigada!

RESUMO

Este estudo, de natureza qualitativa, tem como objetivo verificar a contribuição da abordagem de temas polêmicos da Biologia Contemporânea na construção de valores, posturas e suas respectivas implicações ao processo ensino-aprendizagem. A investigação foi feita mediante a aplicação de um projeto pedagógico voltado para esse fim. Apresenta como foco o estudo da clonagem e células-tronco, por serem temas atuais e despertarem grande interesse nos alunos. Além disso, geram inúmeras controvérsias. Buscamos compreender os fenômenos à luz da teoria da educação progressista. Para desenvolver o projeto, utilizamos como recursos textos de divulgação científica e algumas ilustrações referentes ao assunto pesquisado. A coleta de dados se deu por meio da observação direta na sala de aula durante o desenvolvimento do projeto pedagógico e entrevista coletiva com os alunos. As aulas foram gravadas em vídeo e a entrevista por meio de gravação em fitas cassete. Observamos que a abordagem de questões polêmicas na sala de aula apresenta diferentes possibilidades e desafios para o plano didático pedagógico. As controvérsias funcionaram como elemento disparador, ajudando a motivar perguntas e organizar explicações, desencadeando a reflexão crítica sobre vários aspectos. O estudo aponta que o conhecimento científico é transformado no contexto escolar e que a construção de competências, por sua vez, vai além dos saberes conceituais, envolve a promoção da autonomia intelectual, do senso crítico e do respeito a valores como a solidariedade, a justiça e a dignidade humana. O enfoque de questões polêmicas da Biologia Contemporânea abre a possibilidade de formar sujeitos com valores éticos, com capacidade reflexiva e crítica. Os alunos demonstraram maior grau de interesse e participação na aula, com apresentação de problemáticas cotidianas geradas ou potencializadas pelas polêmicas..

Palavras chave: Questões polêmicas; Clonagem; células-tronco; prática pedagógica; Ensino de Biologia

ABSTRACT

This research of qualitative nature aims to verify the contribution of the approach of polemic themes of Contemporary Biology in the building of values, attitude and their implications to the process of learning. The investigation was made by the application of a pedagogic project. The focus is the study of cloning and stem-cell because they are present themes, and students may be interested in them. Besides, these subjects present controversy. We look for understanding about the phenomenons, according to the education theory. To develop this project, we use as resource, texts of cientific release and some illustration about it. Data were collected by direct observation of classroom during the developing of the pedagogic project and coletive interview with students. The classes were recorded and the interviews were recorded by tape. We observe that polemic questions in classrooms can be possibilities and challenge to the didatic pedagogic plane. The controversies were the element that enables questionary and explanations. The result of it is some critical reflexions about various aspects. The research shows that cientific knowledge is changed in school context and the building of competences goes over to conceptual concepts and it emproves the intelectual autonomy of critical sense and respect of values such as solidarity, justice and human dignity. The focus of this kind of polemic questions in contemporany biology opens the possibility to form subjects with ethical, reflexive and critical values. The polemics and controversies facilitate students to present better interesting and participation in classes.

Key-words: polemic questions, cloning, stem-cell, pedagogical practice, Biology learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... 10
CAPÍTULO I
1 No desvelar das polêmicas, o desafio da Biologia escolar..... 17
CAPÍTULO II
2 A Antes e depois de Dolly: As questões da Biotecnologia..... 30
2.1 A Clonagem Reprodutiva..... 35
2.2 O Episódio Dolly..... 38
2.3 A Clonagem Humana e sua história 39
2.4 Células-Tronco..... 43
2.5 As questões éticas suscitadas pela Engenharia Genética..... 44
CAPÍTULO III
3 Metodologias da Pesquisa..... 50
3.1 O Projeto Pedagógico..... 52
3.2 Características da escola e dos alunos envolvidos no Projeto Pedagógico..... 56
3.3 A Trajetória do Projeto Pedagógico..... 58
CAPÍTULO IV
4 Discussão e análise dos dados 63
4.1 Conflitos gerados pelo conhecimento científico..... 64
4.2 Princípios Éticos..... 81
4.3 O conhecimento científico..... 94
4.4 Considerações Finais..... 107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO PROJETO PEDAGÓGICO..... 119
ANEXOS..... 120

LISTA DE ANEXOS

1. ANEXO 1: Cronograma do Projeto Pedagógico..... 120
2. ANEXO 2: Relatório de aula..... 123
3. ANEXO 3: Conteúdo de Ensino..... 140
4. ANEXO 4: Projeto Pedagógico..... 141
5. ANEXO 5: Questões da Entrevista..... 143
6. ANEXO 6: Quadro de Levantamento de situações..... 144
7. ANEXO 7: Ilustrações..... 146

INTRODUÇÃO

"É no casamento entre Biologia e tecnologia que nasce a Biotecnologia, e com ela se abre um mundo de novas possibilidades. (...) a Biotecnologia também abre um novo espectro repleto de questões éticas e dilemas de ordem social ainda por serem resolvidas. Questões essas que não podem ser ignoradas porque hoje entendemos muito melhor do que somos como seres humanos, tanto do ponto de vista benéfico quanto maléfico. Hoje temos consciência de nossa possível estupidez e premeditamos o futuro de nossa sociedade a partir da análise de um passado não muito distante."
(Márcia L. Triunfol, dez. 2000)

Desde a divulgação, em Fevereiro de 1997, da clonagem da ovelha Dolly a partir de uma célula retirada da mama de uma ovelha adulta, pelo embriologista e pesquisador Ian Wilmut e os seus colegas do Instituto Roslin, na Escócia, iniciou-se um amplo debate que envolveu a comunidade científica e a sociedade em geral. O "fenômeno Dolly" configura-se como uma referência às polêmicas geradas pelo avanço da Engenharia Genética. Na verdade, "mais que um conteúdo de Biologia, a clonagem da ovelha tornou-se discussão obrigatória nas aulas" (LEITE, 2004, p. 11), pois passou a aparecer como tema de redação, em questões de vestibulares e ainda levou a televisão aberta a promover vários debates e programas especiais envolvendo profissionais de diferentes áreas (médicos, filósofos, biólogos moleculares, geneticistas, religiosos...) com posturas variadas. O assunto ganhou espaço de destaque nas diversas mídias. A palavra clone ocupou, então, atenção especial no dia-a-dia das pessoas, apesar de não ser nova na Biologia. Mesmo sem saber exatamente a definição dessa palavra, as pessoas começaram a pronunciá-la em diversas situações, incorporando-a ao seu vocabulário com o significado de cópia de um objeto ou de algum ser vivo. Conceitualmente, entende-se por clone uma réplica, cópia idêntica de um ser vivo. "Clone": do grego *klón,* "broto". Conjunto de indivíduos originários de outros por multiplicação assexual (divisão, enxertia, apromixia etc.), segundo o Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, 2ª edição.

Dolly entrou para a história da ciência e se tornou símbolo da discussão, gerando críticas e temores de que a clonagem humana não esteja muito longe.. Essa possibilidade provoca ao mesmo tempo entusiasmo e preocupação. Surgem, então, questões sobre o que isso poderia significar. Dentre as múltiplas questões, sobressai uma pergunta chave da sociedade de modo

geral e dos alunos, quando se referem ao assunto: a clonagem humana deveria ser permitida, regulamentada ou banida? São inquietações que perpassam os seus pensamentos e que insistem em ser discutidas.

Paralela à polêmica concernente à clonagem, surge uma importante descoberta: a existência de Células-Tronco, isto é, células com capacidade de auto-renovação ilimitada[1], prolongada e que podem produzir células progenitoras[2] capazes de se desdobrarem em vários outros tipos de células, quase que indefinidamente, dando origem a quaisquer tipos de células[3] que constituirão os diferentes tecidos que compõem um organismo vivo (Pereira, 2002).

Assim, a descoberta das Células-Tronco alterou os conhecimentos e as perspectivas dos ambientes científicos, abrindo caminhos inusitados. É que as Células-Tronco podem ser utilizadas tanto para a clonagem reprodutiva quanto para a clonagem terapêutica, proporcionando à humanidade uma nova e revolucionária forma de tratamento para inúmeras doenças. Distinguindo os termos, compreende-se que a primeira tem como objetivo a geração de um indivíduo completo a partir de uma célula somática - a reprodução assexuada. A outra, chamada clonagem terapêutica, consiste no processo pelo qual o DNA de uma pessoa é utilizado para criar um embrião que, em vez de inserido em um útero, será utilizado para fabricar tecidos ou órgãos e não vidas humanas. Suas células serão usadas para produzir células-tronco, que são capazes de evoluir para diversos tipos de células do corpo. Esse tipo de clonagem consiste em todas as aplicações da técnica e da ciência da clonagem, mas para fins não-reprodutivos, buscando possíveis melhorias à qualidade de vida humana, conforme esclarece Pereira (2002).

As discussões sobre essas temáticas conquistam espaço, agitam a mídia, revolucionam os conhecimentos científicos e provocam problemas políticos, éticos e religiosos, levando à oposição por parte de vários segmentos da sociedade, uma vez que as experiências envolvem desde processos invasivos ao modo de concepção dos seres humanos até a destruição do embrião, conforme destaca Moser (2004).

Atuando como professora de Biologia no Ensino Médio, senti, na sala de aula, o impacto dessas novidades da ciência que, aparentemente, sugerem um novo olhar sobre esses conteúdos, considerando que as tecnologias disponíveis já apontam para a possibilidade de manipulação da vida em diversos níveis.

---

[1] Células com o poder de reproduzirem-se durante muito tempo sem se diferenciar (Pereira, 2002).
[2] Células com uma ilimitada capacidade proliferadora, das quais deriva uma variedade de linhas de células altamente diferenciadas (nervosas, musculares, sanguíneas etc.) (Pereira, 2002).
[3] Conforme Lygia da Veiga Pereira – docente do Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, USP e membro do Centro de Estudos do Genoma Humano, USP.

Em muitas aulas, independente do assunto proposto, a questão da Clonagem e das Células-Tronco era freqüentemente levantada pelos alunos e seus ânimos se exaltavam ante os diferentes pontos de vista, rebatendo opiniões e desencadeando troca de idéias. Isso parecia muito instigante e positivo na sala de aula, espaço de construção do conhecimento, de formação ética e de desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, conforme a Lei 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Inquietavam-me suas colocações e me perguntava como trabalhar de modo fecundo esses assuntos polêmicos da Biologia? Como os alunos se posicionariam frente a tais questões? Que mecanismos seriam desenvolvidos para lidar com essas polêmicas na sala de aula?

Nesse contexto, no ano de 2001, quando organizávamos uma "Feira de Conhecimentos na escola" [4], meus alunos, do 1º ano do Ensino Médio, decidiram representar o processo da "clonagem de um ser humano" e, em anos posteriores, a "produção de Células-Tronco". Estavam não somente encantados e curiosos, como também desejosos de participar das discussões. Nesse momento, parecia necessária a implementação de algumas ações no sentido de aliar o conteúdo disciplinar proposto no programa escolar ao interesse do próprio aluno. Era necessário contemplar as discussões derivadas dos temas integrando-as à ciência e seu ensino. Sentia-me, assim, instigada a desenvolver investigações nesse sentido, surgindo, dessa forma, o embrião da presente pesquisa. E tornava-se claro que somente a partir da compreensão de um conjunto de fatores e posturas observados, numa situação de estudo com os alunos, as ações docentes poderiam ser repensadas, discutidas e, por fim, aplicadas no processo educacional.

Diante dessa realidade, era óbvia a necessidade de que aquelas questões fossem debatidas na sala de aula, onde os alunos protagonizam, informam e defendem suas idéias, adquirindo habilidade argumentativa e construindo valores. Era impossível ignorar o momento e as questões que se mostravam a meu olhar de educadora. Impunha-se avaliar a relevância de estudar essa problemática, como também analisar os pontos de vista, as posturas dos alunos, suas atitudes frente às controvérsias e suas maneiras de interpretar a realidade. Isso me incomodava e impelia a buscar uma solução, era como algo vital para o exercício da prática educativa. A pesquisa se punha como o caminho. Em função das questões que

[4] Feira de Conhecimentos é uma atividade pedagógica realizada nas escolas, sob a coordenação dos professores e demais profissionais da educação, com o objetivo de proporcionar aos alunos a oportunidade de apresentarem os conhecimentos construídos e também as habilidades e competências desenvolvidas.

envolviam a polêmica da Clonagem e das Células-tronco e seu aporte na sala de aula, abria-se um questionamento fundamental: O que a ausência dessa investigação poderia representar? Sem mencionar outras possibilidades de resposta a ele, com certeza isso significaria um obstáculo indesejável para o aprendiz, dando continuidade a uma realidade vigente no universo escolar que se dirige mais a buscar ou aceitar respostas prontas do que a desenvolver a capacidade de pensar sobre os problemas.

Nessa perspectiva, as discussões em torno da ciência, tecnologia e sociedade precisam se fazer presentes na sala de aula, propiciando reflexão crítica e discernimento ante os novos desafios que se apresentam. De acordo com Rifkin,

> Essas tecnologias tão pessoais merecem, certamente, ser amplamente discutidas e debatidas pelo público em geral antes de se tornarem partes de nossa vida diária. A Revolução Biotecnológica obrigará cada um de nós a espelhar seus valores mais íntimos, levando-nos a ponderar sobre a questão máxima da finalidade e sentido da existência. (RIFKIN, 1999, p. 248).

Tem razão o autor, especialmente ao defender a necessidade de oferecer ao aluno, por meio da educação escolar, um ambiente histórico mais real de construção humana, no qual ele deve se sentir participante e com capacidade para optar diante das diferentes perspectivas à frente. Também é verdade que, quando "os alunos aprendem a elaborar razões que lhes permitem aceitar ou rejeitar as formas de atuação que existem em seu meio, são capazes de descobrir aspectos da realidade objetiva e subjetiva que antes lhes passavam despercebidos" (SASTRE; FERNANDES, 1998, p. 167). Portanto, um sistema educacional progressista não pode ficar omisso ao debate das questões que emergem no campo do conhecimento científico, em função de seu importante papel institucional na formação e instrumentalização dos princípios éticos que dão rumos a nossa sociedade (RAZERA & NARDI, 2001). Diante disso, projeta-se esta pesquisa, carregando muitos desafios e questionamentos no plano didático-pedagógico.

Objetiva-se aqui, portanto, analisar a postura dos alunos e suas construções por meio de uma situação de estudo (projeto pedagógico), abordando, em sala de aula, temas atuais da Biologia. Pretendemos desse modo, compreender os diferentes posicionamentos dos alunos e suas respectivas construções frente às imponderáveis implicações dessas temáticas em seu dia-a-dia. Para isso, partimos de alguns pressupostos:

- Os temas referentes à Biologia contemporânea são polêmicos e colocam questões novas e instigantes no debate sobre o futuro e a evolução da espécie humana.

- Estes temas aparecem freqüentemente na mídia, com abordagens diversificadas, priorizando, muitas vezes, o sensacionalismo em lugar da sensatez.
- Os alunos tomam conhecimento dessas notícias no mesmo tempo e às vezes antes que o professor trate esses conteúdos, gerando conflitos em sala de aula.
- O aluno também realiza, no universo dos assuntos, seleções que têm caráter arbitrário.
- O momento exige que a população adquira habilidades e competências para distinguir as duas faces da chamada Biotecnologia.
- A escola encontra-se inserida na sociedade, mantendo com essa uma relação de influência recíproca, tornando-se, desse modo, uma instituição dinâmica.
- A educação é um processo intencional, por isso não existe neutralidade na escola. Os conteúdos de ensino são ditados por segmentos da sociedade com fins determinados.
- É papel da escola socializar e popularizar ao máximo o saber científico e tecnológico, colocando em debate as potencialidades saudáveis ou deletérias, pacíficas ou bélicas da engenharia genética.
- Todos podem e devem participar, em algum nível, da discussão dos valores envolvidos na polêmica introdução das novidades tecnocientíficas.

A partir desses pressupostos, buscamos analisar os principais aspectos que despertam a atenção do aluno para o bom desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem durante a aplicação do projeto pedagógico sobre clonagem e células-tronco.

Assim, delineia-se esta pesquisa com as seguintes questões:

- Que atitudes seriam construídas a partir de uma situação diferenciada de ensino referente a temas polêmicos da Biologia?
- Que contribuições específicas uma questão polêmica pode oferecer ao processo ensino-aprendizagem e à formação ética dos alunos?
- As posturas dos alunos se mostrariam tendenciosas ou imparciais? Próximas ou distantes da perspectiva didático-pedagógica desejada?
- Como esses alunos interagem com uma situação desse tipo?
- Quais os aspectos que mais despertam a atenção dos alunos na aplicação de uma programação de ensino dessa natureza?
- Como organizar uma situação propícia à aprendizagem e à formação de sujeitos críticos, participantes e construtivos?

Para responder a esses questionamentos, partimos da hipótese de que o desenvolvimento de um projeto pedagógico focalizando as novidades científicas e suas implicações éticas

poderiam ser interessantes e estimulantes para trabalhar a Biologia de ponta na sala de aula. Foram estabelecidos, para o projeto pedagógico, os seguintes objetivos:

A. Propor e analisar, junto aos alunos do Ensino Médio, uma programação de ensino voltada para a discussão de assuntos referentes à Biologia contemporânea.

B. Verificar os aspectos que mais chamaram a atenção dos alunos no estudo das polêmicas geradas pelas novidades tecnocientíficas, notadamente a possibilidade da futura clonagem humana e a utilização de Células-Tronco.

C. Identificar desafios e possibilidades para o processo ensino-aprendizagem ocasionados pelo desenvolvimento de uma prática de ensino voltada para temas emergentes da Biologia.

D. Entender as diferentes construções e posicionamentos dos alunos na dinâmica da sala de aula quando se trata de questões polêmicas, para pensar em algumas ações vislumbrando horizontes para o ensino de outros conteúdos.

Esta pesquisa pretendeu encontrar caminhos que ampliem as condições da prática docente para a superação dos desafios que se colocam diante da humanidade, que vive um momento chamado pelos contemporâneos de "crise de significados da vida humana, das relações entre as pessoas, instituições, comunidades" (RIOS, 2001, p. 39). Assim, evidencia-se a necessidade de considerar as perspectivas do ensino no âmbito da "idéia de crise", que, segundo a autora, nos remete ao perigo e às oportunidades. Perigo quando nada fazemos, não olhamos os horizontes, ficamos na conformação pessimista, ignorando as possibilidades. Oportunidades quando nos reportamos à crítica, tomando-a como um momento fértil de reflexão e de reorientação da prática. No que se refere às possibilidades e ao papel da escola, Gallagher esclarece o seguinte:

> Enquanto o papel da mídia, especialmente a televisão, é muito importante na formação da imagem de ciência pelo público em geral, é a escola que tem a oportunidade de influenciar a imagem da ciência elaborada por nossos cidadãos, uma vez que todos os jovens são envolvidos em atividades de ensino das ciências durante sua vida escolar. (GALLAGHER, 1991, p.121).

Realmente, o papel da mídia, especialmente a televisão, é importante na formação da imagem de ciência pelo público em geral, mas é a escola que tem a oportunidade de discutir as questões éticas que envolvem os avanços da ciência e da tecnologia, de modo livre, porém orientado em função da formação ética dos educandos.

É necessário esclarecer que, nesta dissertação, o termo "polêmicas" é utilizado no seu sentido lato. Nesse contexto, trata-se de questões de controvérsia, de debate profundo, que

envolvem diferentes pontos de vista e oposições com imponderáveis implicações éticas. Assim, esta pesquisa é o resultado de um trabalho pedagógico focando o aporte de questões polêmicas da Biologia Contemporânea na sala de aula. Este texto assim se organiza:

A introdução aborda como os temas de ensino escolhidos (a clonagem e as células-tronco) chegam à sala de aula e por que recebem um especial interesse por parte do aluno, que compartilha anseios, dúvidas e inquietações relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico. São também aí apresentados o problema e os objetivos traçados para a investigação.

O capítulo I apresenta sucessivamente: - o desvelar das polêmicas na sala de aula e os desafios para o Ensino de Biologia; - a importância de a escola desenvolver programas que permitam o debate e a reflexão sobre questões controversas; - a base teórica que fundamenta essa abordagem, proveniente de pesquisas recentes em educação, ciência e tecnologia, que foram utilizadas no processo de análise e discussão dos dados coletados.

No capítulo II, é feita uma descrição histórica da Biotecnologia e as oposições enfrentadas no decurso de seu avanço. Também se discute a conceituação da clonagem e de células-tronco, com alusão à clonagem humana, enfatizando as implicações éticas geradas por essa Biotecnologia de ponta, com olhares em pensadores do momento atual.

No capítulo III, destinado à Metodologia, descreve-se o cenário no qual o trabalho se realizou e o perfil dos informantes, com a apresentação do projeto pedagógico que foi aplicado e os procedimentos adotados para a coleta de dados.

No capítulo IV estão a análise e a discussão dos dados obtidos na sala de aula por meio da observação direta, de acordo com o referencial teórico adotado, e da realização do projeto e entrevista coletiva. Nessa análise, foram enfocados, principalmente, os conflitos gerados pelas discussões dos temas e os princípios éticos que se manifestaram nas questões polêmicas num processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar.

Em seguida, são apresentadas as considerações finais e algumas conclusões derivadas da pesquisa. A seguir, vêm algumas análises reflexivas sobre o processo vivido, os desafios e as possibilidades observadas, acreditando-se que, uma vez socializados, suscitem novas questões no plano didático-pedagógico e sugiram outros problemas de pesquisa que desafiam o dia-a-dia da sala de aula no processo de formação do aluno.

Constam ainda, no presente trabalho, além de referências bibliográficas, anexos e ilustrações.

CAPÍTULO I

1 No Desvelar das polêmicas, o desafio da Biologia escolar

O real não está nem na chegada nem na saída.
Ele se dispõe pra gente no meio da travessia.
J.G. Rosa. O Grande Sertão: Veredas

Com freqüência, a sala de aula tem sido palco de assuntos controvertidos. As descobertas científicas nunca foram recebidas passivamente, sem contestações, pelo contrário, sempre provocaram imponderáveis discussões e implicações ao longo de sua história. Veja-se Copérnico e suas descobertas sobre o movimento da Terra e do Universo, tendo como base a forma esférica do nosso planeta. Em seguida, Galileu, que, por suas conclusões em favor da teoria de Copérnico, foi julgado pelo Tribunal da Inquisição e teve de abjurar suas teorias. Não menos polêmicas são as questões sobre o Evolucionismo e o Criacionismo, com fortes interferências no âmbito educacional até os dias de hoje, mas também indo além do ensino nas escolas.

> As discussões judiciais e extrajudiciais entre Criacionistas e Evolucionistas não cessaram, continuaram ainda mais freqüentes da década de 70 até os dias atuais. Nos anos 80 e 90 o ensino das teorias Evolucionista e Criacionista passou muitas vezes por julgamentos nos tribunais americanos. (RAZERA & NARDI, 2001, p. 99).

Vivemos hoje uma situação parecida no que se refere aos processos da Clonagem e da pesquisa com Células-Tronco, cuja aplicação não tem, até o momento, consenso legal. Isto tem gerado intensos debates e discussões, inclusive no interior das escolas, pois "Os alunos cumprem um papel instigante, que é o de trazerem a discussão do novo, apreendido de várias fontes, para o espaço da sala de aula" (LEITE, 2004, p. 94).

Assim, cumpre à escola o papel de tratar desses assuntos transformando o conhecimento produzido pelos cientistas, reelaborando-o, para que possa ser desenvolvido, durante as aulas de Biologia, de forma clara e acessível aos alunos. Para isso é fundamental buscar diferentes estratégias de ensino, não omitindo as situações problemáticas que envolvem o assunto, mas promovendo atividades e momentos que permitam reflexões e discussões, visando à oportunidade de construção do saber e do desenvolvimento ético dos alunos.

A discussão das questões polêmicas no espaço escolar muitas vezes assume um caráter espontâneo e surge em resposta às solicitações dos alunos, apresentando-se como

fundamentais naquele momento. Desse modo, nem sempre se integram a conteúdos planejados, elaborados, mas surgem de modo inusitado e ocorrem pela necessidade de promover, de forma integrada, a construção do conhecimento e o desenvolvimento de atitudes, de autonomia intelectual e do pensamento crítico, essenciais a todo cidadão.

Nessa perspectiva, é indispensável compreender as posturas manifestadas pelos alunos, bem como os aspectos que mais lhes chamaram a atenção na abordagem dessas questões controversas em sala de aula, identificando, assim, os desafios e possibilidades para o processo ensino-aprendizagem. E não é possível ignorá-las porque:

> É um crime contra a humanidade negar à sociedade, a oportunidade de acesso ao saber e às reflexões da micro e da macro Bioética, sobretudo quando se reconhece que o mundo passa por profundas transformações. (OLIVEIRA, 2004, p.190).

Portanto, conforme a autora é importante função da escola desenvolver programas educacionais que permitam o debate e a reflexão sobre as questões científicas, compreendendo e avaliando as implicações sociais, políticas e éticas que envolvem a utilização dos conhecimentos tecnocientíficos. Por isso, o ensino da Biologia, como o das demais disciplinas escolares, deve subsidiar o debate e as discussões sobre os assuntos que preocupam e interessam ao aluno real, permeando a formação de cidadãos idôneos, críticos e, sobretudo, humanos.

Uma vez que a sociedade é formada por cidadãos que passam pela escola, espera-se que nela esse acesso não seja negado; pelo contrário, seja contemplado, formando indivíduos capazes de compreender e intervir nesse mundo de transformações.

As polêmicas se mostram essenciais e favoráveis ao desenvolvimento de um posicionamento criterioso e consciente relativo ao conjunto das construções e intervenções no contexto social, uma vez que trazem à tona aspectos éticos, políticos e sociais que envolvem a aplicação da ciência e da tecnologia, chamando à reflexão e compromisso em decidir de modo responsável, considerando o bem-estar individual e coletivo. Assim, as controvérsias em si permitem a construção de conhecimentos e de capacidade de pensamento importantes para a vida em sociedade. O exercício de cidadania, portanto, depende do conhecimento das questões associadas aos assuntos polêmicos.

Em se tratando de questões emergentes no campo do conhecimento científico, os temas “Clonagem e Células-Tronco” ocasionam dúvidas, incertezas e muitas inquietações. No entanto, a discussão e a reflexão desses temas na escola e na mídia desempenham papel extremamente importante na criação de uma sociedade informada e com capacidade reflexiva

e crítica, capaz de influenciar o curso e a evolução da ciência e da tecnologia. São, conseqüentemente, importantes para o preparo para o exercício da cidadania, o desenvolvimento de posturas e a tomada de decisões e, desse modo, para a construção de valores humanos. Como destaca Torres (1995), nessa perspectiva de superação da racionalidade instrumental torna-se necessário recuperar a dimensão do valor da vida humana e da ação social a partir de uma prática pedagógica que envolva discussões de modo geral. Nesse sentido, Alarcão (2001) indica que é preciso analisar o contexto emergente, compreendê-lo e avaliá-lo. Essa atitude, segundo a autora,

> (...) possibilitará a abertura e o desenvolvimento de capacidades essenciais para compreender situações e resolver problemas a partir de reconfigurações de saberes adquiridos que, por sua vez criam novos saberes e novas formas de comunicar, sendo que isso implica tornar perceptível o que se pensa. (ALARCÃO, 2001, p.103).

Entende-se, portanto, que as instituições de ensino devem participar do debate atual, reconhecendo a importância de cumprir o seu papel social. E os temas clonagem e células-tronco apresentam expectativas positivas para o processo educacional, em função da construção do conhecimento e da formação de valores como fatores imprescindíveis à participação efetiva de um cidadão. Segundo Razera e Nardi (2001), assistimos a uma crise na esfera de valores no mundo contemporâneo, no qual se tem a impressão de que a moral e a ética se perderam na trajetória da humanidade.

Transformações e desafios estão presentes no cotidiano das pessoas. A vida no planeta ganha novas perspectivas, a educação também. Perguntas inquietam os educadores: o que ensinar? Para que e para quem ensinar? Esses são velhos e novos desafios, mas, no momento, enfatizamos a necessidade de serem contemplados no planejamento dos conteúdos disciplinares em função do objetivo de formação cidadã ao nível do Ensino Médio, quando se prioriza a formação ética, o desenvolvimento de autonomia e capacidade intelectual e a construção do pensamento crítico, conforme os PCNEM (1999). Nesse mesmo sentido, Pasmore (1982) faz o seguinte questionamento: até que ponto a comunidade escolar e o próprio professor estão realmente dispostos a lidar com a crítica, com o aluno questionando valores? O problema é real e as conseqüências são problemáticas. O mesmo autor argumenta: mesmo que todos concordemos em formar cidadãos críticos para a sociedade, a escola não está disposta a questionar seus próprios valores, nem o professor está totalmente aberto à crítica. Afirmar, por outro lado, que só algumas coisas devem ser objeto de crítica em

detrimento de outras é contradizer a própria crítica. E se todo conhecimento é socialmente comprometido, não há conhecimento que possa ser construído ou reconstruído se não partir das preocupações e indagações que as pessoas têm (PCNEM, 1999). Interessa a este estudo centrar a atenção no estudo de questões polêmicas da Biologia Contemporânea e, com base no que foi exposto, retomar a pergunta: que tipo de atividade poderia contribuir realmente para a formação de cidadãos críticos, autônomos e participativos?

Considerando que todo ensino precisa construir valores, certamente os temas Clonagem e Células-Tronco apresentam um campo fértil para esse propósito. O fluxo das informações científicas, as especulações e as suas implicações éticas descortinam várias possibilidades de estudos e de construções no dia-a-dia da sala de aula. É preciso também pensar, como (RAZERA e NARDI, 2001, p. 95), que: "parece necessário que reflexões sejam feitas sobre o atual desempenho das escolas na formação e desenvolvimento moral dos alunos". Dessa forma, um sistema educacional, na visão dos mesmos autores, não pode ficar longe de discussões e debates, em função do seu importante papel institucional na formação e instrumentalização dos valores e dos princípios éticos que dão rumos a nossa sociedade. Portanto, entender o momento presente, seus dilemas e anseios sugere-nos oportunidades e, ao mesmo tempo, desafios.

Assim, fica evidente que a escola não pode desprezar essa possibilidade, o que significa compromisso e responsabilidade com a sua tarefa social. Se assim não fosse, a escola passaria a desenvolver uma atitude mercadológica, apenas vendendo o saber acumulado por seus atores, ocultando ou dissimulando o fazer social, a construção da cidadania.

Por outro lado, as circunstâncias contemporâneas, notadamente as que envolvem a Biologia de Ponta, são complexas, dadas as questões incertas, inquietantes e carregadas de imponderáveis implicações éticas. Diante dessa realidade, o agir pedagógico tanto pode restringir-se a limitados conhecimentos, quanto pode ampliar o processo de formação do aluno. Nesse aspecto, "é provável que o modo como nós ensinamos as questões sociais e éticas que surgem a partir da nova genética tenha um tom político, para não dizer das conseqüências" (LEVINSON, 2001, p. 66). Portanto, o diálogo entre alunos e professor torna-se fundamental, uma vez que determina reflexão e interação para alcançar a transformação e a construção do "ser" mais sábio, mais humano e solidário, com capacidade de agir e interagir no mundo em que está inserido.

Desse modo, no desvelar das polêmicas da Biologia Contemporânea enfrentamos o desafio do ensino, rompendo fronteiras disciplinares e vislumbrando horizontes para o saber fazer docente. Nessa perspectiva, torna-se necessário encontrar condições de ensinar os alunos

a considerar o poder e as limitações da ciência, incluindo as questões que a ciência pode e não pode responder, como as incertezas no conhecimento científico e as questões éticas nele envolvidas, como indica Levinson (2001). É evidente, portanto, que as questões emergentes, embora complexas, precisam ser polemizadas na sala de aula prestando-se atenção aos anseios, dúvidas e interesses do aluno, considerando que esses fatores afetam o agir pedagógico. A educação, como um processo intencional e como prática libertadora, não pode prescindir da adesão do aluno à prática de discussões, avaliações e posicionamentos, o que "(...) implica na negação do homem abstrato, absoluto, solto, desligado do mundo, assim como também na negação do mundo como uma realidade ausente do homem" (FREIRE, 1979, p. 81). Assim, o agir pedagógico deve ser tido como um ato de conhecimento, um ato de aproximação crítica da realidade, proporcionando ao educando o desenvolvimento de diversas competências, nomeadamente, cognitivas e morais.

Cabe á escola, portanto, o papel de tratar dos assuntos contemporâneos, observando o curso dos acontecimentos científicos com suas polêmicas, criando condições para a reflexão crítica sobre as informações recebidas, a construção de valores e a capacidade de discernimento. Isso, entretanto, ainda não tem acontecido no contexto educacional, como observa Bicudo (1982) em seus estudos ao relatar que, na melhor das situações, o que a escola tem proporcionado é o desenvolvimento do raciocínio lógico, deixando de lado a formação ética. Diante dessas questões emergentes torna-se interessante a observação de Alarcão:

> Aí está, na ordem do dia, a clonagem, que é um exemplo bem elucidativo que virá pôr em questão uma série de certezas, mas também a expor a humanidade a comportamentos manipulatórios e perversos de conseqüências imprevisíveis. (...) São estas as questões que surgem de imediato e espontaneamente. (ALARCÃO, 2001, p.102).

As dificuldades, de fato, existem. Há entraves instituídos, o real não se esgota e nem sempre parece transparente, mas sugere desafios que precisam ser superados.

Nesse aspecto, parece válida a hipótese de que o aporte de assuntos polêmicos, como clonagem e células-tronco, na sala de aula, abre espaço para a exploração da complexa teia de influências entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

No pensamento de Rios (2001), a didática atual enfrenta o desafio de buscar alternativas para pensar o ensino por meio da compreensão. Lembramos aqui, em caráter ilustrativo, o episódio ocorrido no dia 22 de Fevereiro de 2004, transmitido ao vivo por rede televisiva para todo o Brasil: o último carro alegórico da escola de samba "Unidos da Tijuca" mostrava 123

bailarinos representando artisticamente a espiral do DNA. Como indica Leite (2004), diante dessa representação, ciência e cultura popular se encontram e,

> Se as professoras de Biologia se defrontavam com as questões bio-éticas-tecnológicas, colocadas por seus alunos que as recolhiam em diferentes mídias, era de se esperar que, agora, tais questões apresentassem ainda uma maior agilidade para aportarem em sala de aula (LEITE, 2004, p. 93).

Isso significa que as informações científicas alcançam um grande público, no momento em que a ciência e a cultura popular se manifestam. De certa forma, esse episódio democratizava o conhecimento cientificamente construído, tornando assim imprescindível o ensino de uma ciência atual, histórica, social e crítica, e, sobretudo, conferindo um maior dinamismo à sala de aula em função do atual momento, no qual o aluno, ao trazer e insistir no acontecimento, acaba determinando e escolhendo o conteúdo a ser trabalhado.

Este foi o cenário que levou ao planejamento desse projeto pedagógico efetivado em duas turmas de uma escola do Ensino Médio, voltado para o estudo e discussão dos assuntos relacionados à Biotecnologia de ponta, notadamente a Clonagem e as Células-Tronco. O assunto envolve a manipulação de moléculas biológicas e desencadeia ao mesmo tempo a manipulação da consciência dos indivíduos por meio do sensacionalismo e desvirtuamento do conhecimento.

Segundo Alarcão,

> Nessa sociedade emergente, começa a ser cada vez mais urgente formar e preparar as pessoas para o incerto, para a mutação e para situações únicas e até chocantes que lhes exijam um maior esforço para a paz e o desenvolvimento de maiores capacidades de resiliência. De qualquer modo, é preciso analisar essa nova sociedade, compreendê-la, avaliá-la, tomar decisões informadas por uma inteligência menos cerebral e mais emocional. Isso pressupõe não só novos conhecimentos, mas também o desenvolvimento de capacidades e competências básicas e específicas, firmadas em relações interpessoais mais sólidas, confiantes e autênticas. (ALARCÃO, 2001, p.103).

Resiliência, conforme a citação da autora é entendida como capacidade humana de compreender e responder de forma mais consistente aos desafios que aparecem na vida das pessoas. É certo que, para isso, faz-se necessário "reconhecer que as situações de aprendizagem provocam também sentimentos e requerem trabalhar a afetividade do aluno" (PCNEM, 1999, p. 114). Nesse sentido, também afirma Rifkin em "O Século da Biotecnologia" (1999 p. XVII-XVIII):

> Por hora é preciso despertar a atenção pública para o problema. Precisamos escancarar as portas para o diálogo público. (...) Fizemos história, optando e priorizando. A noção do livre arbítrio é fundamental na discussão dos prós e contras. A questão, em essência, não é como conviver com a nova tecnologia, mas se, quando e em quais condições a Engenharia Genética fará parte de nossas vidas.

Urge, pois, que a escola proporcione uma formação científica sólida, democrática e atual, que possibilite aos alunos processar as informações científicas recebidas de modo crítico e ético. Evidencia-se a necessidade de formar cidadãos capazes de participar de decisões político-científicas e a escola é um dos espaços onde essa formação deve ocorrer.

Diante dessa realidade, o cidadão, para participar de discussões em torno de assuntos contemporâneos, deve ser capaz de tomar decisões e de fato compreendê-las; precisa de uma base sólida de conhecimentos que devem ser oferecidos pela escola. Portanto, ensinar Biologia atualmente passou a ser um grande desafio. Não há receita pronta para seguir, mas esse não pode ser jamais um ensino estanque. Por isso, nas seleções e opções que o professor realiza na introdução dos programas escolares, ele constrói um novo currículo recorrendo às tendências e manifestações dos alunos, como que atendendo aos desafios emergentes. Quanto a isso, Tardif fala sobre "por que em tal época, em tal contexto, ensina-se a tal público tal coisa antes que aquela outra" e ainda adverte quanto à necessidade de "que no sentido próprio da palavra aquilo que se ensina valha a pena". (TARDIF, LESSARD & LAHAYE, 1992, p. 44). Como ele, reconhecemos que as modificações nos programas escolares e mesmo no programa diário da sala de aula cumprem esse papel de atualização do conhecimento, de adequação ao interesse e demanda estabelecida, aquele conhecimento a ser aprendido na sala de aula, com real significado, por aquele público e naquele tempo.

Hoje existe entre os educadores um discurso de consenso que ressalta a necessidade de currículos e programas atualizados para educar as gerações do século XXI. No entanto, prevalecem na sala de aula "conteúdos desatualizados e descontextualizados, evidenciando apenas as acepções universalmente aceitas dos fenômenos e completamente isentas de contradições ou conflitos", conforme relata Cicillini (2002, p. 43), o que os faz parecer repetitivos e insignificantes para o aluno.

Quanto às questões éticas, a discussão dos temas clonagem e células-tronco na sala de aula certamente contribui para a formação de um sujeito que pensa, pondera, avalia os fatos e assume posturas conscientes, tendo como base a perspectiva dialógica. A problematização dos diferentes pontos de vista leva, por meio do processo argumentativo, ao confronto de valores

e ações praticadas, promovendo a compreensão e o desenvolvimento do real significado de ética, tão necessário no atual contexto. Como afirma Oliveira (2001), os princípios éticos só adquirem significado prático quando o caráter abstrato que possuem é confrontado com o conteúdo concreto da realidade vivida. Desse modo, entende-se que a ética tem por objeto o contexto, que é processo, e não os conteúdos concretos das prescrições e proibições estabelecidas, do "sim e do não", do "isso pode, isso não pode", que bloqueiam o diálogo que busca um ponto de convergência.

Nesse aspecto, Pegoraro (2002, p. 30) afirma que "não podemos tratar estes fatos reais e novos sem antes definir, ainda que provisoriamente, o conceito de ética". Da mesma forma, Perelman (1996) diz que as prescrições e proibições sofrem variações conforme a história e a cultura das sociedades, mas que é justamente a partir do embate entre o factual e o genérico, entre o concreto e o abstrato que se pode chegar a um ponto considerado ético. Do mesmo modo, Oliveira (2001) observa que a dialética sugere uma tensão constante entre a prescrição e a faticidade, impedindo tanto a primeira de adquirir a rigidez de uma estátua, quanto a segunda de declarar o vale-tudo sem fronteiras.

A ética não admite que a pessoa seja, na ação, diversa do que ela é em si. Dito de outro modo, a ética exige que a pessoa seja pessoa na ação, não uma coisa. A pessoa deve agir com amor a si mesma e ao próximo. Agindo desse modo, a pessoa é digna e merecedora do nome de pessoa, ou seja, digna e honrada, conforme diz Oliveira (2001).

É nisso que se baseia o imperativo categórico de Kant (1997, p. 42): "Age de tal modo que a máxima de tua vontade possa valer sempre ao mesmo tempo como princípio de uma legislação universal". Por isso os educadores, ao lidar com questões polêmicas, devem agir de modo que os estudantes reconheçam suas convicções, seu valor moral e sua dignidade, para que o ensino tenha valor e alcance os objetivos pedagógicos. Assim, uma educação progressista não deve jamais seguir caminhos que anulem ou ignorem a vontade de escolha e os anseios dos próprios alunos, como apontam Razera e Nardi (2001).

Da mesma forma, uma situação de estudo direcionada pelo desejo e interesse do aluno pode contribuir no sentido de preparar os educandos para processar informações de qualidade, aprimorando o juízo crítico e conseqüentemente formando a tão sonhada sociedade do conhecimento.

Portanto, torna-se necessário que o ensino de um conteúdo se realize a partir de objetivos definidos, sempre considerando a formação e o desenvolvimento de capacidades e habilidades cognitivas e operativas, como destaca Libâneo (1996). É certo que muitas vezes o conteúdo surge espontaneamente, em resposta às solicitações dos alunos. Assim, o ensino dos

conteúdos num exercício de mediação deve proporcionar ao aluno o encontro com a realidade, estimulando-o a se posicionar de modo consciente e crítico frente ao instituído, transformando-o, se assim se fizer necessário.

Diante disso, acreditamos que o interesse declarado do aluno, sua insistência em discutir na sala de aula temas que satisfaçam sua curiosidade "faz com que novos contatos sejam celebrados entre professores e alunos, pois, naquele determinado momento, o aluno, mais que o professor, detém o conteúdo a ser ensinado" (LEITE, 2004, p. 59). Logo, o ensino da clonagem e células-tronco constitui-se num conteúdo peculiar para a interação professor-aluno, abrindo espaço para um trabalho fecundo com intervenções criadoras no contexto da escola, da educação e da sociedade. O aluno, por sua vez, se encarrega de eleger a sua efetivação na sala de aula. No entanto, como salienta Rios (2001),

> Estamos diante do apelo ao pragmatismo, da valorização do imediato. Nesse quadro, parece, para alguns, que ensinar e refletir são coisas desacreditadas ou, pelo menos, de importância menor. Afirma-se que neste mundo que aí está com as características de que se reveste, com o crescimento cada vez mais ampliado da influência da mídia, não se tem mais que valorizar o ensino que se realiza formalmente. A responsabilidade pelo ensino está dispersa – todos ensinam a todos. (RIOS, 2001, p. 36).

Como a autora considerou, esse quadro causa perplexidade! Mas, ao mesmo tempo, se põe como desafio traduzido em um esforço de entendimento, em busca de sentido e de preocupação com o ensino como uma prática socializadora, criadora e recriadora de conhecimentos e valores. Portanto, pode-se encontrar na educação a possibilidade de transformação e redirecionamento de uma realidade. Assim também o espaço da sala de aula apresenta-se como um ambiente singular e favorável para o desenvolvimento de habilidades e competências, para a construção do conhecimento e preparação para o exercício da cidadania, enfim, para a formação de indivíduos capazes de atuar no mundo em que estão inseridos.

Nessa perspectiva, esta investigação foi planejada utilizando a aplicação de um projeto pedagógico que abordasse as novidades científicas e polêmicas da Biologia. Levou-se em conta o contexto da sala de aula, o interesse concreto do educando, os aspectos que mais lhe chamaram a atenção, seu bem-estar, sua capacidade de decidir e de expressar valores, sua formação ética. Há sentido nesse propósito, pelo fato de que nessa oportunidade o educando faz escolhas, assume posturas, exercita seus direitos de cidadania no espaço escolar e encontra alegria de ser e de estar, resultante do contato com o mundo e suas conquistas, alargando, dessa forma, seu conhecimento sobre ele para nele intervir conscientemente.

É importante o parecer de Torres (1995) quanto às perspectivas e exigências para a educação no momento atual. A autora argumenta que, em face do extraordinário crescimento do conhecimento científico, torna-se preciso retomar princípios de relevância para a vida das pessoas, valores que possam despertar nos jovens uma visão ampla de mundo. E destaca-se o valor da criatividade, do espírito crítico, da versatilidade, da capacidade de discernimento, do aprender não somente para acumular conhecimento, não somente para adaptar-se à mudança, mas também para antecipá-la, do aprender não somente a resolver problemas, mas também a reconhecê-los.

De acordo com as propostas curriculares para o ensino de Biologia, elaboradas, em 2005, pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, as necessidades da sociedade contemporânea e os avanços ocorridos nas diversas áreas de conhecimento, especialmente na área das ciências, devem compor o dia-a-dia das salas de aula, nas diferentes disciplinas que compõem o currículo escolar. Nessa perspectiva, além do conhecimento específico de cada conteúdo, outros conhecimentos complementares devem ser construídos durante a sua abordagem, visando atender às necessidades e interesses específicos dos alunos enquanto indivíduos que compõem uma dada sociedade.

Considera-se nessa proposta que, num mundo de tão rápidas transformações, é preciso buscar na educação a formação para a vida, o que significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa, portanto, saber informar-se, argumentar, compreender os debates contemporâneos e deles participar, desenvolvendo para isso modos de pensar e de agir que permitam ao aluno se situar no mundo e dele participar de modo consciente e conseqüente. Assim, esperam-se, da educação básica, objetivos úteis e utilizáveis, que abordem tanto as informações e conceitos quanto os procedimentos, as atitudes e os valores envolvidos. Nesse sentido, é fundamental que se leve em conta o interesse dos estudantes pelos temas contemporâneos e a problematização de situações que os envolvam. Torna-se necessário considerar que os fatos e conceitos não são os únicos conteúdos a serem ensinados na sala de aula. Evidencia-se, assim, a necessidade de desenvolver outros tipos de conteúdos, ou seja, os procedimentos, as atitudes e os valores, sem os quais os fatos e os conceitos não serão significativos.

Há de se incorporar a esses princípios da proposta curricular para o ensino de Biologia, o que os conteúdos de referência devem abordar. Isto significa inserir assuntos que sejam relevantes e com objetivos definidos, que, segundo Bizzo (1994), possam culminar no preparo dos alunos para se posicionarem diante das questões éticas concernentes ao uso da

Bioengenharia, proporcionando-lhes instrumentos básicos para compreender as informações que recebem no cotidiano de suas vidas.

Desse modo,

> Mais do que fornecer informações é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da Tecnologia (PCNEM, 1999, p. 225).

Essa responsabilidade e esses desafios enfrentados pela Biologia é que têm o potencial de capacitar o aluno para compreender e analisar os limites e possibilidades da tecnologia, participar das discussões sobre esses temas com discernimento e tomar conhecimento dos impactos desses avanços tecnocientíficos na sociedade contemporânea. Enfim, de proporcionar uma formação científica sólida, democrática e atual, que se justifica pelo contexto emergente com que somos confrontados.

> A clonagem de embriões, a Engenharia Genética e o Projeto Genoma Humano estão a questionar os educadores da atualidade; estarão os estudantes de hoje preparados para enfrentar essas discussões amanhã? Poderão ser manipulados pelo mais rasteiro positivo-cientificista? (BIZZO, 1994, p. 121).

Tem, pois, a presente investigação o propósito de contribuir na busca de melhorias no processo da educação progressista, educação transformadora, aquela que não se limita à mera transmissão de conhecimentos, que não ignora "nada que diga respeito aos homens e às mulheres. (...) A educação que vê nos educandos gente formando-se, mudando, crescendo, reorientando-se, melhorando. Gente curiosa, inteligente" (FREIRE, 2003, p. 144-145).

As questões suscitadas pela clonagem e células-tronco envolvem a natureza e a dimensão da vida humana e, de acordo com Morin (2004), o processo educacional precisa contemplar o conhecimento da condição humana. Quem somos nós, como criaturas humanas? O autor sugere ensinar a "complexidade", considerar as inquietações significativas, os questionamentos que sempre tiveram lacunas nos pensamentos da humanidade.

Entre estes estão os questionamentos de Pegoraro (2002, p. 69): "Que tipo de ser é um embrião humano? É pessoa? É coisa? É material biológico? É pessoa potencial?" O fato é que estas questões sempre intrigaram o pensamento das pessoas e têm suas raízes na história da existência humana. No século da Biotecnologia, com certeza afloram com veemência

inflamada diante da técnica que permite manipular a substância viva – alterando, eliminando ou acrescentando pedaços ou até mesmo destruindo. Afinal, segundo Maturana,

> a expansão da biotecnologia não expandiu nossa compreensão dos sistemas vivos enquanto sistemas, nem expandiu nossa compreensão de nós mesmos enquanto seres humanos. (...) O que nós somos? (MATURANA, 2001, p.188-189).

Urge, pois, contemplar essas inquietações, que nesse contexto fomentam o interesse do aluno real. De acordo com Trivelato (1995), o conhecimento científico geralmente tem sido apresentado de forma distanciada dos problemas e questões a ele inerentes e não é encarado como algo de que o aluno possa usufruir ou no qual possa engajar-se ativamente.

Diante dessa realidade, em se tratando do estudo da clonagem e das células-tronco, há de se remeter a pontos fundamentais do ensino, já referidos anteriormente: "o que ensinar? Como ensinar? Para quem ensinar? São perguntas que não podem estar desvinculadas de outras como: por que ensinar? Para que ensinar?" (RIOS, 2001, p.126). Nesse sentido, Santos (2001) acredita que a abertura curricular deve fazer-se em face de problemas que caracterizam o novo milênio e privilegiando uma lógica e uma orientação. Não estabelecendo uma lista de tópicos em detrimento de outra, mas de forma a promover a construção de uma visão de mundo aliada aos aspectos práticos e instrumentais para a ação, para a avaliação e a tomada de posição cidadã. Portanto, ao abordar as polêmicas geradas pelas novidades tecnocientíficas no contexto da sala de aula, faz-se necessário enfocar o que tem valor real para o aluno, identificando a condição do ser humano de agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas. Em face disso, implica também formular questões e diagnosticar os problemas sociais, econômicos, éticos e religiosos considerando o mundo vivencial dos alunos, seus princípios e curiosidades, admitindo que

> Não basta, contudo, expor as turmas de alunos a tais problemáticas. É preciso apresentá-las, em exercício real, como questões efetivas das comunidades de que esses alunos participam, retomando temas a que os alunos estão sendo diariamente apresentados, pelos meios de comunicação. (...) Não é suficiente tratar essas informações num plano geral informativo, é preciso discutir questões que interessam diretamente ao aluno. (MENEZES, 2000, p. 50).

É necessário, portanto adotar uma prática pedagógica mais aberta, em que o aluno seja estimulado a engajar-se no processo da aprendizagem. Para tanto, a educação escolar precisa organizar-se em torno da investigação de situações problemáticas abertas que possam ser de interesse para ele. Nessa perspectiva, o ensino de Temas Contemporâneos e Polêmicos, no

caso específico da Biologia, deve desenvolver no aluno a capacidade de (re)construir seu conhecimento, de aprender a aprender e de articular esse conhecimento com sua visão de mundo, problematizando valores e formas de conduta, numa formação política e ética, uma vez que esses temas trazem à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. Assim, no ensino de questões polêmicas da Biologia atual, é essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes aos seres humanos, contribuindo para a formação de indivíduos bem informados e com capacidade para tomar decisões.

CAPÍTULO II

2 Antes e depois de Dolly: As questões da Biotecnologia

"Há um aparente paradoxo no avanço do conhecimento científico. Na medida em que informações se acumulam em quantidade gigantesca, fatos aparentemente desconexos e mistérios antes insondáveis fornecem explicações para os fenômenos naturais. A simplicidade emerge do caos e, gradualmente, os princípios essenciais tornam-se mais visíveis. Novas técnicas de análise molecular revelam a surpreendente elegância e a eficiência reinantes nas células vivas, e a uniformidade de princípios que regem o funcionamento de todas as células."
Bruce Alberts

Embora as concepções científicas não façam parte diretamente do âmbito desta dissertação, é importante inseri-las, uma vez que se constituem no fundamento das discussões em foco. Por isso, buscando teorizar a temática deste estudo, que se configura em propor e analisar uma programação de ensino que aborde temas da Biologia de ponta, especificamente, a contribuição que resulta do tratamento de uma questão polêmica na sala de aula, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre esses temas. Apresenta-se aqui um breve relato da Biotecnologia atual, além da postura crítica e do parecer de pesquisadores recentes em Educação. Procurando resgatar o contexto histórico e o impacto dessa tecnologia na vida das pessoas, foram também levantados alguns conceitos fundamentais sobre a clonagem, as células-tronco e suas imponderáveis implicações éticas.

Partimos da compreensão do que envolve a chamada Biotecnologia Contemporânea, também chamada de Biotecnologia de Ponta, que chegou à descoberta que revolucionou o campo da genética: a estrutura do DNA e o seu funcionamento, importantes tanto para garantir a identidade genética quanto para possibilitar a originalidade dos seres, tanto no que se refere ao genótipo, que marca as constantes, quanto ao fenótipo, que marca a aparência e a evolução. Foi o DNA que, no decorrer de milênios, possibilitou o aparecimento quase infinito de formas diversas de vida e a identidade das espécies. De posse desse conhecimento, o passo seguinte levou à descoberta do DNA recombinante, que provoca fusões celulares e produz novos bioprocessamentos. Assim, o que antes acontecia de maneira espontânea agora pode ser produzido a qualquer hora no laboratório.

Essa é verdadeiramente a maior característica da Biologia Contemporânea: ela consegue interferir diretamente no nível celular e molecular, produzindo uma incomparável diversidade em suas manipulações. Não trabalha com organismos, nem mesmo com microrganismos, mas com moléculas biológicas, ácidos nucléicos e proteínas (MOSER, 2004). Portanto, além de agir com extrema segurança, a ciência poderá criar uma diversidade de combinações, sem passar pela reprodução sexual como lembram Kreuzer & Massey (2002). Assim, isolando os genes de uma molécula, é possível combinar estes genes com outros, diferentes, e até de diferentes espécies. Desse modo, são transportadas, de um organismo para outro, características desejadas.

A Biotecnologia Contemporânea é capaz de criar novos seres e dotá-los de características não encontradas na natureza, alterando artificial e deliberadamente a composição molecular, que regula a vida e suas funções. Antes se dispunha apenas de organismos naturais, que nem sempre apresentavam as características desejadas. Agora, já é possível fazer modificações, conforme destaca Scholze (2002).

Outra característica da Biotecnologia é que, além da diversidade e da velocidade, ela se apresenta com uma dialética intrínseca, respondendo a questões e criando novas necessidades ao mesmo tempo. Isso significa que toda inovação gera novas necessidades e essas novas necessidades vão gerar outras inovações. Assim, as novidades científicas, que rapidamente são comunicadas ao mundo inteiro pelos mais diversos meios de comunicação, além de proporcionarem questionamentos e uma competitividade acirrada, fazem com que sempre surjam outras novidades a serem buscadas e concretizadas e a Biotecnologia interage como fruto e origem com outras ciências e tecnologias, vivendo todas um processo contínuo de retroalimentação. Desse modo, as inovações alcançadas e comunicadas ao mundo inteiro pelas diversas mídias, além de alimentarem uma competitividade cada vez maior, fazem com que sempre surjam outras questões a serem pesquisadas.

Diante dessa Biotecnologia, estão surgindo revelações tão fantásticas que até mesmo o paradigma da complexidade parece insuficiente para explicar. O ser humano passou de um simples sujeito para um sujeito com plenos poderes, capaz de gerar acontecimentos e alterar a estrutura de outros seres e também a sua própria. Após milhares de anos fundindo, derretendo, soldando, forjando e queimando a matéria inanimada para criar coisas úteis, agora o homem está juntando, recombinando, inserindo e costurando material vivo, construindo utilidades econômicas.

Com a descoberta do DNA recombinante, o homem toma posse de um poder até então não experienciado:

> Pela primeira vez na história, tornamo-nos os engenheiros da própria vida. Começamos a reprogramar os códigos genéticos das coisas vivas para adaptá-las às nossas necessidades e desejos econômicos e culturais. Assumimos a tarefa de criar uma segunda gênese, dessa vez uma sintética voltada para os requisitos de eficiência e criatividade. (RIFKIN, 1999, p.15).

Assim, surge, entre os muitos ramos da Biotecnologia Contemporânea, a chamada Engenharia Genética.

A Engenharia Genética pode ser definida como um conjunto de técnicas capazes de permitir a identificação, a manipulação e multiplicação dos genes vivos.

Essa nova ciência oferece meios para manipular o DNA, ou seja, o ácido desoxirribonucléico que existe nas células dos seres vivos, e assim recombinar genes, alterando-os, trocando-os ou adicionando genes de diferentes origens, criando novas formas de vida. A Engenharia Genética possibilita: (i) mapear o seqüenciamento do genoma das espécies animais, incluindo o ser humano (Genoma Humano) e dos vegetais; (ii) criar seres clonados (copiados); (iii) desenvolver a terapia genética; (iv) produzir genes transgênicos.

Essas novas possibilidades no campo da genética passaram a preocupar governos e grande parte das sociedades envolvidas, pois seu processo formal, direcionado, poderá prejudicar o patrimônio genético, até mesmo irremediavelmente.

Para compreender os conflitos gerados pelo avanço da Engenharia Genética, é necessário resgatar alguns aspectos históricos da ciência.

Ao longo da história, as novidades científicas provocaram mudanças na sociedade de seu tempo, contando com grupos de defensores e opositores extremados. Dessa forma, os conhecimentos biológicos em todos os tempos pareceram gerar profundas indagações e conflitos, tanto no aspecto da inalterabilidade da natureza viva, quanto ao uso ou destino das novas descobertas.

O desenvolvimento da Engenharia genética tem provocado controvérsias de diferentes matizes. Propagam-se opiniões que vão desde a defesa intransigente, por parte daqueles que apóiam as manipulações genéticas de qualquer natureza, sem questionar sua finalidade, até a mais ferrenha oposição dos que vêem a natureza como sagrada e, portanto, intocável. Em cada um dos grupos existem diferentes concepções de mundo e de vida, resultando daí posicionamentos também distintos.

As principais correntes de opinião acerca da Bioengenharia surgiram de modo mais articulado na década de 50, no rastro dos movimentos que divulgaram e socializaram os feitos técnico-científicos, de forma crítica ou acrítica.

De acordo com Oliveira (2001), inicialmente já se distinguiam duas posições antagônicas com relação aos feitos científicos, surgidas e articuladas nos meios acadêmicos dos EUA e Europa. O ponto de partida dessas discussões situa-se em 1957, ano em que os soviéticos colocaram no espaço o satélite *Sputnik*.

Em seguida, os norte-americanos, temendo que os soviéticos superassem seu desempenho científico-tecnológico, implementaram, como política oficial do governo, programas que receberam a denominação de "alfabetização técnico-científica". Esses programas, que atingiam estudantes de todos os níveis visando aumentar sua compreensão e informação, acabaram tornando-se meros repassadores das últimas novidades científicas e tecnológicas.

No entanto, nesse período surgiram os grupos de análises críticas, que objetivavam aprofundar o debate sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Assim, nasceu o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), responsável pela criação dos primeiros cursos universitários oficiais de ciência e tecnologia, que priorizavam a abordagem das repercussões sociais da prática dos novos saberes. No mesmo período articulou-se o movimento norte-americano e europeu CTPP (Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas), com feição mais governamental, destinado a sistematizar a preparação e o aperfeiçoamento de professores dessas áreas.

Nas décadas de 70 e 80, nos EUA, Inglaterra, Canadá, Holanda e Alemanha Ocidental, o movimento CTS se expandiu para o curso secundário, sob a forma de programas na estrutura da educação formal.

Por volta de 1963-1970, constituiu-se o movimento anticiência e antitecnologia e o MCR (Movimento Científico Radical), dissidentes mais radicalizados do CTS. Os integrantes desses movimentos passaram a considerar os avanços das ciências da natureza como algo anti-humano, realizando mobilizações contra a utilização não pacífica da energia nuclear e protestos contra a militarização dos conhecimentos da química, da física e da biologia, alcançando o auge por volta da época da Guerra do Vietnã.

Em meio a essas ondas de discurso catastrófico e mobilizador de emoções, emergiram os opositores mais enfáticos das biotecnologias e, de modo especial, da Engenharia Genética - os atuais biofundamentalistas, movimento que apresenta a visão da intocabilidade da sagrada natureza.

Com outro pensamento aparecem os bioliberais, defendendo as manipulações genéticas de qualquer tipo, sem questionar os fins a que se destinam. Assim, a Engenharia Genética suscita as mais diversas opiniões e controvérsias de diversos matizes, fazendo circular "opiniões que vão desde a defesa intransigente até a mais arraigada e completa oposição". (OLIVEIRA, 2001, p. 99).

Surgiu ainda uma terceira vertente, com opinião mais global sobre esses temas. Esta não se posiciona como centrista ou conciliadora dos dois extremos, mas prioriza o resgate da função social das ciências da natureza, incluindo o combate às opressões de gênero, raça e etnia. Embora participe de fato dos debates, essa corrente ainda não se consolidou como um pólo formador de opiniões. Tal corrente incorpora a batalha contra o patenteamento de genes existentes na natureza, defende a biodiversidade de cada país, a soberania nacional, o direito de aprender e, principalmente, a luta pela aplicação dos novos saberes somente para fins pacíficos e humanitários.

Na sucessão de descobertas, os cientistas começaram a perceber que suas pesquisas conferiam uma espécie de biopoder, e era evidente que eles não conseguiriam controlá-lo! Essas especulações disseminaram-se, sobretudo, entre os biólogos moleculares. Diante disso, constataram que era necessário que a sociedade se tornasse conhecedora das novidades da Bioengenharia e emitisse sua opinião (OLIVEIRA, 2001).

Na década de 70, o fator que mobilizou o mundo científico, provocando as mais acaloradas polêmicas, foi a biossegurança. Havia, além do temor dos desastres ecológicos, as inquietações referentes à militarização das ciências da natureza em geral e ao potencial de alteração inerente à Engenharia Genética. Talvez seja essa a razão que leve os cientistas a invocar uma bioética para controlar os instintos e as necessidades bélicas de certos sistemas sociais.

Aqui vale lembrar que as pessoas que escolheram a carreira científica como profissão são trabalhadores comuns. Estão nos espaços institucionais das ciências: universidades, empresas de Engenharia Genética e indústria farmacêutica. Trabalham para alguém, têm patrões e são controlados por eles, portanto, o problema não é tanto o que elas pesquisam, mas o que o dono fará do produto criado por suas pesquisas. Os cientistas que executam essa ciência programada colocam-na, deliberadamente, a serviço de outra instância decisória, revelando que essa ciência não possui a inocência e a pureza que alguns nela querem ver. (MAIA, 2004).

Assim, os senhores da ciência, proprietários do seu produto, passam a ter cada vez mais o domínio, usando e remodelando todas as coisas a seu bel-prazer. "Dito de outra forma,

decisões que irão afetar profundamente a vida de todos acabam sendo tomadas por uma pequena elite tecnocrata". (MOSER, 2004, p. 114).

Diante de tais considerações, não causa espanto que a insistência em tornar públicas as polêmicas em torno das biotecnologias tenha surgido nos próprios meios científicos. Depoimentos de vários cientistas, como Dulbeco (1995) e Rifkin (1999), confirmam que a Engenharia Genética é algo com que as pessoas deveriam se preocupar, porque a biologia molecular é extremamente potente no que ela pode fazer. Em função disso, as pessoas deveriam prestar atenção, participar e assumir uma postura diante de acontecimentos científicos.

O perfil de cientista que só pensa no bem da humanidade parece perder credibilidade na atual conjuntura. A ciência perde a neutralidade e passa a incorporar tendências benéficas, mas ao mesmo tempo maléficas, quando mal utilizada.

Uma grande revolução, como é precisamente a biotecnologia contemporânea, põe em jogo não só os aspectos materiais da vida, mas também a nossa cultura, a nossa visão de mundo e os nossos valores. Dessa forma, "a ciência também tem necessidade de regras, não pode se desenvolver de forma selvagem, ou mesmo em franco desafio à moral corrente". (DULBECCO, citado por Oliveira, 2001, p. 103).

Nesse contexto, os conhecimentos biológicos desencadeiam profundas interrogações e conflitos, não apenas em relação às grandes alterações da natureza viva, mas também no tocante às aplicações das suas novas conquistas. Envolvem, portanto, questões inerentes ao poder político, econômico e às rédeas da dominação. Daí se justifica a necessidade de promover o desenvolvimento de uma nova sociedade, na qual os conhecimentos científicos e tecnológicos sejam propriedade de cada cidadão, uma vez que esse conhecimento diz respeito ao destino da própria vida humana.

2.1 A Clonagem Reprodutiva

A Clonagem é um tipo de reprodução assexuada, observada na natureza, como nos seres vivos monocelulares, por exemplo, amebas e bactérias. Elas simplesmente se dividem ao meio, dando origem a uma nova vida. Algo parecido ocorre com os vegetais. Curiosamente, "há plantas que podem ser clonadas a partir do caule, da raiz ou até da folha. Foi justamente a partir da observação desses fenômenos naturais que surgiu a palavra klon, clone, para

designar o processo pelo qual se dá origem a um novo ser vivo" (MOSER, 2004, p. 169) de forma assexuada e geneticamente idêntico ao ser de origem.

De acordo com Pereira (2002, p.19), a idéia da clonagem teve seu início no final do século XIX, quando se demonstrou que todas as células de um ser vivo têm seu genoma completo. No início do século XX, foram desenvolvidas técnicas para cultivar células de animais em laboratório. Retirando-se, por exemplo, um pedaço de pele de uma pessoa e colocando-o em um frasco com uma solução contendo um coquetel de nutrientes, depois de alguns dias observam-se sob o microscópio centenas de células se dividindo a partir das células daquela pele original e se espalhando pelo frasco. Isso demonstra que, mesmo fora do organismo, as células continuam vivas, ligando e desligando os seus genes e assim se multiplicando, desde que sejam bem nutridas.

Os primeiros sucessos da clonagem de animais foram obtidos em sapos na década de 1950, por meio da técnica de transferência de núcleo, quando foram gerados sapos adultos a partir de células de girinos.

No entanto, a mesma técnica não funcionava em outras espécies, em particular em mamíferos, não se sabe bem por quê. Foi necessário um longo e dedicado esforço no aprimoramento da técnica para que o processo fosse possível em outras espécies de animais. Na prática, ainda sabe-se pouco sobre a Clonagem como método de reprodução em mamíferos, porém a pouca experiência demonstra que a clonagem de animais, na grande maioria das vezes, não é bem sucedida (PEREIRA, 2002). A grande sensação na história da Clonagem foi mesmo o caso de Dolly, ovelha clonada através da utilização de uma célula diferenciada. Entretanto, mais notável ainda foi a observação de sua penosa caminhada até ter sido sacrificada aos seis anos de idade, o que equivalia à mesma idade genética da mãe e a fazia sofrer dos mesmos males de uma ovelha envelhecida (MOSER, 2004).

A técnica de Clonagem que produziu Dolly foi pioneira, pois foi a primeira a utilizar células não-embrionárias para produzir um clone. Ela consistiu na retirada de uma célula da glândula mamária de uma ovelha doadora, que foi chamada de célula-mãe, a qual foi mantida viva em meio de cultura no laboratório. Em seguida, foi retirado o óvulo de uma outra ovelha, desprezando-se o seu núcleo. O óvulo vazio e a célula cultivada foram fundidos por meio de estimulação elétrica, formando um zigoto ou ovo fecundado, que se transformou num embrião e, ao atingir a fase de blástula, foi implantado no útero de uma ovelha mãe de aluguel. O ser gerado com essa técnica é geneticamente idêntico ao doador da célula-mãe, possuindo as mesmas características físicas e biológicas deste. (DREYER, 2003).

No mundo animal, apesar de uma lagartixa conseguir regenerar a ponta da cauda cortada, o pedaço cortado não é capaz de formar uma lagartixa. A clonagem de animais é mais complexa que a das plantas. Assim, foi necessário o desenvolvimento de uma estratégia bem sofisticada para reprogramar[5] uma célula animal já diferenciada, com identidade própria de modo que ela viesse a agir como se fosse a primeira célula formada no momento da fecundação. Essa primeira célula é basicamente um óvulo com o núcleo composto pela fusão do seu próprio núcleo com o núcleo do espermatozóide que o fecundou. Nesse núcleo fundido está o genoma de um ser vivo. O genoma, além do material genético necessário, traz em si uma espécie de instrução, a partir da qual desenvolve o processo de formação de um indivíduo (MOSER, 2004).

Foi na década de 1980 que se desenvolveu um método para geração de clones, alternativo à transferência nuclear – a bipartição de embriões[6] (PEREIRA, 2002). A clonagem por bipartição de embriões é feita da seguinte maneira: sob o microscópio, um embrião de oito células é mecanicamente dividido ao meio por uma lâmina finíssima. As duas metades do embrião resultantes são transferidas cada uma para uma "barriga de aluguel" – uma fêmea que irá gestar o embrião, sem contribuir para a sua genética. Dessa forma, a partir de um óvulo e de um espermatozóide, são gerados dois animais geneticamente idênticos.

A bipartição de embriões existe na natureza, dando origem a gêmeos idênticos ou univitelinos. Essa técnica realiza artificialmente um fenômeno natural. Assim, dentro da definição de que clones são seres geneticamente idênticos, gêmeos univitelinos são clones.

Com a bipartição de embriões passou-se à possibilidade de produzir dois a quatro animais geneticamente idênticos, ou clones, e isso representa um potencial econômico importante, pois torna possível gerar quatro animais a partir de um único embrião. Porém, a reprodução de cópias de um embrião não permite saber as características que o animal adulto desenvolverá. Ou seja, a bipartição é uma clonagem às cegas, na qual não se sabe bem como será o "ser" que está sendo clonado. Mas começa assim o objetivo de gerar cópias de um ser vivo com características interessantes às ambições particulares e ou para fins de pesquisa. No entanto, apesar de ter alguma aplicação na pecuária, a bipartição ainda não satisfazia o método de clonagem procurado.

---

[5] Ligar e desligar conjuntos específicos de genes.

[6] Com o método da bipartição de embriões obtêm-se, a partir de um embrião, dois ou mais animais geneticamente iguais.

2.2 O Episódio Dolly

A clonagem do tipo Dolly, ou de última geração, que gera uma cópia quase idêntica ao doador do patrimônio genético[7] nuclear, dispensa espermatozóides para a geração de um novo ser, ao utilizar a transferência de núcleo de uma célula adulta e diferenciada (células com especialização já definida).

Conforme relata Pereira (2002), Dolly foi resultado de anos de intensa pesquisa sobre como tornar uma célula diferenciada capaz de acessar todos os seus genes, o seu genoma, e produzir um ser completo e perfeito. Ela foi gerada pelo método de transferência nuclear, mas com estratégicas modificações que fizeram o experimento funcionar em animais.

Basicamente, uma célula de mama de uma ovelha de seis anos foi fundida a um óvulo de outra ovelha, cujo núcleo, contendo seu genoma, havia sido eliminado, ou seja, um óvulo sem material genético. Um choque elétrico foi utilizado para fundir aquela célula ao óvulo vazio, simulando a fecundação e induzindo esse óvulo a iniciar o desenvolvimento dividindo-se em duas, quatro células, e assim sucessivamente. O óvulo resultante dessa fusão continha o genoma da célula da mama, ou seja, o genoma da ovelha de seis anos. Cinco meses depois, a ovelha "barriga de aluguel", para onde o embrião foi transferido, deu à luz a ovelha Dolly, um clone daquela ovelha doadora da célula da mama.

A novidade desenvolvida por Wilmut e sua equipe, que fez finalmente a clonagem de um ser adulto funcionar, foi o tratamento dado à célula da mama antes de introduzi-la no óvulo. Seu metabolismo, a reação química que ocorre dentro das células, foi reduzido a quase zero, semelhante ao metabolismo da primeira célula resultante da união de um óvulo com um espermatozóide. Assim, quando aquela célula "dormente" foi introduzida no óvulo vazio, ela estava com seu metabolismo sincronizado ao metabolismo do óvulo, reproduzindo mais fielmente as condições naturais pós-fertilização. Esse mesmo tratamento tornou possível a geração de clones de várias outras espécies animais.

A escolha por esse tipo de célula (a célula da mama) não teve uma justificativa científica, simplesmente era a célula que eles tinham crescendo no laboratório.

Não foi assim tão fácil uma célula transferida para um óvulo dar origem a Dolly. De acordo com Pereira (2002), foram realizadas duzentas e setenta e seis transferências nucleares e, destas, somente vinte e nove embriões sobreviveram e foram transferidos para barrigas de aluguel. Desses vinte e nove, somente um deu origem a uma ovelha aparentemente normal e

---

[7] Conjunto dos genes de um organismo.

saudável batizada de Dolly, em homenagem à atriz Dolly Parton, possuidora de fartos peitos – mamas. Apesar de extremamente ineficiente, o experimento funcionou, e Dolly abriu as portas da clonagem animal a partir de células adultas.

Desde então, já foram clonados camundongos, cabras, porcos, macacos, cães e vacas. Outras espécies, como coelhos e galinhas, ainda são refratários às técnicas atuais de clonagem, não se sabe ainda por quê.

2.3 A clonagem humana e sua história

O geneticista americano Joshua Lederberg, um dos criadores da Engenharia Genética, afirmou que a primeira clonagem de seres humanos não vai demorar muito (DIEGUEZ, 2001). Essa clonagem seria o processo pelo qual o núcleo de uma célula somática de um organismo já existente é transferido para um ovócito[8] do qual o núcleo foi removido.

Isto é feito através do uso de células germinativas[9]: quando um óvulo é fertilizado e começa a dividir-se, as células são todas iguais, mas, à medida que vão se dividindo, algumas células diferenciam-se e tornam-se células germinativas, que produzem determinados tecidos e órgãos. A pesquisa nessa área tem sido muito ativa, no entanto ainda existe muito para descobrir a cerca da diferenciação celular (EIBERT, 1999).

De acordo com Pereira (2002) e Moser (2004), em 1993 dois médicos americanos, especialistas em reprodução assistida, anunciaram a bipartição de um embrião humano – a geração de gêmeos idênticos pela "força bruta", como feita em gado desde a década de 1980. Apesar de ter sido feito somente um teste e os embriões humanos bipartidos não terem sido implantados no útero de uma mulher, essa experiência causou uma enorme comoção nos EUA. Pela primeira vez falou-se seriamente sobre clonagem humana e a fantasiosa geração de exércitos de indivíduos idênticos, reacendendo o medo da eugenia, que andava esquecida desde o final da Segunda Guerra.

O impacto social negativo dessa experiência fez com que a bipartição de embriões humanos fosse temporariamente abandonada, e durante alguns anos o assunto de clonagem de

---

[8] Célula da linhagem germinativa formadora do óvulo, que se classifica de dois tipos: ovócito primário (diplóide proveniente de uma ovogônia de última ordem que já passou pela fase de crescimento) e ovócito secundário (haplóide proveniente da divisão reducional meiótica do ovócito primário, formado juntamente com o primeiro glóbulo polar, e que corresponde ao estágio de desenvolvimento do gameta feminino quando ocorre a ovulação). Conf. Dicionário de Biologia – José Luís Soares.

[9] Células de natureza embrionária, indiferenciadas, que originam a linhagem celular da qual resultam os gametas. Conf. Dicionário de Biologia – José Luís Soares.

seres humanos ficou esquecido. Isso até 1997, pois, com o anúncio de Dolly, logo em seguida um grupo americano declarou ter clonado macacos a partir de células embrionárias, gerando dois animais geneticamente idênticos. Apesar do interesse de clonar macacos ser exclusivamente o da pesquisa, as imagens daqueles seres – quase – humanos clonados levantou imediatamente a idéia da clonagem de seres humanos.

As razões apresentadas para clonar seres humanos são as mais variadas. Entre elas, por exemplo, fala-se em: (i) produção de doadores de órgãos; (ii) possibilidade de renovar atividade de células danificadas, substituindo-as por células novas crescidas em cultura; (iii) benefício de estudar a diferenciação celular ao mesmo tempo em que a clonagem é estudada e desenvolvida; (iv) casais estéreis terem a possibilidade de ter filhos com a formação genética de um dos pais.

Os potenciais riscos e desvantagens da clonagem incluem: (i) a possibilidade de comprometer a individualidade; (ii) a perda de variabilidade genética; (iii) a geração de um mercado negro de fetos, de doadores "desejáveis" que queiram clonar a eles próprios; (iv) a tecnologia ainda não está bem desenvolvida, tendo uma baixa taxa de fertilidade (para clonar a Dolly foram produzidos mais de duzentos ovos, vinte e nove começaram a dividir, nove induziram a gravidez e apenas um sobreviveu); (v) os clones poderão ser alvos de discriminação por parte da sociedade; (vi) os clones poderão estar sujeitos a problemas de má formação ou a problemas psicológicos desconhecidos, com impacto na família e na sociedade (Nash, 1997). Portanto, a clonagem reprodutiva apresenta prós e contras, daí falar-se em clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica.

Entende-se por clonagem reprodutiva aquela que tem como objetivo a geração de um indivíduo completo a partir de uma célula somática[10] – a reprodução assexuada, conforme definida anteriormente. Já a chamada clonagem terapêutica consiste em aplicar as técnicas e ciência da clonagem não para fins reprodutivos, mas para oferecer melhorias à qualidade de vida humana. Seria sem dúvida vantajosa, tanto para a ciência como para a medicina. A clonagem de órgãos para transplante é provavelmente a maior razão prática para permitir e conduzir "a clonagem terapêutica".

A genealogia da realização de Wilmut teve a seguinte evolução[11]:

---

[10] Qualquer célula diplóide (a célula ou o indivíduo que apresenta um cariótipo normal com 2n cromossomos), integrante de uma parte do corpo. Opõe-se à célula germinativa (gameta).

[11] De acordo com registros da Revista Galileu, outubro de 2001, Nº. 123, por Flávio Dieguez; da Revista Ciência Hoje, outubro de 2001, Nº. 176,por Franklin David Rumjanek, e ainda Pereira, 2002 e Moser, 2004.

Os alemães Wilhelm Roux (1850-1924) e August Weismann (1834-1914) afirmaram que o ovo e o esperma contribuem igualmente com cromossomos para o zigoto (ovo fertilizado). Também propuseram erradamente, como se descobriria depois, que só as células germinativas do embrião carregariam todos os potenciais hereditários e que, ao se diferenciarem, perderiam parte desses potenciais.

Em 1894, o alemão Hans Driesch (1867-1941) separou células de embriões de ouriço-do-mar (com duas e quatro células) e observou o desenvolvimento de larvas pequenas, mas completas.

Em 1901, Hans Spemann (1869-1941), dividiu um embrião de salamandra em duas partes e produziu com sucesso duas larvas.

Em 1914, Spemann enlaçou um ovo recém fertilizado com um fio de cabelo e apertou o laço, forçando o núcleo para um lado e deixando apenas o citoplasma para o outro. O lado com o núcleo dividiu-se até ter dezesseis células. Nesse estágio, um dos núcleos invade o outro lado e o nó foi mais apertado, para evitar outra transferência. Então os dois lados formaram larvas, uma pouco mais velha que a outra, provando que um núcleo celular (de embrião com dezesseis células) pode gerar uma larva completa.

Nos anos de 1940-1950, mamíferos de várias espécies foram clonados por divisão de embriões, mas só até os estágios iniciais, antes da fase em que se fixariam no útero.

No ano de 1952 ocorreu o primeiro transplante de núcleo. Os norte-americanos Robert Briggs (1911-1983) e Thomas J. King transplantaram o núcleo de uma célula de um embrião de sapo para um ovócito não fertilizado, do qual havia sido retirado o núcleo. Os ovos transplantados produziram girinos e muitos se tornam sapos juvenis. Isso desencadeou uma série de experimentos com clonagem.

Nos anos de 1961-1962, o inglês John B. Gurdon e o norte-americano Robert Mckinnell usaram o método de transplante de núcleo em diferentes espécies de sapos e obtiveram animais adultos que geraram prole normal. Isso provou a totipotencialidade de núcleos de células embrionárias.

Mckinnell, King e Marie Di Bernadino, entre 1962 e 1965, obtiveram girinos ao transferir núcleos de células cancerosas do rim de sapos para ovos anucleados. Isso mostrou que certas células cancerosas podiam voltar ao normal pelo processo de diferenciação.

Em 1964, na Universidade de Cornell (Estados Unidos), F. C. Stewart conseguiu que uma planta completa de cenoura se desenvolvesse a partir de células de raízes. Esse e outros experimentos anteriores com anfíbios levaram alguns cientistas a acreditar que fosse possível

clonar células diferenciadas (somáticas), o que foi conseguido em 1966 por John Gurdon e V. Uehlinger, usando núcleos de células intestinais de girinos.

Em 1970, outros cientistas obtiveram girinos de sapos com o mesmo método, usando outros tipos de células diferenciadas.

Em 1973, ocorreu a primeira demonstração de que é possível alterar os mecanismos químicos dos genes, fazendo-os trabalhar de um jeito ou de outro, conforme o interesse. É o que se chama de Engenharia Genética, que interfere no nível molecular (DNA e proteínas), alterando de modo artificial e deliberado a composição molecular, criando novo ser, ou dotando-o de características desejadas.

Em 1983, o americano James McGrath e o iugoslavo Davor Solter desenvolveram o método de transferência nuclear para embriões de mamíferos. Os embriologistas Davor Solter e James McGrath, em 1984, realizaram uma série de tentativas para clonar embriões de ratos, transferindo os seus genes para dentro de um óvulo, técnica semelhante à que seria mais tarde usada por Wilmut. Concluíram erradamente que a clonagem de mamíferos dessa maneira é "biologicamente impossível".

Em 1986, o dinamarquês Steen Willadsen clonou carneiros, na Inglaterra, fundindo o núcleo de uma célula de um embrião (no estágio de oito células) em um ovo anucleado. Outros pesquisadores, em seguida, conseguiram o mesmo com bois, ovelhas, porcos, bodes e ratos, usando técnicas semelhantes.

Em 1993, Neal First e M. Sims relataram pela primeira vez a clonagem de bezerros pelo transplante do núcleo de células embrionárias cultivadas em laboratórios.

No ano de 1997, nasceu a ovelha Dolly, primeiro mamífero clonado de células somáticas, obtida pela equipe do escocês Ian Wilmut, do Instituto Roslin. No mesmo ano, Don Wolf e equipe, no Centro de Pesquisa de Primatas do Oregon, clonaram dois macacos Rhesus por transplante de núcleo de células de embrião (no estágio de oito células).

Em 1998, na Universidade do Hawai, Teruhiko Wakayama e equipe geraram grande número de camundongos transplantando núcleos de células adultas de ovário para ovos anucleados. Pela primeira vez, eles clonaram células de um animal clonado.

Nos anos de 1999-2001, cientistas relataram o nascimento de outros animais clonados em diversos países, e avanços nas técnicas utilizadas. Nesse mesmo período, especialistas em fertilização assistida anunciaram projetos de clonagem humana.

Em 2003, no dia quatorze de fevereiro, morre a ovelha Dolly, vítima de uma infecção pulmonar, artrite e outras doenças comuns entre ovelhas idosas. Dolly viveu mais ou menos a metade da expectativa de vida de uma ovelha normal.

"Sendo contra ou a favor, todos temos de pensar nessas questões, pois somente discutindo e conhecendo vamos ter uma visão crítica e ética sobre um assunto complexo e relevante" (DREYER, 2003, p. 2) como a aplicação dessas novidades tecno-científicas.

2.4 Células-Tronco

De acordo com Pereira (2002), as Células-Tronco se definem como células que podem se diferenciar e constituir diferentes tecidos no organismo. Esta é uma capacidade especial, porque as demais células geralmente só podem fazer parte de um tecido específico, por exemplo: células de pele só podem constituir células da pele.

Outra capacidade das Células-Tronco é a auto-replicação, ou seja, elas podem gerar cópias idênticas de si mesmas.

Por causa dessas duas capacidades, as Células-Tronco se tornaram objeto de intensas pesquisas, pois poderiam no futuro funcionar como células substitutas em tecidos danificados ou doentes, como nos casos de Alzheimer, Parkinson e doenças neuromusculares em geral, ou ainda no lugar de células que o organismo deixa de produzir por alguma deficiência, como no caso de diabetes.

Basicamente, existem dois tipos de Células-Tronco: as extraídas de tecidos maduros de adultos e crianças e as extraídas de embriões. As Células-Tronco são ainda classificadas como: (i) totipotentes ou embrionárias: são as que conseguem se diferenciar em todos os tipos de tecidos, inclusive a placenta e anexos embrionários, que formam o corpo humano. Elas, só são encontradas no embrião nas primeiras fases da divisão, quando este tem três ou quatro dias de vida. (ii) pluripotentes ou multipotentes: são as que conseguem se diferenciar em quase todos os tecidos humanos, menos placenta e anexos embrionários (PEREIRA, 2002; ZATZ, 2005). Alguns trabalhos classificam as multipotentes como aquelas com capacidade de formar um número menor de tecidos do que as pluripotentes, enquanto outros acham que as duas definições são sinônimas (ZATZ, 2005). As Células-Tronco pluripotentes ou multipotentes surgem quando o embrião atinge a fase de blastocisto[12], tendo a partir de trinta e duas até sessenta e quatro células, aproximadamente no quinto dia de vida. (iii) Células-Tronco oligopotentes: são aquelas que conseguem diferenciar-se em poucos tecidos. Ainda

[12] O mesmo que blástula, etapa da evolução embrionária, ovo nas suas primeiras etapas de formação, antes de constituir propriamente o embrião.

são objetos de pesquisa, mas podemos dizer como exemplo que são encontradas no trato intestinal. (iv) Células-Tronco unipotentes: são as que conseguem diferenciar-se em um único tecido. Estão presentes no tecido cerebral adulto e na próstata, por exemplo.

A ordem ou comando que determina, durante o desenvolvimento do embrião humano, que uma Célula-Tronco totipotente e pluripotente se diferencie em um tecido específico, como fígado, osso, sangue etc., ainda é um mistério que está sendo objeto de inúmeras pesquisas (ZATZ, 2005).

Por enquanto, sobram esperanças e faltam pesquisas que, embora aceleradas, ainda estão em estágio inicial. E aí está a briga dos cientistas para obterem espaço dentro da lei que permita manipular embriões em busca de Células-Tronco totipotentes.

Segundo cientistas, seriam usados apenas embriões descartados pelas clínicas de fertilização e que, mesmo se implantados no útero de uma mulher, dificilmente resultariam em uma gravidez, ou seja, embriões que provavelmente nunca se desenvolverão.

Porém, essa idéia esbarra na oposição de setores religiosos e grupos antiaborto que consideram que a vida começa no momento da concepção.

Para tornar a questão mais complexa ainda, o implante de Células-Tronco seria mais eficaz se extraído de um embrião clonado do próprio paciente, pois evitaria o risco de rejeição. Esse procedimento só não serviria para pessoas que apresentam doenças genéticas.

A mensagem da ciência, nesse caso, é bem clara: se quiser os benefícios dessa descoberta, a humanidade terá de aceitar a clonagem de embriões para pesquisa. Nas palavras de Gearhart[13], citado na Revista Galileu (número 123, 2001) por Flávio Dieguez, "os dados que estamos obtendo prometem revolucionar o que sabemos sobre a biologia e a medicina, mas ainda há décadas de trabalho à frente até entendermos como as Células-Tronco funcionam exatamente e como usá-las com segurança".

2.5 As Questões éticas suscitadas pela Engenharia Genética

Em se tratando das questões suscitadas pela Engenharia Genética, notadamente sobre a clonagem e células-tronco, é preciso situar as técnicas em seu contexto científico mais amplo. De fato, é preciso considerar as grandes revoluções científicas ocorridas nas últimas décadas

[13] John Gearhart, embriologista americano.

na área da Biologia Médica. O professor doutor J. Bernarde[14] (1990) as sintetiza, no livro *De la Biologie à l'Ethique*, em duas, chamando-as de revolução terapêutica e de revolução biológica. A primeira propiciou os avanços terapêuticos que não só contribuíram para debelar doenças mortais, como também deram maior garantia às cirurgias e transplantes. A segunda consistiu no desenvolvimento das técnicas de diagnóstico e técnicas de manipulação dos dados diagnosticados. Nesse sentido, Rifkin escreve:

> Os cientistas dizem que não está longe o dia em que os chips DNA serão capazes de escanear um paciente individual, ler a sua estrutura genética com detalhes precisos e, até mesmo, conseguir deter genes anormais ou com mau funcionamento. Os chips DNA eventualmente serão capazes de determinar quais genes estão ligando e desligando em determinado momento. (RIFKIN, 1999, p. 204).

A integração da Biologia e da tecnologia de informação e gerenciamento abre rapidamente o caminho, entre tantas outras possibilidades, para o mapeamento genético e para o domínio da reprodução biológica pela Engenharia Genética, potencializando a reprodução assistida[15]. O sucesso desta depende de se dispor de vários embriões implantáveis. A clonagem possibilitaria esse número maior, com a vantagem de eles serem selecionados. Os cientistas não pensam em levar adiante a evolução de mais do que um embrião monozigótico, de tal modo que os clones como tais não passariam da fase embrionária. Ultrapassar essa barreira seria o mau uso que, somado às técnicas de Engenharia Genética, permitiria realizar as atrocidades da ciência, como reproduzir seletivamente gênios ou andróides, ou mesmo seres que funcionassem apenas como "banco vivo de órgãos" para eventual transplante em favor de seus clones recíprocos que tivessem sido levados à evolução como sujeitos racionais.

Há que se perceber aqui dois lados dessa questão: um que assusta ou mesmo repugna pelos possíveis maus usos e devastadores resultados atingindo a dignidade humana; e outro que pode entusiasmar pelas possibilidades que se abrem exatamente em favor da qualidade de vida humana.

Etimologicamente a palavra Bioética, ética da vida, é formada por dois vocábulos de origem grega: *Bio* (vida) e *Ética* (costume; valores relativos a determinado agrupamento social, em algum momento de sua história). Embora procedente da ética médica, a Bioética não se restringe ao direito dos indivíduos à saúde e assistência médica, mas trata também das responsabilidades sobre os desafios, dilemas, riscos e ameaças à vida no planeta.

---

[14] Pesquisador e autor do livro *De la Biologie à l'Ethique*.

[15] É uma expressão atualmente usada para referir a fertilização em laboratório e conseqüente transferência de embrião para o útero.

O objetivo geral da Bioética é buscar benefícios e a garantia da integridade do ser humano, tendo como fio condutor o princípio básico da defesa da dignidade humana. Entre os assuntos enfocados pela Bioética estão a clonagem, o uso das células-tronco e suas polêmicas questões, acompanhados por outros relativos ao que atualmente chamamos direitos reprodutivos (concepção, contracepção, esterilização, aborto, infertilidade, experimentos científicos em seres humanos etc.).

A Bioética, inicialmente conhecida como um movimento social que lutava pela ética nas ciências biológicas e áreas correlatas, hoje é também uma disciplina norteadora de teorias para o Biodireito[16] e para a legislação, com a finalidade de assegurar mais humanismo no cotidiano das práticas médicas e nas experiências científicas que utilizam seres humanos. Essa dupla face, disciplina e movimento social – Movimento Bioético, confere à Bioética a peculiaridade de ser, ao mesmo tempo, reflexão sobre as implicações éticas, sociais, econômicas e políticas dos novos saberes biológicos e também ação, objetivando estabelecer um novo contrato social, entre sociedade, cientistas, profissionais de saúde e governo sobre as questões contemporâneas e as perspectivas do futuro.

O vocábulo popularizou-se a partir de Janeiro de 1971, quando o biólogo e oncologista Rensselaer Potter, da Universidade de Wiconsin, Madison, EUA, publicou o livro *Bioética: uma ponte para o futuro*. No livro, Potter disse escolher Bio para representar o conhecimento biológico dos sistemas viventes e escolher Ética para representar o conhecimento dos sistemas de valores humanos.

Essa nova face da ética

> É necessariamente interdisciplinar e de identidade instável, pois não é uma filosofia global, nem uma ética geral, e muito menos uma ciência. (...) A Bioética designa um conjunto de questões éticas, que coloca em jogo os valores, originados pelo poder cada vez maior da intervenção tecnocientífica no ser vivo, especialmente, mas não exclusivamente no homem (PEGORARO, 2002, p. 75-78).

Daí apresentar-se fundamentada no ponto de vista universal, considerando os interesses do ser humano, do meio ambiente e da vida como bem incomparável. Baseia-se nos princípios, que extrapolam as preferências individuais, estabelecendo que "pensar eticamente consiste em admitir que meus interesses não podem contar mais que os interesses alheios, pelo simples fato de serem meus interesses" (SINGER, 1994, p. 24).

---

[16] Entende-se como direito oriundo das Biotecnologias e da manipulação genética. (Conf. Oliveira, 2002).

Em meio a tantas incertezas, inquietações e espanto diante dos avanços da Engenharia Genética, a Bioética surge como uma bandeira na luta para "construirmos uma convivência social que torne o mundo mais justo, em um contexto no qual ciências e cientistas contribuam para delinear caminhos que assegurem cada vez mais o bem estar e a felicidade humana" (OLIVEIRA, 2002, p. 127).

Nota-se que aparentemente a ciência goza de uma alta credibilidade, mesmo a despeito de certo desencanto gerado por algumas conseqüências atribuídas a ela, como bombas de hidrogênio, poluição, armas biológicas, gases mortíferos e outras produções catastróficas.

Alerta ou não, a humanidade vê na ciência uma espécie de "vara de condão" e dela espera soluções benéficas, baseadas nos melhoramentos que ela já proporcionou. Alimenta-se o "mito" de que o que é científico é verdadeiro, no entanto a ciência não é capaz de abrir caminho a uma verdade global e universal em substituição aos diferentes discursos ideológicos, ou seja, de idéias abstratas, de fundo religioso, social, político, conforme assinala Fourez (1995).

Segundo Moreno (1998), quando a ciência induz ao pensamento de que é possuidora de verdades absolutas, ela passa a mostrar suas limitações e enganos. Por isso o autor recomenda que o ensino de ciências não pode ficar alheio a essa concepção, acatando as dúvidas e incertezas como componentes do pensamento científico e descortinando inovações e mudanças, pois, de outra forma, poderá oferecer aos estudantes idéias infundadas, preparo indevido para o futuro, formação intelectual imprópria para o enfrentamento do mundo que os espera.

Faz-se necessário, portanto, desmistificar a relação da ciência com a verdade, identificando que nem tudo que a ciência profere está correto e que o que é científico nem sempre é digno de segurança da verdade, como lembra Freire-Maia (1997).

Quanto ao professor, este deve desempenhar o seu papel de modo consciente e deliberado em função da natureza da ciência, sendo educacionalmente ético, e, quando lidar com temas polêmicos, permitir aos alunos construírem seus próprios julgamentos à luz das evidências abordadas na sala de aula (LEWIS, 1986). Desse modo, faz-se necessária a conexão entre a ética e o ensino da ciência, considerando que não é possível ensinar a ética ou a ciência esquecendo princípios primordiais, ou seja, desprezando a visão de mundo e os questionamentos de cada um. A maneira como o educador lida com os conteúdos que ensina não deve jamais violar os interesses, os desejos e a consciência crítica do aluno. Isso pode ocorrer quando o conhecimento é utilizado como forma de submissão, quando se obriga o aluno a aceitar como ato de fé aquilo que não entende, por meio de um discurso manipulador,

num ato quase que de obrigá-lo a substituir a razão pela crença, suprimindo-lhe a oportunidade de duvidar, questionar e construir segundo seu ponto de vista.

No século da Biotecnologia (século XXI), a humanidade se inquieta na busca de novos rumos, novos paradigmas que dêem luz aos conflitos e respostas às indagações levantadas especialmente pela genética e seus avanços. Para isso é fundamental recorrer à ética, compreendida ou definida como a ciência da moral, postura, costumes e valores, usualmente empregada para referir-se às normas de convivência dos setores da sociedade com unidade, conforme assinala Moser (2004). A ética concentra essa esperança, traduzindo-se na postura de cada um. Abrange normas provisórias, uma vez que considera a vida como um processo que muda, enriquece e avança no tempo, por isso as normas nunca são absolutas e imutáveis, mas ganham novos ângulos de visão, ajustando-se às novas situações.

No contexto de vida contemporânea, novas adequações estão sendo processadas no horizonte ético. São fatos novos em debate e à espera de uma prescrição atualizada, um norte para o pensamento e legalização dos seus feitos. Diante dessa situação, a sociedade contemporânea busca uma nova ética, ou seja, uma nova face da ética – a Bioética. Essa chega como um pólo de reflexão e de luta pelos direitos humanos, pela ampliação da cidadania e pela delegação de responsabilidade e de poder à sociedade, para traçar um caminho e um cenário que preserve o interesse pelo presente e futuro da vida.

Entretanto, conforme assinala Pegoraro (2002), não se pode assumir nenhuma postura com relação a fatos emergentes, como no caso da clonagem e uso de células-tronco, sem antes definir a concepção de ética, mas lembrando que "a ética não pode ser um código de prescrições e proibições: isso deve ser feito aquilo não" (PEGORARO, 2002, p. 30). Segundo o autor, a ética não é um preceito religioso, embora possa abranger objetivos propostos pelo cristianismo, vislumbrando a felicidade das pessoas, a constituição de uma sociedade justa e solidária. Também não está ligada a pilares fixos que a sustentam, pois cada época, cada circunstância, cada situação direciona decisivamente seu horizonte ético. "A ética não diz respeito apenas ao modo de agir, ela diz respeito, sobretudo, a um modo de ser que eventualmente se traduz num agir". (MOSER, 2004, p. 357).

Certamente aqui cabe o reconhecimento de que o espaço escolar defronta-se com o desafio constante de promover uma educação em valores, formando indivíduos democráticos, que submetam suas idéias e propostas ao juízo de outros, que façam escolhas e assumam responsabilidades sobre elas. Por isso nos recomendam os PCNs (1998) que a vivência das discussões em sala de aula, a criação e recriação constante do conhecimento na relação

pedagógica que aí se desenvolve é, sem dúvida, a maior oportunidade de participação efetiva do aluno no contexto escolar, importante no seu processo de preparação para a vida.

Portanto, é fundamental que o professor, ao abordar temas polêmicos da Biologia Contemporânea, como a clonagem e as células-tronco, forneça aos alunos subsídios para reflexões sobre as questões éticas por eles suscitadas.

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), apesar de polêmicos, devido a

> (...) sua elaboração vertical, ou seja, com a inserção de propostas não discutidas amplamente por bases interessadas, apresentam uma perspectiva educacional positiva, com a inclusão da ética nos processos de ensino e aprendizagem. (RAZERA, 2000, p. 21).

De fato, "a escola é um lugar privilegiado para pensar e discutir os princípios éticos de liberdade e responsabilidade, norteadores do bem-estar social" (RAZERA, 2000, p.42). E sem dúvida, a escola deve abrir horizontes e ser um protótipo de sociedade na qual o estudante irá atuar. O autor ainda orienta que as discussões sobre a ética devem partir de qualquer ponto, de qualquer componente curricular, cabendo ao professor a responsabilidade de favorecer a formação ética do indivíduo, muitas vezes, pela sua própria forma de agir.

Esta é também a posição dos PCNs:

> O trabalho com ética tem como objetivo o reconhecimento de que as atitudes das pessoas precisam ser pautadas por princípios de respeito, justiça, solidariedade e diálogo, que devem estar expressos na ação cotidiana da escola. (...) Além disso, faz-se um importante trabalho educativo atuando nas situações emergentes do cotidiano escolar (1998, p. 87).

Os PCNs, portanto, propõem que a escola e os professores reafirmem suas responsabilidades como formadores de cidadãos éticos, o que, na expressão de Paulo Freire, constitui-se numa exigência da prática educativa. Trata-se de somar esforços em prol da formação de um cidadão consciente de seus direitos e deveres.

Naturalmente as novidades científicas em estudo, bem como outros conteúdos polêmicos, estão encharcadas de valores que se traduzem em princípios éticos, o que reforça a necessidade de a sala de aula se configurar em um espaço de reflexão crítica, além de seu potencial de construção do conhecimento. Desse modo, a problematização dos valores e das formas de conduta é apontada como uma meta a ser alcançada pela ética na escola.

CAPÍTULO III

3 Metodologia da Pesquisa

"No esforço para entender a realidade, somos um homem que tenta compreender o mecanismo de um relógio fechado. Ele vê o mostrador e os ponteiros, escuta o tique-taque, mas não tem como abrir a caixa. Sendo habilidoso, pode imaginar o mecanismo responsável pelo que ele observa, mas nunca estará seguro de que sua explicação é a única possível."
Albert Einstein

A origem desta investigação está no exercício da docência no Ensino Médio, com a constatação de que os alunos apresentavam grande curiosidade pelas questões relativas às novidades científicas, notadamente a clonagem e as células-tronco. Existiam também variadas preocupações sobre esses temas e pouca informação sobre eles. Surgiu então a idéia de organizar as aulas de Biologia em torno de temas geradores, uma vez que a clonagem e as células-tronco contemplavam aspectos que lhes interessavam. A expectativa era de compreender os diferentes posicionamentos dos alunos e suas respectivas construções frente às imponderáveis implicações dessas temáticas em seu dia-a-dia.

Essa pretensão de estudar Biologia pela abordagem de Temas Contemporâneos e Polêmicos em sala de aula oferecia diversas possibilidades de desenvolvimento, uma vez que, nessa forma de prática pedagógica, o assunto se desloca ora para o professor, ora para o aluno, ora para os materiais didáticos disponíveis. No entanto, o aluno foi eleito como foco principal da pesquisa a ser realizada, considerando sua participação efetiva e os acontecimentos da sala de aula como possibilidade de fornecer subsídios para lidar com o problema. Qual seria o valor pedagógico de uma programação de ensino voltada para o estudo e discussão de temas relacionados às pesquisas de ponta no campo da Biologia? Na busca de respostas para essa e outras questões, um caminho se descortinou: organizar e aplicar, com alunos do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Uberlândia, uma programação de ensino voltada para o estudo dos temas em questão, com a finalidade, além das outras inerentes à prática educativa, de coletar dados para serem analisados e interpretados posteriormente. Essa programação foi chamada de projeto pedagógico.

O tratamento metodológico considerado adequado a investigação foi o "Estudo de Caso", que constitui uma forma de abordagem qualitativa de pesquisa, uma vez que enfatiza a

interpretação de um contexto, visando a descobertas e "se fundamenta no pressuposto de que o conhecimento não é algo acabado, mas uma construção que se faz e refaz constantemente. Assim sendo, o pesquisador estará sempre buscando novas respostas e novas indagações no desenvolvimento do seu trabalho" (Lüdke e André, 1986, p. 18).

Como sugerem as autoras, este método permite identificar e compreender possibilidades e desafios contidos no estudo de temas contemporâneos e polêmicos, permitindo vislumbrar possíveis caminhos de superação.

Partimos do pressuposto de que uma questão polêmica pode suscitar diferentes opiniões e perspectivas, não tendo uma única resposta como a mais aceita ou a mais verdadeira, uma vez que a realidade pode ser apreendida de diferentes formas, permitindo conclusões e decisões também distintas. Conforme apontam as autoras, o "Estudo de Caso" conduz à descoberta da multiplicidade de dimensões presentes numa situação e é propício para a abordagem de algo singular, que tenha valor em si mesmo.

Desse modo, este estudo tem como objetivo apreender a postura dos alunos do Ensino Médio, numa situação de ensino voltada para as questões polêmicas da Biologia Contemporânea, em uma escola pública da cidade de Uberlândia[17], já citado na página 13 dessa dissertação.

Para isso se fez necessário analisar o posicionamento dos alunos participantes, a complexidade desse posicionamento e o dinamismo interno da sala de aula frente a essas polêmicas que muitas vezes inusitadamente invadem o dia-a-dia do espaço escolar.

Pela mesma razão, foi preciso observar e registrar também suas dificuldades em relação ao processamento das informações na construção do conhecimento, suas emoções e aberturas para a possibilidade de formação ética.

Num primeiro momento, foi feita a observação direta na sala de aula, como procedimento de coleta de dados, considerando a possibilidade de contato pessoal e estrito com o fenômeno pesquisado, o que é importante nessa busca de compreender os possíveis posicionamentos dos educandos, bem como o potencial de uma programação organizada com esse propósito.

A observação foi realizada no período de junho a julho de 2005, durante a aplicação de um projeto pedagógico voltado para o ensino de clonagem e células-tronco. Foram observados, na dinâmica da sala de aula, as atitudes dos alunos, os anseios, as angústias e tensões expressadas oralmente ou implicitamente manifestadas em suas expressões faciais. Os

[17] Por questões éticas foi mantido o anonimato da escola onde se desenvolveu esta pesquisa.A instituição é sempre referida como "escola pública da cidade de Uberlândia".

registros feitos pelos alunos foram organizados e analisados junto aos dados coletados pela observação e notas registradas. A aplicação do projeto se estendeu por doze aulas de cinqüenta minutos cada. A descrição mais detalhada se encontra em alguns relatórios nos anexos. O registro das observações foi feito em cada dia da aplicação do Projeto Pedagógico sob a forma escrita em notas de campo, comparadas depois com as gravações em vídeo e relatórios feitos pelos alunos. Estas gravações foram também transcritas e interpretadas para posteriormente serem utilizadas na análise dos dados com base no referencial teórico e à luz dos depoimentos dos alunos envolvidos na investigação.

Num segundo momento, foi utilizada a entrevista coletiva semi-estruturada com o objetivo de buscar esclarecimentos e comparar algumas informações anteriores. Esse momento estimulou a fluência de informações que sustentaram os dados anteriores. As questões propostas para o momento da entrevista foram elaboradas de forma simples e direta, mas sugerindo o assunto que eles já haviam discutido na sala de aula durante o desenvolvimento do projeto. De comum acordo, foi gravada e, posteriormente, transcrita. O resultado foi submetido a comparações com os outros dados para o procedimento de análise e discussão. Durante a entrevista, mantive-me atenta às discussões, intervindo para esclarecer aspectos obscuros e também buscando redirecionar ou encaminhar o debate para os pontos previamente privilegiados. Era importante que os alunos tivessem liberdade de expressão, até mesmo para apresentar os aspectos que mais lhes haviam despertado a atenção. Foi realmente um ganho a oportunidade de os alunos mais uma vez se expressarem livremente, sem a indução de textos e questionamentos padronizados, pois isso permitiu captar melhor os sentimentos e interesses que tinham sobre o tema. Os conflitos e os princípios éticos ficaram claros no decorrer do encontro.

3.1 O Projeto Pedagógico

O projeto pedagógico denominado “O Ensino de Temas Polêmicos em Aulas de Biologia: Clonagem e Células-Tronco” foi realizado junto a um grupo de mais ou menos sessenta alunos de duas turmas de 1ª série do Ensino Médio de uma escola da rede pública localizada na cidade de Uberlândia – Minas Gerais, visando a certificar e analisar os posicionamentos assumidos por eles diante de conteúdos diretamente relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade.

Ficaram estabelecidas para o projeto três aulas semanais, no período de junho a julho de 2005, conforme Anexo I. As turmas foram informadas sobre o método de abordagem da pesquisa – a observação, além da intenção de filmar parte do trabalho, e ainda de que esta investigação buscava a compreensão de fatores que pudessem contribuir na melhoria da metodologia do ensino de Biologia das escolas públicas. Nesse momento, os alunos ouviam atentamente e tinham olhares de não muita compreensão da proposta que já haviam acolhido.

No entanto, interrogados sobre se tinham dúvidas, não se manifestaram, apenas comentaram o fato de não terem participado antes como informantes de um estudo assim. Um dos alunos mencionou se sentir importante e que ficaria na história de uma pesquisa, mesmo que de forma não identificada.

Receberam também explicações sobre o desenvolvimento do projeto pedagógico, que se iniciaria com a coleta e seleção de material informativo para estudo e discussão. Essa atividade foi elaborada a partir de uma sondagem prévia, "diagnóstico", realizada com a finalidade de problematizar o assunto, bem como de conhecer o contexto das salas observadas. Para esse diagnóstico foi aplicado um questionário com perguntas simples e diretas sobre os conceitos em questão, o interesse em conhecê-los, a importância das conquistas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, os meios pelos quais obtinham as informações e sobre as polêmicas geradas. Nessa elaboração foram consideradas as manifestações e discussões inusitadas no contexto das aulas de Biologia. Essa atividade foi utilizada como ponto de partida para perceber os conhecimentos prévios, aspectos que mais interessavam sobre o assunto e assim preparar a atividade pedagógica.

As respostas obtidas nesse questionário mostraram que os próprios alunos reconheciam a inadequação das suas concepções e queriam construir concepções cientificamente corretas. No entanto, as tendências giravam em torno das questões sociais e éticas geradas pelo assunto. Estavam antenados às informações das diversas mídias. A maioria dos alunos relacionava principalmente a ovelha Dolly e a novela O Clone, fatos bem conhecidos, porém sem articular conhecimentos. Esses episódios esquentavam o assunto e o legitimavam como importante; no momento citavam também debates televisivos, reportagens do Fantástico e Globo Repórter, da Rede Globo de Televisão. A questão religiosa aparecia nas respostas e os alunos faziam variados questionamentos relacionados à ciência e à tecnologia. Também relacionavam a palavra "clone" com o uso cotidiano: "ultimamente as pessoas vivem falando em clonar cartões, clonar placas de carro, a clonagem virou palavra de todo mundo". Quanto às células-tronco, as respostas eram mais tímidas e eles não conseguiram expressar-se com

clareza. De modo geral, todos já tinham ouvido falar sobre elas, mas sentiam dificuldade em falar sobre elas.

A curiosidade e o interesse dos alunos sobre esses temas fluíam de modo oportuno à prática educativa e à intenção da pesquisa no contexto da sala de aula. Eles questionavam e rebatiam respostas, expunham-se e de certo modo sentiam-se impulsionados a participar do estudo que se propunha.

É importante registrar que, durante o desenvolvimento dessa atividade pedagógica, houve o cuidado de conciliar a discussão das temáticas com o conteúdo de ensino[18] proposto para a disciplina de Biologia: Núcleo; Divisão celular; DNA; Engenharia Genética e reprodução.

Assim se estabelecia o contato pessoal da pesquisadora com o fenômeno e o objeto pesquisado.

A observação foi realizada com focos determinados pelos objetivos específicos do estudo, estabelecidos com base no quadro teórico elaborado anteriormente. Nessa fase, foi observado o que ocorria em sala de aula com vistas á dinâmica provocada por um tema gerador de controvérsias, tensões e conflitos, enfim, mecanismos desenvolvidos pelos alunos para lidar com as temáticas "clonagem" e "células-tronco".

A trajetória deste projeto percorreu os seguintes passos:

- Escolha do título e objetivos – foram estabelecidos a partir de um diagnóstico prévio feito com os alunos do 1º ano do ensino médio, sobre as questões que abrangem discussões e que podem apresentar diferentes pontos de vista;
- Definição dos procedimentos a serem executados – foram definidos com base em estudos atuais sobre ensino e aprendizagem de conteúdos científicos considerando a predisposição para aprender sob a motivação do aspecto "polêmico" do assunto;
- Planejamento do roteiro das atividades e das aulas para o desenvolvimento do projeto com os alunos – foi elaborado a partir de análises e reflexões ocorridas nos itens anteriores, considerando a motivação dos alunos e as permissões disponibilizadas pela escola;
- Desenvolvimento do projeto – esse passo consistiu na realização, junto aos alunos do ensino médio, das atividades programadas: (a) diagnóstico, como ponto de partida; (b) solicitação de busca e seleção de informações referentes à clonagem e células-tronco; (c) divisão da turma em grupos; (d) preparação para discussões diversificadas; (e) exposição oral dos conceitos

[18] Nesta pesquisa, considera-se conteúdo de ensino, aquele apresentado na proposta curricular para o ensino de Biologia e que é aplicado no programa da escola.

com participação dos alunos; (e) observação direta em sala de aula; (f) filmagem em fitas de VHS; (g) confronto posterior para testar as idéias junto aos informantes.

A opção por esta metodologia se justifica pela visão de projeto como um *design*, um esboço de algo que se deseja atingir. Está sempre comprometido com ações, mas é algo aberto e flexível ao novo. A todo o momento é possível rever o que foi inicialmente projetado, tanto para levá-lo avante quanto para reformulá-lo de acordo com as necessidades dos sujeitos envolvidos, ou com a realidade enfrentada. Como destaca Tuler,

> Com o trabalho de projetos, aprender deixa de ser um simples ato de memorização e ensinar não significa mais repassar conteúdos prontos. Aprende-se participando, vivenciando sentimentos, tomando atitudes diante dos fatos, escolhendo procedimentos para atingir determinados objetivos. Ensina-se não só pelas respostas dadas, mas principalmente pelas experiências proporcionadas, pelos problemas criados, pela ação desencadeada (TULER, 2006, p.1).

Nesse contexto se desenvolveu o trabalho de investigação, considerando o objetivo do projeto pedagógico em propor e testar junto aos alunos a relevância de uma situação de estudo voltada para assuntos polêmicos e contemporâneos da Biologia, além de analisar as construções e posturas assumidas por eles frente a suas implicações. Como os alunos já haviam sido previamente informados, apenas foram relembrados o tema e as atividades que seriam realizadas: divisão da turma em grupos, coleta e seleção de material informativo - revistas, jornais, internet - leituras, discussões, produção de textos, debate final e exibição de vídeo. Também foi definido o tempo de duração do projeto e as datas, que obedeceriam ao horário das aulas de Biologia, conforme consenso efetuado previamente, uma vez que os temas eram relacionados ao conteúdo curricular da disciplina. Haveria pequenos ajustes quando se fizesse necessário às atividades programadas.

No decorrer do estudo proposto, o trabalho docente se limitou a orientar, mediar e provocar algumas ações, com determinadas intervenções, apenas para esclarecer pontos que se configuravam obscuros para a pesquisa e, em momentos precisos, procurando redirecionar o debate para as questões privilegiadas nos objetivos predefinidos. Preservava-se assim a espontaneidade e a liberdade de expressão dos alunos para que fosse possível captar aspectos relevantes para a investigação.

Em comum acordo, a parte filmada foi posteriormente apresentada a eles para confronto e reflexão, o que também nos foi útil para compreensão das informações. Rever o debate propiciou observar mais detalhadamente as reações dos alunos buscando a confirmação e

melhor compreensão dos posicionamentos por eles assumidos. Foram permitidas pausas e comentários durante a exibição da fita e também após, com a intenção de alcançar o objetivo na coleta de dados. Esta interpretação centraliza-se na legitimação dos saberes existentes sobre as questões estudadas, questionando, confirmando ou contradizendo aquilo que já está posto sobre elas. O que, segundo Penin é fundamental, uma vez que "a constante aproximação com o real, sem as amarras do que sobre ele já foi conceituado, apresenta-se como tarefa perene" (2003, p. 25). Dessa forma, o sistematizado e o achado anterior poderiam se sustentar ou, quem sabe, revelar pontos novos e relevantes para a pesquisa.

3.3 Características da escola e dos alunos envolvidos no projeto pedagógico

A escola na qual a pesquisa foi desenvolvida apresenta a seguinte estrutura física: dois andares com 22 salas de aula; 1 laboratório de Biologia; 1 laboratório de Física; 1 laboratório de Química; 1 biblioteca; 1 sala de vídeo; 1 sala de informática com 12 computadores disponíveis para professores e alunos, embora sem uma proposta pedagógica para o seu uso, funcionando apenas como uma atividade extra; dois pátios; 1 quadra de esportes coberta; 2 salas de professores; banheiros nos pátios para alunos e outros banheiros separados para os professores; salas para atendimento dos alunos na supervisão e outras salas para a área administrativa. Existe ainda um serviço de copiadora no interior da escola. Além dessa estrutura física, a escola é uma das escolhidas pelo projeto do Governo do Estado de Minas Gerais conhecido como "Projeto Escola de Referência", com o slogan "Compromisso com a Excelência na Escola Pública". Resumidamente, esse projeto tem como objetivo uma educação comprometida com o exercício pleno da cidadania, objetivo esse que, aliás, deveria ser o de toda instituição educacional. É importante esclarecer, ainda, que "Referência", nesse contexto, diz respeito à formação ética, articulação de valores somados à produção de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades e competências que possibilitem a participação social efetiva do cidadão, conforme parecer da Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais.

Uma das particularidades da "Escola de Referência" é o ensino por meio de "projetos", fato positivo no processo de execução desta pesquisa, que utilizou esse processo para obter as informações que serão registradas mais adiante.

A opção por trabalhar com os alunos do 1º ano do ensino médio levou em conta alguns aspectos já privilegiados no planejamento da pesquisa. Primeiramente, pela aceitação

espontânea dos alunos para participar da pesquisa conjugada ao seu interesse, especificamente, das duas turmas escolhidas. Depois, o fato de eu atuar como docente em ambas as turmas e estar presenciando muitas manifestações, por parte dos alunos, com relação às questões a serem investigadas. Como pesquisadora, minha inquietação encontrava, então, terreno fértil, concebendo assim a preocupação que gerou o problema do presente trabalho. Certamente, como afirma OLIVEIRA (2004, p.198):

> É nas escolas de ensino médio que as pessoas adquirem noções básicas de genética, o que nos leva a concluir que esse é o público-alvo prioritário do trabalho de despertar e estabelecer uma consciência crítica, uma consciência bioética, que priorize o resgate da função social das Ciências Biológicas; até porque a maioria das pessoas encerrará seus estudos no ensino médio.

As características dos alunos desse nível de ensino variam, desde a postura que apresentam no dia-a-dia com relação ao empenho nas atividades diárias, o compromisso e heterogeneidade social, familiar, religiosa, até as diferenças de idade. Alguns, antes de serem estudantes, são trabalhadores ou procuram de imediato ingressar no mercado de trabalho. Parte deles estuda no período da noite, e parte no período da tarde.

Quanto à sua trajetória escolar, uns estão dando continuidade a seus estudos sem interrupções, mesmo que tenham tido retenções em alguma etapa ou interrupções anteriores, outros estão voltando à escola que um dia abandonaram em diferentes momentos e situações. Essas histórias têm certamente alguns reflexos na interação desses alunos com o processo de escolarização, o que, no entanto, não é considerado no plano pedagógico vigente da escola. Mas, apesar dessas circunstâncias, a expectativa de grande parte deles é de continuar os estudos e fazer um curso superior após a conclusão do ensino médio. Essa permanência ou o retorno aos estudos revela uma valorização do processo escolar, o que, na esperança da maioria, é traduzido como "ter um futuro melhor" e/ou ser uma pessoa mais instruída.

Outro aspecto importante é o fato de fazer parte de uma das turmas uma aluna da ordem de religiosas (noviça), a quem não agradou, no primeiro momento, o estudo proposto: "O Ensino de Temas Polêmicos e Contemporâneos nas Aulas de Biologia" com enfoque na clonagem e nas células-tronco. Quanto aos meios para obtenção das informações científicas, uma pequena parte dos alunos tem acesso a revistas como *National Geografic, Galileu, Superinteressante, Ciência Hoje e Scientific American*. A maioria tem acesso a revistas como: *ISTOÉ, Época, Veja, Malu, Contigo, Cláudia etc.* Por outro lado, praticamente todos acompanham as notícias pela televisão e comentam sobre os programas que, algumas vezes,

se relacionam aos temas, como novelas, filmes, Globo Repórter, Fantástico, etc. No trajeto do estudo, comentaram a dificuldade em processar as muitas informações que a mídia oferece e também em argumentar sobre elas. Merece destaque aqui o fato de que os alunos se envolveram com as discussões de tal modo que continuaram a buscar novas informações e, acompanhando os acontecimentos, socializavam as opiniões ao longo do ano. Nesse sentido, merecem destaque o interesse e as indagações apresentadas quando, em agosto do mesmo ano, assistiram curiosos ao filme "A Ilha" de Michael Bay, que também versava sobre a temática e foi exibido no cinema. São fatos que comprovam terem desenvolvido o gosto pelo conhecimento e adquirido a atitude de permanente busca do aprendizado.

3.2 A Trajetória do Projeto Pedagógico

A execução do projeto pedagógico foi marcada por acontecimentos inusitados na sala de aula. O aluno muitas vezes inseria as questões da tecnociência, independentemente do conteúdo proposto. Era como se a ele coubesse a escolha do assunto a ser ensinado na sala de aula e suas indagações se deslocavam para diferentes problemas. O conhecimento científico saía dos laboratórios e invadia a sala de aula, a vida do cidadão comum, pelos diversos meios de comunicação e traziam preocupações de cunho ético, filosófico e religioso, entre outras. Sob meu olhar, tais indagações desencadeavam diferentes e ricas discussões com revelações que poderiam ser promissoras à prática de ensino da Biologia.

A inquietude e o interesse do educando por essas questões emergentes da ciência não podiam ser ignorados. Como educadora, não era possível deixar de lado o contexto significativo que se desvelava nessas manifestações. Pensava que tais questões podiam ser canalizadas para levar o aluno a construir conhecimentos, propor hipóteses, assumir posicionamentos e desenvolver habilidades e valores. O sentimento que isso provocava era ao mesmo tempo angustiante e prazeroso, pois estava à frente, mais uma vez, a oportunidade de mergulhar numa experiência singular e encontrar o desconhecido. Era essa a situação que eu propunha a pesquisar.

O aluno, por sua vez, assumia seu papel de protagonista da história, mesmo sem conhecer os passos seguintes. Mas ele queria. Era ele quem direcionava o enfoque e ia se revelando de uma forma normalmente não permitida pela escola. Agora, ele se encontrava ali, com seu discurso, suas dúvidas, seu engajamento e, sobretudo, fazendo da sala de aula o *locus*

de confronto do conhecimento científico com seus anseios, suas crenças e seus posicionamentos, analisados e discutidos posteriormente nesta pesquisa.

Um diagnóstico inicial foi utilizado como ponto de partida, conforme explicitado no item 3.1 deste trabalho. Houve interesse e certa desconfiança no início, por ser uma proposta não comum para aqueles alunos. Alguns declararam a aversão pela tecnologia nas mãos do homem, mas, no decorrer da atividade eles se envolveram. O debate de idéias foi logo instalado, embora no primeiro momento não muito satisfatório, por falta de embasamento. A solução natural, portanto, foi oferecer subsídios para as discussões, mediante o desenvolvimento de uma programação de ensino preparada como projeto pedagógico. Nesse contexto o projeto foi apresentado. Os procedimentos foram por mim definidos, mas permitindo aos próprios alunos selecionar o teor da informação a ser estudada e discutida, desde que dentro dos temas propostos. Essa atitude permitiria maior liberdade tanto para a pesquisadora, quanto para o aluno, estabelecendo entre nós um diálogo e estimulando a fluência de informações. Era garantida também, nessa opção, a possibilidade de interação professora/pesquisadora/aluno, importante para este trabalho, uma vez que compreender a subjetividade dos educandos era fundamental na busca do entendimento do valor daquela situação de ensino e de suas posturas frente às questões polêmicas. E tal comportamento, diferentemente do que alguns possam pensar, permitiu que se instalasse um ambiente ameno e espontâneo, ocasionando também discussões que revelaram anseios, dúvidas e preocupações, que talvez não fossem apresentadas se as escolhas fossem feitas por mim.

No momento da seleção do material informativo, ocorreu um verdadeiro embate, com discussões e críticas sobre os diferentes interesses, o que revelou que aquela escolha carregava um importante significado e determinava aquilo que deveria ser transformado em saber a ser ensinado.

A leitura dos textos escolhidos foi realizada com questionamentos diversos, grifos e assinalações que indicavam seus diferentes pontos de vista, críticas e questões levantadas. Por exemplo, alguns textos foram discutidos a partir das manchetes, outros foram lidos, comentados e enriquecidos com explicações solicitadas e/ou que pareciam necessárias. Relatórios também foram feitos como atividades de estudo. Muitas vezes a falta de conhecimentos sobre os conceitos básicos de Genética e do contexto histórico evolutivo da ciência dificultou o processo das discussões, o que levou a um secundário interesse pela aprendizagem do conteúdo da Biologia. Mas a preocupação social e religiosa se mantinha como prioridade. Desse modo, os alunos expressavam grande tensão ao apresentarem suas observações nos momentos de culminância dos procedimentos executados. Suas expressões

faciais, corporais e palavras eram passíveis de interpretação, o que foi registrado para análise e discussão. Os mecanismos criados pelos alunos para lidarem com as polêmicas exigiam interferência em alguns momentos, uma vez que procuravam impor apenas a própria concepção, ignorando a de outros. Nesse contexto, como professora procurei mediar as discussões para que não enveredassem para "dar prescrições", "dizer o que deve ser", forte tendência entre eles, o que seria a morte do espírito reflexivo. O intuito era, ao contrário, incitar reflexões que repercutissem nas atitudes e escolhas. Daí a justificativa de minha interferência, fornecendo informações apropriadas, com exemplos, e levantando posteriores questionamentos. Porém, houve relativa coerência entre o posicionamento dos alunos e as escolhas de textos por eles efetuadas no desenvolvimento das atividades, sustentando seu modo de pensar ou aceitar confirmado pelo seu saber previamente construído. Assim, desenvolviam a capacidade de autonomia e reflexão crítica frente ao conhecimento científico. Numa atitude de defesa ou contestação, mantinham a convicção na postura assumida diante de todos, evocando o respeito e criando novos problemas ao articular seus princípios com a complexidade do novo conhecimento.

> Não é possível respeito aos educandos, à sua dignidade, a seu ser formando-se, à sua identidade fazendo-se, se não se levam em consideração as condições em que eles vêm existindo, se não se reconhece a importância dos conhecimentos de experiência feitos com que chegam á escola (FREIRE, 2003, p. 64).

As considerações de Freire eram lembradas no dinamismismo da sala de aula e direcionavam as interferências, orientando quanto ao papel de pesquisadora/professora, impondo-me a atitude de respeito à autonomia e à identidade do aluno, em vez de praticar um ato depositário, induzindo o aluno a um processo alienante. Era um sentimento singular, que fluía com intensidade ante as manifestações às vezes tão ingênuas e por isso tão instigadoras a serem substituídas pelos saberes aprendidos. Com certeza, eu experimentava o que Lewis (1986) chama de esforço consciente e deliberado para ser apenas educacionalmente desejável na condução do saber a ser ensinado, permitindo ao aluno fazer o pensamento dele próprio à luz das evidências abordadas.

Para lidar com os extremismos, foi importante oferecer subsídios por meio de exemplos tanto das contribuições como das conseqüências do mau uso da ciência, questionar e levantar problemas a partir de certas posturas assumidas pelos alunos, pois os acontecimentos reclamavam a condução de reflexões que pudessem repercutir, de modo mais amplo, em suas atitudes. Em geral, frente à clonagem humana, mostravam preocupação apenas com a

dignidade do ser humano, o respeito, a preservação do que está posto em suas concepções. Excluíam as possibilidades benéficas da evolução da ciência na vida das pessoas e assim rejeitavam as novidades. No entanto, a mesma intervenção tecnocientífica, se aplicada a outros seres vivos, não merecia oposição, ficando de lado as conseqüências ecológicas e outras decorrentes do processo. Eis aí uma das razões da importância de o aluno poder se expressar livremente: permitir captar as dificuldades, anseios e posturas assumidas. Nesse processo ele reclama o papel da educação.

As polêmicas geravam certo desconforto seguido de uma tensão em torno do querer saber e dever saber aquilo sobre o que não existe um conhecimento exato. A cada reposta encontrada uma nova questão era levantada e as argumentações, eram insuficientes para as inúmeras implicações das novidades científicas. Nesse ponto, houve por parte dos próprios alunos, uma busca de conhecimento sobre os conteúdos da Biologia. Era uma corrida para uma imersão no entendimento do que agora se tornava uma necessidade, ou seja, ganhava significado. Nesse aspecto, o conhecimento, por sua vez, se traduz pelo desenvolvimento de capacidade de participar do assunto em pauta, discordando ou não, mas usando argumentos embasados.

A busca de conhecimento da cronologia sobre a pesquisa da clonagem de mamíferos e o nome dos cientistas responsáveis, assim como do uso do dinheiro público em pesquisas, do avanço científico e suas implicações no campo político, econômico, religioso e ético foi uma interferência para embasamento das discussões e esclarecimento de pontos obscuros de suas posturas. Os posicionamentos eram heterogêneos e configuravam os diversos microcosmos ali representados, o que, por isso mesmo, enriquecia as discussões ao mesmo tempo em que convergiam para um ponto comum: a condição do “ser” humano.

A observação foi concluída com um momento de revisão das posturas pelo vídeo em que foi gravada parte das dinâmicas da sala de aula e uma entrevista coletiva com posterior análise dos dados. Assim, a programação de ensino envolvendo as polêmicas da clonagem e célula-tronco permitiu estabelecer tendências de acordo com dois parâmetros de análise, aqui chamados “Conflitos” e “Princípios éticos” e que se encontram explicitados a seguir.

Conflito denomina, neste texto, o sentimento de oposição vivido pelo indivíduo, confronto entre o que pensa, acredita e o que lhe está sendo posto. Os conflitos dos alunos tinham diferentes naturezas, provocados pelo embate entre seus pensamentos e os novos e polêmicos saberes que colocavam em dúvida seus valores, suas crenças, identificados na tensão que se instala, na postura assumida diante das controvérsias geradas pelos temas e na preocupação com o destino e a condição da “espécie humana”, culminando nas restrições

quanto à Hominização. Para categorização, os distinguimos entre filosóficos e tecnocientíficos.

Por princípios éticos entende-se aqui códigos de conduta que sevem de referência para um comportamento baseado em valores. Entre os princípios evidenciados nessa situação de ensino, estão o respeito, a justiça, a solidariedade e o diálogo.

Esses parâmetros surgem em decorrência do processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar que foi efetuado no contexto da sala de aula, sendo o aluno participante ativo dessa transformação

Nos procedimentos de análise dos debates, interações durante as aulas, relatórios escritos e entrevista, foram consideradas, especificamente, a postura dos alunos, em função dos padrões discursivos em suas repetidas manifestações e ênfases temáticas; as oposições permeadas de valores e as retomadas freqüentes aos aspectos que mais lhes chamaram a atenção prendendo as discussões em seus diferentes instantes.

CAPÍTULO IV

4 Discussão e análise dos dados

"Nossa busca de descoberta alimenta nossa criatividade em todos os campos, não apenas na ciência. Se chegássemos ao fim da linha, o espírito humano definharia e morreria. Mas não creio que um dia sossegaremos: aumentaremos em complexidade, senão em profundidade, e seremos sempre o centro de um horizonte de possibilidades em expansão."
Stephen Hawking

Os dados foram organizados, separados e categorizados de acordo com os referenciais teóricos discutidos anteriormente e interpretados a partir do processo de concretização do conhecimento escolar, interesse e provocação. As análises focalizaram o padrão dos questionamentos feitos, os aspectos de maior relevância no ponto de vista dos alunos, a repetição e o enfoque das tendências manifestadas nos diferentes momentos das discussões. Para isso procedemos a um exercício de ida e volta aos acontecimentos. Por apresentarem a mesma conotação, essas análises estão associadas, uma vez que os alunos sempre se referiam aos conhecimentos, tanto da clonagem como das células-tronco, com o mesmo enfoque e até fazendo certa confusão em relação aos procedimentos de pesquisa de ambos os temas. Buscamos, entre outros, Levinson (2001); Amaral (2001); Razera e Nardi (2001); Amorin (1995); Rios (2001); Alarcão (2001); Pegoraro (2002); Cicillini (2002), Freire (2003, Morin (2004) e Moser (2004) para embasar teoricamente este trabalho. A partir do desenvolvimento do projeto pedagógico, dos registros no caderno de campo, nas fitas de vídeo e áudio, fez-se a análise dos dados coletados durante a dinâmica da sala de aula e na entrevista coletiva distribuindo-os em dois eixos, denominados "conflitos" e "princípios éticos", desencadeados pela discussão do conhecimento científico. Esses parâmetros encontram-se representados na figura 01 e 02, página 93 desta dissertação e definidos e ordenados também nos quadros 01 e 02 contidos no Anexo 6. A seguir, no decorrer da análise, eles serão detalhados e exemplificados.

4.1 Conflitos gerados pelo conhecimento científico

Conflito, conforme Ribeiro (2003) é a oposição que surge quando existe um desacordo dentro ou entre indivíduos ou idéias. Nessa perspectiva, os conflitos apresentados pelos alunos foram identificados pelo mal-estar, dificuldade de entender e aceitar as novidades tecnocientíficas, uma vez que estas apresentavam implicações que se chocavam com princípios, valores e crenças adquiridos por eles em sua vivência. Tal oposição se instalou e gerou uma crise de pensamento, levando-os a desenvolver mecanismos interessantes para lidar com ela. Desse modo, na busca de superar ou resolver essa crise, os alunos criavam um novo conflito, pela emergência de questões inegociáveis até então. Esses episódios foram gerados das discussões sobre o uso do conhecimento científico e da tecnologia na vida humana.

Assim, mesmo reconhecendo alguns benefícios, os alunos desenvolveram uma preocupação que vai além do conhecimento específico da Biologia: a complexidade da vida humana. São, portanto, por um lado, conflitos de fundo filosófico, por se caracterizarem pela busca de compreensão da vida, e, por outro, de fundo tecnocientífico, caracterizados pela angústia e rejeição à aplicação do que altera a estrutura do humano. Com relação às questões filosóficas, diz Nóvoa "por trás de uma *sophia* (razão) há sempre uma *philia* (sentimento)" (1995, p. 25). E Rios (2001) aponta na denominação da filosofia a mesma referência à *philia* (sentimento), impulsionadora do desejo de ir ao encontro da *sophia*, saber amplo e profundo, saber racional.

Uma aluna se destacou na turma pela convicção sustentada pela sua crença religiosa, mantendo seu posicionamento contrário a toda e qualquer intervenção na concepção da vida humana, defendendo a condição de vida plena em dignidade e os direitos intocáveis do embrião. Essa postura despertou a atenção dos colegas e provocou momentos de discussões com vários questionamentos. A análise a seguir se inicia por esse posicionamento que desencadeia o indicador do parâmetro que denominamos de conflito filosófico.

4.1.a. Conflitos Filosóficos

Consideramos conflitos filosóficos a dificuldade, o dilema decorrente da condição humana, o diferencial incompreendido da humanização, chamados por Morin (2004) e por Moser (2004) de "hominização", a particularidade de o *Homo sapiens* humanizar-se, o que de certa forma o torna sacralizado, intocável em sua concepção e manipulação. As novidades científicas afetavam as concepções dos alunos sobre a vida, seus valores e suas crenças, provocando, então, uma situação conflitante, que surgiu logo no início das discussões em sala de aula e se sustentaram durante o estudo.

Utilizei algumas ilustrações, referentes à clonagem e células-tronco, ao introduzir o tema e suas polêmicas (Anexo 7 dessa dissertação). A finalidade era tornar os conceitos mais concretos e provocar a reflexão por parte dos alunos, uma vez que, falar das questões relacionadas à clonagem e às células-tronco, assim como de outros conhecimentos, exige uma aproximação com a realidade, para apreendê-la, como afirma Freire (2003). A imagem teve esse poder. Por meio de transparências e mesmo compartilhando de carteira em carteira, o aluno observava e apreendia as novidades tecnocientíficas com espanto e ao mesmo tempo admiração. Nesse momento percebi a tensão gerada pelo confronto com a Biologia Contemporânea ali demonstrada. Percebi também, os aspectos que mais lhe chamava a atenção e foram esses que motivaram a busca do conhecimento que então, se fazia desejável.

Eis, por exemplo, o depoimento de Fabíola quando, após esse momento, pedi que escrevessem as opiniões pessoais sobre os assuntos da clonagem e células-tronco.

> *Quando a gente estuda os conteúdos, algumas dúvidas aparecem na cabeça da gente. Mas, nem sempre temos coragem de manifestar ou não nos dão oportunidades. Parece que os livros, os professorem estão ensinando coisas relativas a um objeto, nem é sobre a vida, sobre o homem. Esse problema da clonagem humana faz a gente pensar no sentido da vida. Eu não acho certo. Fabricar gente não está correto. É um "ser humano". (Fabíola[19], 1º Ano E. M., 2005)*

Durante a entrevista a mesma aluna voltou ao conflito. E assim se expressou com relação a esses avanços da Bioengenharia:

[19] Com o intuito de garantir o anonimato e preservar os alunos que participaram dessa pesquisa, são utilizados nomes fictícios para indicar suas falas individualizadas.

Para mim esses avanços tecnocientíficos trazem implicações sérias... Eu sou católica e aprendi algumas coisas que batem de frente com isso. Acho que seria refazer o mundo, o pensamento da geração. Creio que se... (expressão de espanto e reprovação) se clonar uma pessoa ela não será jamais perfeita, vai perder muito em relação às outras nascidas de modo normal. Nada justifica esse ato, essa aventura arriscada! Sou eternamente contra! É vida humana, gente!

Embora não se tratasse de assumir posturas favoráveis ou contrárias, a aluna dirigia a discussão posicionando-se quanto à utilização ou não da nova tecnologia. A preocupação era muito forte em torno da imagem do homem. Essa concepção da aluna sobre a polêmica da clonagem e das células-tronco pode ser caracterizada como de cunho filosófico-religioso, e no momento se contrapunha às vantagens e possibilidades que a tecnociência poderia significar para a qualidade de vida das pessoas, uma vez que suas implicações agrediam seus valores. Num processo de desenvolvimento da consciência crítica, surgia a substituição das explicações mágicas encontradas em algumas divulgações referentes ao assunto, por uma análise reflexiva, questionando o que angustiava: a natureza do ser humano, que Moser (2004) e Morin (2004) chamam de hominização e que Pegoraro (2002) denomina de pessoa relacional e potencial, num conceito de um ser que pensa, tem sentimentos, um animal racional e que convive politicamente, portanto um ser diferenciado, especial, de certo modo intocável em sua concepção, ou seja, seu processo de formação natural.. Nesse sentido, "convém reafirmar que o ser humano como pessoa sempre foi o valor central insubstituível e inegociável". (Pegoraro, 2002, p. 56). A razão pela qual consideramos a concepção da aluna é que ela vai de encontro aos anseios que sempre inquietaram a mente das pessoas e hoje essa definição de vida, de humanização apresenta um novo e mais profundo enfoque quando se discutem as novidades da Engenharia Genética. Dessa forma, nesse episódio se via que, para resolver um conflito, buscava-se um conhecimento que, ao ser alcançado, criava novo conflito. As discussões em torno da clonagem e das células-tronco levantavam, então, problemas extremamente sérios e profundamente existenciais, como destaca Pegoraro (2002), sobre essas questões, os alunos questionavam a partir de suas inquietações: Que significa ser uma pessoa? Para Singer (1994) a indagação se faz na diferença a ser definida: Que diferença existe entre um ser da espécie *Homo sapiens* e um ser vivo de qualquer outra espécie? O embrião humano: Que espécie de material biológico é um embrião?

Eram essas as tendências aparentes diante das polêmicas, que tinham no conhecimento científico da clonagem e das células-tronco o seu pano de fundo. O diálogo que se instalava

na sala de aula buscava, de maneira sedutora, porque enfática, afetiva e emocionante, a compreensão e a construção do valor e do sentido da natureza humana.

Desse modo, a discussão sobre os assuntos agitavam o pensamento do aluno e desenvolvia nele uma atitude de preocupação, de surpresa e desejo de mergulhar no desconhecido. Essa atitude não se processa aleatoriamente, ela é provocada pelo problema, aquilo que tem uma significação especial na sua perspectiva existencial. Rios considera que,

> Como busca amorosa do saber, o gesto filosófico abriga uma idéia de prender - com, de apropriar-se junto, reveladora de um coração compreensível, e não a mera reflexão ou o mero sentimento. Guarda, ainda, como busca um sentido de movimento, de caminhar constante, de perguntar sempre. (RIOS, 2001, p.45).

Os alunos se prendiam a essas indagações e caminhavam com elas em meio às discussões. Não se contentavam com uma resposta de nível técnico, não se preocupavam em revelar sua ignorância, mas a expunham ao expressarem curiosidade e elaborarem novas questões. As oposições ganhavam adeptos. Outros alunos se posicionavam de maneira contrária à clonagem e à utilização de células-tronco. A preocupação então se dirigia ao horizonte dos laboratórios e retomavam a pergunta crucial: afinal, o que significa o ser "humano" neste horizonte de vida? A discussão, então, ganhava um caráter religioso, na procura de um entendimento sobre o que é e quando passa a adquirir a existência o "ser" verdadeiramente "humano". O repúdio à manipulação do "ser humano" era nítido.

> *O ser "humano" é complicado. Aí a gente começa a perguntar: o que significa essa particularidade? E porque ela é tão especial? A ciência parece lutar tanto em favor do ser humano. A Biologia para mim tem sentido por causa do homem. Mas isso de clonar uma pessoa não deve acontecer. Essa atribuição só compete a Deus, que tem o direito e o poder de criar. (Marcos, 1º Ano E. M., 2005)*

No entanto, na entrevista, em momento subseqüente e após o estudo das questões, Marcos se contradisse quando questionado sobre a relevância dessas novidades da tecnociência para a vida das pessoas:

> *Acontece que muitas vezes renegamos a ciência sem entendê-la. Nem o que estamos defendendo. Agora, depois que estudamos, não vejo tanto mal nessas novidades tecnocientíficas. O que é ruim é o seu mau uso. Afinal... Gêmeos são clones.. Que mal tem? Pelo visto não temos uma definição precisa sobre o momento que começa uma vida, não sabemos algumas coisas que impedem utilização do material celular, aquele do embrião, porém temos evidências de possíveis soluções para uma vida já definida. Então...*

Mas Fabíola se manteve convicta em sua posição e defendeu seu ponto de vista. Sedimentada na crença de que a religião é superior à ciência, ela discutiu, questionou e refutou o conhecimento científico, quando este não condizia com o conhecimento religioso, o qual determinava e justificava seus valores e posturas. Assim, Fabíola confrontou o parecer de Marcos durante a entrevista, sustentando o conflito:

> *É muito diferente. Na verdade acho que deve ser evitada essa manipulação... É tão confusa... A gente fica num jogo... Pensa... Pensa e... Por exemplo: Quais procedimentos que envolvem a manipulação de embriões humanos são moralmente aceitáveis? A ciência sabe? A igreja ensina alguns princípios importantes. Na verdade tem hora que a gente fica muito confusa. A vida é um ato sobrenatural, não tenho dúvidas. Só que a ciência despreza. Posso estudar como for, mas continuo pensando assim. (Fabíola, 1ºAno E. M., 2005)*

Existia uma insatisfação com relação à essência do que chamamos hominização. Ela tem importância fundamental para a compreensão dos avanços da Engenharia Genética e sua relação com a qualidade de vida. "A importância da hominização é primordial à educação voltada para a condição humana, porque nos mostra como a animalidade e a humanidade constituem, juntas, nossa condição humana" (MORIN, 2004, p. 51). Nesse aspecto, a preocupação se expressa na colocação do autor quando enfatiza que a educação precisa dar espaço para a discussão da complexidade humana, que integra a animalidade e a humanidade que não somente são complementares, mas também antagônicas. "Por isso, a educação deveria mostrar e ilustrar o destino multifacetado do humano: o destino da espécie humana, o destino individual, o destino social, o destino histórico, todos entrelaçados e inseparáveis" (MORIN, 2004, p. 53).

O embate insistia na questão filosófica e era retomado com freqüência na sala de aula, como na fala de Fábio:

Quanto às Células-Tronco, pensamos muito sobre o destino e as possibilidades que esse tipo de célula pode alcançar. Segundo as pesquisas, um embrião não significa garantia de que, mesmo quando gerado no ventre de uma mulher, vai se implantar no útero e se desenvolver em uma criança. Se esse embrião humano já caracteriza uma vida nós não sabemos. Na verdade não sabemos quando começa a vida no seu sentido pleno. (Fábio, 1º Ano E. M., 2005),

De Andréia:

Mesmo com tantas explicações, usar essas células é uma questão muito complicada. Pois a gente sempre aprendeu pela religião que a vida começa na concepção, e assim elas significam um "ser". É um "ser humano", uma espécie diferente das outras. (Andréia, 1º Ano E. M., 2005)

De Andressa:

Gostaria que se empenhassem mais nessa questão: Que espécie de ser é um embrião humano? Ou que tipo de material é? É vida? (Andressa, 1º Ano E. M., 2005)

Andréia prendeu a discussão nesse ponto e, quando confrontada por Fábio sobre o conhecimento de que a "espécie humana" faz parte do reino animal, respondeu:

Eu sei, somos do reino animal, mas para mim significa um animal diferente. Eu sou diferente. Sempre diz na religião que o homem é a imagem e semelhança de Deus, daí, ele é muito diferente mesmo. A manipulação da vida humana não justifica nenhuma finalidade. Eu acredito que o mistério da vida jamais poderá ser desvendado completamente e com segurança pela ciência humana. A ciência e a tecnologia não terão sucesso nessa luta. Vai sempre esbarrar num problema. (Andréia, 1º Ano E. M., 2005)

Fábio interferiu e apresentou um confronto às idéias num processo de dinamização da aula, desenvolvendo a cumplicidade de idéias:

Em nossa discussão (do grupo), perguntamos: Um grupo de células pode ser considerado "um ser humano"? Como deve ser tratado? (Fábio, 1º Ano E. M., 2005)

Nesse momento, foi perceptível a crise experimentada por essa concepção que compartilhavam e se constituía num "pensar". Eram momentos de reflexão sobre o conhecimento. Articulavam seus saberes com os da ciência. Em suas representações transmitiam seus pontos de vista, expressavam de forma clara ou implícita suas preocupações com relação à "vida" e assumiam uma postura de defesa da estrutura ontológica[20] e também antropológica[21] do ser humano.

Assim, quanto ao parâmetro filosófico, é possível analisar dois pontos distintos assumidos pelos alunos. O primeiro se refere a construções sociais que podem se tornar conflitantes, especificamente ao se confrontar ciência e religião. Já o segundo faz oposição a esse e considera a possibilidade de o embrião ser ou vir a ser uma pessoa. Fica implícito, mas subentende-se nas expressões a possibilidade de que um embrião humano seja apenas material biológico em nada diferindo de qualquer outra célula. Nesse sentido destacamos as seguintes construções:

> *Se pensar ou admitir que algumas células (embrionárias) significam a presença de vida, então um óvulo, um espermatozóide, uma célula do sangue também merecem o mesmo respeito. Daí a gente concluir que não tem um significado tão sacralizado assim. (Renata, 1º Ano E. M., 2005).*

> *Afinal, quando deve tratar um processo de formação de um novo ser humano como uma pessoa? (Fábio, 1º Ano E. M., 2005)*

> *Ah! Eu pensava que fecundou, já é uma vida. Acho que pela idéia dos outros. Diziam que era assim e eu Agora depois que analisei. Bom... em minha opinião, não é vida ainda. É uma massa. Pode ser indício de vida. Nada de tão especial. Isso é idéia de alguns. (Fernando, 1º Ano E. M., 2005)*

Dessa forma, a própria construção que o aluno faz carrega uma tensão em si e, apesar de ele reconhecer a complexidade da questão, insiste no que mais o incomoda, o ser humano e a essência da vida. Ele discute, apresenta sua visão, refuta, debate e questiona – inclusive as verdades – que até agora lhe foram ensinadas pela religião. No entanto, muitas vezes se influencia pelas idéias dos autores dos textos selecionados. Para trabalhar essa situação

---

[20] Estrutura ontológica do ser humano significa aquela que não se reduz a um meio terapêutico, mas vai além. Constitui-se em um ser incondicional, sua natureza o distingue como fim em si mesmo. (Kant, 1986).

[21] Estrutura antropológica compreende as muitas outras funções além da biológica, como a de relação, de criatividade, de pensamento, de conviver politicamente. (Conf. André Marcelo M. Soares – filósofo, doutor em Teologia, coordenador geral do núcleo de Bioética Dom Hélder – PUC-RJ).

procurei recontextualizar as informações por meio de perguntas, análise e síntese de informações integrando a dimensão científica e social. Nesse aspecto, conforme indicam Rocha e Martins (2002) é fundamental didatizar um texto de divulgação científica a partir de um caso particular, um intenso trabalho de re-elaboração que depende da consideração de características contextuais, das relações entre as práticas sociais de divulgar e de ensinar ciências, das finalidades e objetivos do ensino, dos interesses dos alunos, entre outros,

Surgiam muitas manifestações, expressadas de modos diferentes, mas focalizando a mesma preocupação e remetendo aos mesmos conflitos: a condição humana e a intervenção da ciência e da tecnologia.

> *Ah! Eu mesma nunca havia pensado nessas coisas, assim... Até onde chegou a ciência!Produzindo seres vivos! É impressionante! E, olhe que sabendo tanto não duvido que vá produzir clones humanos sim. E pensar que tudo começou com o estudo da célula. Foi a partir do conhecimento celular não foi? (Suze, 1º Ano E. M., 2005)*

> *A ciência e a tecnologia analisam as possíveis dimensões da vida humana? Sua dignidade? Seu começo? Seu fim? Pensar na vida humana, seu valor, sua finalidade é uma questão complicada. Decidir sobre uma interferência em seu processo de formação, os resultados dessa interferência é uma questão muito séria (Andréia, 1º Ano E. M., 2005)*

> *Talvez a clonagem humana, o uso das Células-Tronco seja exatamente a tradução do grande valor que uma vida humana tem. Utilizar a clonagem e as células-tronco em tratamentos de saúde, proporcionar melhor qualidade de vida, isso seria o ideal, desde que não significasse risco e danos à ordem natural da vida. (Leonardo, 1º Ano E.M., 2005)*

Nos episódios citados percebi o fluir da sensibilidade reflexiva sobre as questões que envolvem a vida humana, pontuando e escolhendo o rumo da discussão sobre o tema, como a revelar uma lacuna deixada pelo ensino da Biologia escolar. Ademais, os alunos tinham consciência da dignidade do ser humano e, mesmo não fazendo parte de suas reflexões até o momento, a questão da clonagem humana e o uso de Células-Tronco embrionárias humanas definiam bem a inquietação e a sensibilidade em relação à vida, à humanidade. Desse modo, é necessário que a educação flutue entre cenários e contextos, parta de uma identificação de relação do educando com o mundo a sua volta, com as suas indagações e valores. Como diz Rios,

> A indagação sobre os valores, sobre a orientação da conduta humana vai ao encontro de uma preocupação própria dos seres humanos e que se torna mais aguda no meio das contradições (2001, p. 47)

Essas indagações, na abordagem de temas contraditórios como a Clonagem e Células-tronco no espaço escolar, fluem com pertinência e se constituem num problema que precisa ser superado, como um ato de responsabilidade que se impõe a partir do conhecimento, considerando o objetivo educacional de capacitar e formar indivíduos para a vida. No contexto desta pesquisa, "consideramos que cada indivíduo, em sua vida, deve escolher, decidir, orientar-se" (Rios, 2001, p. 48). A fala de Andréia levou-nos a interpretar a inquietação provocada pela natureza da ciência e da tecnologia. Em sua expressão, reconhecemos uma demanda pela articulação entre o conhecimento científico, a tecnologia, seu uso e suas implicações éticas, religiosas e filosóficas.

A aluna se transportou de um cenário científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana (PCNs, 1999), indo aos horizontes da Filosofia para dar sentido e concretizar seu entendimento e postura uma vez que,

> "A filosofia se caracteriza como uma busca amorosa de um saber inteiro. (...) E o que se busca é explorar esse objeto, o ser humano, em sua inteireza: seus desejos, suas paixões, suas relações, o mundo que constrói. Pensar a vida e o que ela representa, qual é o seu significado". (RIOS, 2001, p. 44, 50).

Era essa a busca que os alunos, imersos na problemática de poder ou não manipular a vida humana, faziam de maneira significativa. O que é ser "humano"? Quando se dá o começo da vida em sua plenitude? Como deve ser tratado um embrião humano? Grande parte dos alunos determinou a ampliação desse debate. E, no momento da entrevista, Fabíola assim avaliou a disponibilização dos conteúdos de Biologia:

> *Os livros de Biologia, o ensino na sala de aula sobre a clonagem e células-tronco traz explicações muito boas. Eu estava lendo e até pensei: Parece que vamos aprender a fazer um clone. Está certo. Sei que é bom e a gente precisa mesmo saber sobre essas atualidades da ciência. Mas nunca ensinam sobre o valor da vida humana. Não ensinam que tipo de vida é um embriãozinho. Será que já é um ser? Ou não? Na escola pulam essa parte do ensino. Aí, eu pergunto: por quê? Já que está falando como se forma, ou produz um ser, como usar células recém descobertas, por que não tocar nesse ponto? (Fabíola,1º Ano E. M., 2005)*

Quando questionados sobre as formas de abordagem dos temas estudados, os alunos assumiam uma postura de desabafo e comungavam o mesmo anseio, com expressões unânimes, compartilhando o valor que atribuíam ao conhecimento científico. De certo modo limitaram as posições aos aspectos que apontaram de acordo com suas visões de mundo ou veiculando ideologias. É significante a fala de Fabíola, que foi compartilhada e reiterada por Célia no momento da entrevista, quanto à disponibilização e determinação do conhecimento biológico. Ambas apresentavam mesmo grau de maturidade e partilhavam a mesma crença, desenvolvendo certa cumplicidade em seus questionamentos e valores.

> *Mesmo porque quando os alunos não perguntam, ou não fazem referência a essa questão, lá no fundo, no pensamento creio que ficam questionando: por que não se fala sobre a espécie de ser, ou que material biológico é esse embrião? Agora, estamos falando, e é bom discutir sobre isso. Só que isso não acontece no dia-a-dia. Esses pensamentos que surgem, nesses sentidos, são ignorados. Eu acho... Vou falar: Hoje, temos essa oportunidade, mas é porque você está fazendo essa pesquisa, professora. Se não fosse isso, acho que não estaríamos falando sobre essa questão. (Célia, 1º Ano E.M. 2005)*

Fica evidente que, ao lidar com as questões polêmicas da ciência, a condição humana seja inserida no contexto das discussões, pois ela configura os anseios do aluno. Omitir essa parte significa lesar um direito do educando como ser humano. Esse pensamento é compartilhado por outros indivíduos ao longo da história, como Sartre (1973), Kant (1986), Singer (1994), Engelhardt (1995), Egreccia (1996), Vidal (1999) e Pegoraro (2002), entre outros, e se faz presente no estudo das novidades científicas. Portanto, é fundamental que seja abordado na sala de aula, de maneira dialógica, além da Biologia, pois, como destaca Pegoraro,

> Dizer quando o embrião humano se torna pessoa é tarefa da filosofia, do direito, da ética, das religiões e das ciências humanas (...). Como este assunto é delicadíssimo, o juízo ético deve ser prudencial, levando em conta não só as informações científicas e as doutrinas éticas, mas, também, e em primeiro lugar, a cultura das pessoas envolvidas e suas tradições familiares e religiosas. (Pegoraro, 2002, p. 71).

A partir das tendências apresentadas, tornam-se compreensíveis a preocupação e o desejo dos alunos em discutir sobre a substancialização do ser humano e a finalidade da vida. Buscando tratar as questões levantadas, foi-lhes proposta uma reflexão a partir do estudo de

três textos que fazem referência às indagações apresentadas: “Tornar-se humano” de autoria de Maria Clotilde Rossetti, “Do início da vida até o Homo sapiens” de autoria de Leonardo Pollo e “Pessoa: Da subsistência á existência” de autoria de Pegoraro (2002). O material foi preparado com antecedência e distribuído para que efetuassem leituras prévias. Nos resultados obtidos por essa atividade, em relatórios, os alunos confirmaram as posturas assumidas anteriormente e os textos funcionaram como estruturação dos questionamentos levantados. Assim, como nos apontaram Rifkin (1999), Alarcão (2001), Rios (2001) e Morin (2004), entre outros, estamos, sim, diante de velhas e novas questões que requerem ser tratadas no espaço da sala de aula, pois fazem parte do contexto dos conteúdos e dos anseios pessoais dos educandos. Nesse sentido, sem fechar a questão, mesmo porque ela não admite um ponto final, no momento propiciamos o debate, a reflexão e a elaboração de novos problemas como mecanismos para superar o conflito instalado diante do conhecimento. Nesse contexto, ficou clara a natureza essencialmente complexa do conhecimento escolar, caracterizada, entre outros aspectos, por sua estruturação interdisciplinar. Estruturação essa que vimos se estabelecer pela confluência, não apenas dos conhecimentos extraídos da Ciência para os conteúdos de referência, as matérias de ensino, mas também de todo aquele conhecimento além das fronteiras destes. Esse contexto se constitui em uma questão que se impõe, por uma razão muito simples, pois, embora reconhecido pelos educadores, nem todos eles e nem todas as escolas estão dispostos e preparados para criar as condições práticas para superar esse desafio.

Subjacente ao conflito filosófico surge a tensão aqui interpretada como de natureza tecnocientífica, que se analisa e discute a seguir.

4.1.b. Conflitos Tecnocientíficos

Os conflitos tecnocientíficos são gerados a partir da percepção do poder da ciência e da tecnologia. Nesse contexto, foi possível perceber a dificuldade do aluno em conviver com as novas possibilidades que a ciência e a tecnologia apresentam, pois hesitavam e retrocediam frente às novas conquistas. Assim, o conflito desencadeado pelo senso de hominização do ser humano e sua sensibilidade com relação à essência da vida fazia conexão com a nova realidade e gerava certa resistência evidenciada quando expressavam a posição de defesa e/ou aceitação nos discursos em sala de aula, depois retomados nas opiniões escritas. Isso se mostra nas falas de Pedro e Patrícia, alunos que sempre se mantinham quietos, sem

envolvimento com o conteúdo de Biologia e passaram a apresentar uma seqüência discursiva, a interagir e se tornaram ativos no desvelar das polêmicas.

> *Temos medo do que pode acontecer com o destino da vida humana, com a espécie humana nas mãos de cientistas com tanto conhecimento. Melhor seria não chegar a tanto. (Pedro, 1º Ano E. M., 2005)*

> *Há um tempo atrás, não se sabia tanta coisa assim. Meu avô já dizia: a ciência traz muita coisa boa, mas muita coisa desagradável também. Melhor o tempo deles que não tinha tantas conquistas, mas viviam mais tranqüilos. Creio que ninguém tem idéia do que toda essa ciência e tecnologia podem resultar. (Patrícia, 1º Ano E. M., 2005).*

Não sabemos ainda se se trata "só da agonia de um velho mundo – prenúncio do novo nascimento – nossa consciência começa a se dar conta de que a humanidade é conduzida para uma aventura desconhecida", onde o novo ainda não se tornou legível (MORIN, 2004, p. 85). Às vezes pareciam confusas as construções dos alunos: se não entendiam a natureza da ciência, seu processo histórico-evolutivo, ou se entendiam e temiam, ou ainda se se referiam à dificuldade em lidar com o "novo", que era incerto, polêmico e exigia esforço e re-significação de uma realidade. A discussão em torno das polêmicas geradas pela possibilidade futura da clonagem humana e uso das células-tronco levou os alunos a criarem como que estratégias para lidar com as questões científicas que suscitavam oposições, impasses e dilemas cruciais. Isso foi percebido nas intervenções efetuadas durante uma aula expositiva, mas de forma dialogada, sobre os conceitos e os processos tecnocientíficos. A resistência se traduz pelo apego ao que é seguro e aos limites do visível. Comprova isso a fala de Andressa, que absorveu a problemática e parecia participar ativamente das discussões "lá fora":

> *Tudo o que é novo traz desconfiança, a gente suspeita, pois não se provou ainda se é realmente bom. As novidades científicas também provocam a mesma desconfiança. São apenas possibilidades, ainda falta muita coisa pra gente confiar. È o que digo quando o esse assunto aparece, porque na verdade essas questões estão presentes até nos ambientes mais comuns, como num salão, por exemplo, creio que por conta das revistas que circulam também pela novela "O Clone" de Glória Perez (Andressa, 1º Ano E.M. 2005)*

E a de Pedro, que se solta de sua quietude e demonstra prazer em ser ouvido, passando a levantar discussões:

É que estamos diante de descobertas muito profundas e elas estão chegando rápido demais. A gente não está conseguindo entender e assim fica todo mundo perguntando: Aonde vamos chegar? (Pedro, 1º Ano E.M. 2005)

De Patrícia, que se revela como bem informada e engajada com as discussões, muitas vezes opinando espontaneamente e sugerindo aulas que promovessem o despertar do aluno, como ela experimentava no desenvolvimento desse modelo. A aluna revela que aprendeu a gostar do conteúdo de célula, por exemplo, e que discutir temas polêmicos é muito interessante, que seria instigante apresentar "problemas" para atribuir sentido e interesse aos diferentes conteúdos.

Embora não tenha como negar a contribuição da ciência e da tecnologia para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, a gente não pode também esquecer seus graves malefícios. É por isso que muitas vezes chego a rejeitá-las. O poder que possuem, foge do controle humano. Agora essa de clonagem e usar células-tronco não dão para entender. Desorganiza a cabeça da gente. A forma de pensar, a forma de ver, tem que mudar tudo. Encarar a vida como um processo que pode ser modificado, programado pela ciência e pela tecnologia. Foi tudo isso que me chamou a atenção para o assunto que estamos estudando. (Patrícia, 1º Ano E. M., 2005)

Há que se considerar aqui a resistência para enfrentar o incerto, o inesperado, o desconhecido. "Tende-se a qualificar como boa ou correta uma conduta que seja costumeira e a estranhar, e mesmo a qualificar de má, uma conduta a que não se está acostumado". (RIOS, 2001, p. 101). Fato que se manifesta e demanda esclarecimentos e debates. Assim, prevalecem as reações de resistência às novidades. As falas dos alunos evidenciam que ensinar as questões decorrentes da clonagem e das células-tronco tem um impacto além do currículo da Biologia. Essas questões, de amplo interesse social, são cobertas pela sociologia, geografia humana, história, ética e ainda pela intrincada rede de relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nota-se desenvolvimento da tendência à acomodação. Permanecer como antes. Sem a nova realidade, sem os benefícios possíveis, mas sem correr os riscos. Atribuem ao novo a inconveniência de interferir nos modos de vida, nos dogmas, nos tabus. Procurando hipóteses

explicativas, em determinados momentos da discussão na sala de aula, omitem benefícios específicos da ciência em prol da qualidade de vida. É como se desprezassem essa verdade pela forma incerta que se apresenta a polêmica questão tecnocientífica. Reflete esse conformismo a fala de Célia:

> *A ciência e a tecnologia tornam o homem atrevido, invasivo demais. Desprezam a religião os princípios da humanidade. Eu acho muito complicado... Tenho minha crença, meus valores e... Assim não abro mão deles por nada! Não vejo porque ficar insistindo nesses experimentos. Podemos viver muito bem sem eles. Ficar atrás de muita inovação só traz conseqüências incontroláveis, deixem a vida humana do jeito natural sem aventurar no que ninguém sabe. Afinal, quando chegar a hora de morrer, cada um vai morrer mesmo. A ciência e a tecnologia estão tomando um rumo que para mim é arriscado, não convém, mas... (Célia, 1º Ano E. M., 2005)*

Célia enfrentava a dificuldade conflitante de entender a evolução científica e tecnológica. É uma religiosa professa e pauta suas questões pelo princípio religioso. Não era a única, muitos outros apresentavam a mesma posição. No entanto, são posicionamentos que acabam dinamizando a aula, uma vez conduzidos adequadamente.

Assim, o desvelar das polêmicas abria espaço para a manifestação de diferentes ideologias veiculadas nos discursos a partir das representações de mundo construídas em suas particularidades, fossem elas influenciadas pela religião, pela família ou pelo meio sociocultural. Era evidente a influência da crença religiosa sobre as concepções pessoais, não somente nessa aluna, mas também em outros que expressavam em suas atitudes e falas o valor da religião como princípio de suas vidas.

Por causa do posicionamento desses alunos foi preciso compreender o chamado "conformismo cognitivo", que impõe a cada um a força imperativa do sagrado, a força normalizadora do dogma, a força proibitiva do tabu. Aquela que traz a evidência aos convencidos, e a impercebível coerção que suscita o medo inibidor (MORIN, 2004). Desse modo, foi possível entender a presença dessa atitude, por um lado aceitável e por outro inaceitável, que requer ser instrumentalizada e modificada pelo ensino da ciência, de sua natureza, seus limites e sua interação com a tecnologia e a sociedade (CTS). Impunha-se, então, explorar com os alunos a complexa relação da ciência, tecnologia e sociedade e a noção de que os conhecimentos científicos evoluem ao longo do tempo pela descoberta de novos dados e da divergência de opiniões e de idéias entre os seus atores. As falas e relatórios levam a concluir que o movimento CTS dentro do currículo de Biologia se faz necessário e pode

estimular o aluno a participar da sociedade contemporânea no sentido de buscar alternativas para a aplicação da tecnociência, (Amorin, 1995). Fica evidente que

> A sociedade atual é marcada por poderosas forças de mudança que interagem com a ciência e a tecnologia, mas que a escola ignora, e esse silêncio sobre a sociedade que somos contribui para confinar o ensino das ciências ao seu próprio universo interno, impedindo os alunos de perspectivar global e integrativamente os problemas. (...) O perpetuar de "velhas" idéias incontroversas e estereotipadas sobre os usos e costume da ciência inviabiliza a desejada projeção do ensino das ciências para o contexto do mundo real. (SANTOS, 1999, p. 250).

Essa realidade não contribui para o desenvolvimento de habilidades que são significativas para o aspecto social e pessoal do cidadão, afastando, assim, o ensino das ciências de valores relacionados com a responsabilidade de ações e de posições, resultando em perdas significativas. Ignorar esses aspectos de forças poderosas significa deixar lacunas no processo educacional.

Os alunos relacionavam os riscos e os limites da ciência com ênfase notória. Esse fato foi influenciado pelas polêmicas em torno da Engenharia Genética, que se sobrepôs ao caráter histórico construtivo e renovador da ciência. O olhar em direção aos limites e riscos da ciência apareceu nas concepções dos alunos, despertando cautela em relação ao poder da ciência entendido como biopoder[22]. Essa questão, do biopoder, parecia influenciar o raciocínio da maioria dos alunos, sendo reiteradamente levantada na discussão mediada pelos textos selecionados numa das aulas. O aluno Leonardo, por exemplo, utilizou um depoimento que tinha em mãos, de David Baltimore, ganhador do prêmio Nobel, citado por Fátima Oliveira (2001, p.102), destacando o seguinte trecho: "Acho que a Engenharia Genética em geral é algo com que as pessoas deveriam se preocupar, porque a Biologia Molecular é extremamente potente no que ela pode fazer. As pessoas deveriam prestar atenção no que está acontecendo". O aluno, mesmo sem se referir à sua condição de cidadão, nesse momento exercia a cidadania, ao emitir a sua mensagem. Após a leitura ele comentou:

> *Chamou-nos atenção a advertência sobre "preocupar" e "prestar atenção". Quando a gente estuda, a gente começa a "pensar", e pensando temos condições de agir em muitas situações. Podemos contestar mudar certas realidades, impedir. (Leonardo, 1º Ano, E. M., 2005).*

---

[22] Entende-se como biopoder a possibilidade de a Engenharia Genética atuar sobre o mundo e sobre os outros como "senhor absoluto". (Conf. MOSER, 2004).

Quando apresentava “a preocupação” e o “prestar atenção”, prescrevia a habilidade de assumir-se como “sujeito social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos, capaz de ter raiva porque capaz de amar” (FREIRE, 2003, p. 41). Desse modo, o seu pensar conduzia ao rompimento, à oposição, à decisão e à capacidade de mudar uma realidade, gestos significantes que vão ao encontro da pedagogia da autonomia, da educação progressista e por isso democrática, pois busca a formação de um ser autônomo, que se assume primeiro como pessoa responsável, capaz e conseqüentemente age por si e pelos outros. Essa percepção está registrada numa avaliação crítica feita pelos alunos após as discussões. Destaca-se a fala de Andressa, aluna que nos pareceu sempre sensata, crítica e muito participativa:

> *Será que estamos certos no que falamos? Afinal o que é certo, o que é errado com relação à ciência, a tecnologia e a vida das pessoas?(Andressa, 1º Ano E. M., 2005).*

A fala de Mateus, muito reservado, aparece no relatório onde os membros do grupo poderiam fazer suas colocações individuais ou coletivas. Ele marcou seu envolvimento:

> *A ciência e a tecnologia juntas têm grande poder! Chegaram à clonagem e agora a manipular as células-tronco. Qual será a nova façanha? Mas o que é direito, o que é mesmo conveniente? O que escolher para ser utilizado pelas pessoas? (Mateus, 1º Ano E. M., 2005).*

A fala de Sara, que fez muitas brincadeiras no debate, parecia imatura e pouco reflexiva:

> *Existem riscos que podem ser irreparáveis, inaceitáveis. Pense, se a ciência produzir um ser monstruoso, um andróide[23], são coisas inaceitáveis. (Sara, 1ºAno E. M., 2005)*

E a fala de Roberta, sempre entusiasmada com as novidades da tecnociência, e que fez questão de se manifestar escrevendo:

---

[23] Autômato de figura humana (pessoa incapaz de ação própria); fantoche.

Esse é o meu ponto de vista e faço questão de escrever: Os cientistas precisam de liberdade para fazer os experimentos, mas liberdade com responsabilidade, pensando e avaliando os riscos para ir só até no limite. Cada vez mais precisamos conhecer e discutir sobre a ciência e a tecnologia para ter capacidade de decidir, manifestar sobre essas possibilidades. (Roberta, 1ºAno E. M., 2005)

No decorrer das discussões foram apresentados aos alunos alguns diagramas das técnicas da clonagem, da terapia gênica e do cultivo de células-tronco, agregando uma atividade reflexiva a partir de um artigo de Antônio Carlos Magalhães, publicado no Jornal Folha de São Paulo (12/08/2004), com o título "De Copérnico aos Embriões". Esse artigo foi lido e discutido em grupo e depois comentado e enriquecido com os diferentes pontos de vista dos alunos numa atividade que envolvia a comunicação da informação e sua problematização. O propósito da leitura e discussão desse artigo era que os alunos, naquele impasse, confrontassem opiniões e compreendessem que "Todo novo conhecimento é potencialmente ambíguo: provocará desdobramentos favoráveis à solução de antigos problemas da humanidade e criará novos problemas que muitas vezes o homem sequer imaginou" (FRACALANZA et al., 1986, p. 115).

A partir dessa atividade os alunos ampliaram suas indagações, desenvolvendo a capacidade reflexiva e a autonomia intelectual. Nesse contexto, merece destaque a "consciência crítica", que fazia com que o aluno realizasse uma análise da realidade, adquirisse segurança nas suas argumentações e se tornasse capaz de dialogar, em vez de se manter passivo ou ausente do problema.

O debate tocou também na importância da liberdade da ciência para investigar, mas ressaltou a presença do que é direito e dever, portanto, a liberdade, mas com responsabilidade. Cabe ao professor, portanto, apresentar "a ciência como uma atividade humana, que, na essência, não difere de outras atividades, porque é feita por seres humanos, impulsionada pela sociedade e para a sociedade" (FRACALANZA et al., 1986, p. 116).

Como professora de Biologia/pesquisadora, verifiquei que o confronto de visões e opiniões proposto nesta atividade gerou a identificação de valores éticos, políticos e sociais subjacentes às questões científicas em jogo. Isso evidenciou que a discussão dos valores que definem os rumos da ciência e da tecnologia contribui para o ensino-aprendizagem de conteúdos e para o desenvolvimento do espírito crítico. Os alunos, por fim, ao dinamizar a aula, na busca de superar o conflito tecnocientífico, compreenderam o que Rifkin propõe: "a

questão não é ser a favor ou contra, de um modo geral, mas que tipo de ciência e tecnologia nós apoiamos" (RIFKIN, 1999, p. 238).

Surgiu, no desvelar das polêmicas, o desafio do ensino da Biologia escolar.

4.2. Princípios Éticos

A temática de estudo do projeto pedagógico envolve conceitos e valores fundamentais à democracia e à cidadania e correspondem a questões importantes e urgentes para a sociedade de hoje. É ampla o bastante para provocar preocupações nas pessoas e se constituir em debate na sociedade, por meio do qual, o dissenso e o confronto de opiniões se prestam à busca de valores referenciados no princípio da dignidade do ser humano. Os assuntos polêmicos da Biologia Contemporânea constituem uma área fértil para o desenvolvimento da formação ética dos educandos, por isso consideramos e analisamos as atitudes dos alunos que tinham implicações nesse sentido. As questões que envolvem a clonagem e as células-tronco proporcionam a compreensão de alguns pontos científicos através de questionamentos e investigações, como também permitem a criação de valores pelos próprios alunos. Os diversos conteúdos da Biologia devem ser conduzidos pedagogicamente de modo a permitir a compreensão de que a ciência serve para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir, construções mentais que procuramos traduzir em princípios significativos como critério de legitimação.

Durante a realização do projeto pedagógico, a atuação dos alunos foi pautada por princípios de respeito, justiça, solidariedade e diálogo, desenvolvendo a consciência crítica e a autonomia. Estudar dessa forma os assuntos contemporâneos da Biologia e as suas divergentes implicações deixou claro que importantes questões éticas se encontram no seio da ciência e da tecnologia. Também evidenciou que ensinar as questões éticas e sociais decorrentes do desenvolvimento da ciência e da tecnologia no campo da Engenharia Genética "tem um impacto além do currículo de ciências. Essas questões apresentam amplo interesse social e são cobertas pela sociologia, pela geografia humana e pela história". (LEVINSON, 2001, p.67). Desse modo, torna-se necessário desenvolver recursos para incluir no currículo de Biologia as questões polêmicas de modo a propiciar reflexões sobre as condutas humanas, o que implica tomada de posição valorativa frente ao desenvolvimento e aplicação do conhecimento científico.

No decorrer da programação observada nesta investigação, foi possível perceber que esses princípios foram sendo desvelados a partir da postura dos próprios alunos no contexto da sala de aula. Os alunos revelaram também, de modo expressivo, sua preocupação quanto à questão da responsabilidade ante a manipulação em seres humanos. Nesse ponto, o estudo da clonagem e das células-tronco promoveu o desenvolvimento de posturas condizentes com a formação ética. As colocações partilhavam uma série de imperativos que lembram o princípio Kantiano: "Age de tal maneira que os efeitos de tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma vida autêntica na terra" (KANT, 1986, p. 69). Desse modo, o ensino dos conteúdos proporciona a reflexão crítica sobre as intervenções biotecnológicas, e os questionamentos envolvem uma valoração ética promovendo embates cruciais e conduzindo à própria formação do indivíduo nesse sentido. Houve momentos importantes, pontuando o desenvolvimento de autonomia, beneficência, alteridade e a responsabilidade na liberdade de ação, como princípios que devem ser confrontados com a realidade para ajudar a discernir o que é de fato possível, necessário e bom no contexto de uma sociedade.

Assim, propiciou-se o entendimento da ética, traduzido pela "missão primeira da bioética, que é colocar a ciência ao serviço da vida". (MOSER, 2004, p. 323).

As questões pontuadas pelos alunos foram interpretadas de acordo com esses referenciais e estão aqui apresentadas pelos seguintes indicadores: respeito, justiça, solidariedade e diálogo. A seguir, cada um deles é analisado.

4.2.a. Respeito

O respeito aparece como um indicador dos princípios éticos que se traduz pela valorização de cada indivíduo em sua singularidade, nas características que o constituem e nos diferentes estágios de sua vida. Esse valor surge a partir da preocupação com o ser humano, sua natureza peculiar e sensibilidade quanto à vida e seu início. O respeito carrega em sua significação a idéia de individualidade e de alteridade. Na tomada de consciência que cada pessoa faz de si própria, revela-se a presença do "outro" como constituinte de sua existência social que se pode traduzir aqui pelo conhecido provérbio chinês: "Não faça aos outros o que não gostaria que fizessem com você".

Nesse aspecto, a aluna Célia, sempre enfática, sustentou de modo admirável sua postura, seus conceitos e sua leitura de mundo. Chamou-me a atenção sua convicção e desejo de ser

ouvida e de abrir discussões sobre os pontos que para ela têm maior valia. Inusitadamente, tanto nas discussões desenvolvidas em sala de aula como na entrevista a insistente postura: o respeito ao ser humano. A aluna se destacou e realizou interações num caráter dinâmico, levantando questões e se posicionando:

> *Avanços da ciência têm importância para a humanidade sim. Mas... Não acho conveniente, uma vez que, envolvem a vida das pessoas. Se fosse normal, essa possibilidade de clonagem do homem, ela seria natural como no caso do broto das plantas. O ser humano precisa ser respeitado. Não pode ser invadido assim. A maneira de reproduzir dos seres é um processo natural, perfeito demais! Pense! Esqueça tudo, mas não esqueça o respeito, se não o que esperar? (Célia, 1º Ano E. M., 2005)*

Para explicar melhor, a mesma aluna, ao polemizar a questão utilizou exemplos:

> *Por exemplo: Uma mãe que possui um filho com uma doença grave e que sabe que ele vai morrer rápido. Teria ela coragem de produzir outro filho a partir desse, para diminuir a sua dor? Como se fosse retirar uma "muda" de seu filho? É muito estranho!*

Os alunos refletiam sobre as falas apresentadas mostrando admiração, cautela e uma atitude, até certo ponto, de defesa da dignidade do ser humano. "Surge o reconhecimento do outro, o respeito pelo outro" (RIOS, 2001, p. 50), que existe ou "virá" existir.

As diferentes atividades envolveram a participação e interferência dos alunos, mesmo daqueles que antes pareciam distantes das discussões ocorridas em aula. Nesse contexto, de forma dialógica, aparece a fala receosa, mas determinada de Antônio, até então pouco expressivo:

> *Células-tronco foi uma novidade para mim. Não sabia da existência dessas células nos tecidos de modo geral e nem essa possibilidade das células do embrião. Mas são tão importantes, que a gente precisa avaliar bem. A vida do ser humano precisa ser respeitada, desde o início. Afinal, todos nós já fomos um embrião no começo da nossa existência. Se isso fosse autorizado, talvez hoje eu nem estivesse aqui. Por isso, precisa ser respeitado. É um direito. (Antônio, 1º Ano E. M., 2005).*

Observei seu posicionamento e suas expressões não verbais. O aluno assumiu a postura de que "o respeito é um imperativo e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros". (FREIRE, 2003, p. 59). Analisando a dinâmica da sala de aula em que os alunos

discutiam a questão da clonagem humana e das células-tronco, nota-se a ênfase dada ao respeito. Como exemplo, destaco o momento conflitante em que uma aluna evocou a valorização dos indivíduos em seus diferentes estágios de existência. Era o sinal de que compreendia muito bem as mensagens emitidas e fazia questão de aproximar o discurso da ação. Destaca-se também a fala de Suze, aluna que no início do projeto questionou: *Para que vamos estudar essas coisas? Não me interesso por essas coisas da ciência*. Ela resistiu por certo tempo, no entanto, no decorrer do desenvolvimento da programação, quando os grupos comentavam as opiniões e confrontavam posicionamentos, Suze mudou de comportamento como que despertada por algo que lhe pareceu interessante. Chamou-me a atenção o fato de ela começar a participar, pois não mostrava interesse pelos conteúdos da Biologia, e muitas vezes parecia enfadada com as aulas. Seu interesse surgiu por meio das polêmicas e efetivamente se envolveu na dinâmica da sala de aula e com o conteúdo de Biologia.

> *Essa discussão faz a aula de Biologia ficar melhor. É... Porque hão de convir comigo. Tem umas aulas que não dá para agüentar. (Suze, 1º Ano E. M., 2005).*

Em outro momento, no debate sobre a clonagem, os sentimentos, os valores e idéias afloraram e Suze se manifestou da seguinte maneira:

> *Deixem-me falar agora! Como eu já comentei antes, assuntos da ciência não me chamavam a atenção. Mas, quando está ligado a situações da vida das pessoas aí eu me ligo. Por isso comecei a ver a célula com outros olhos, mas não anima muito não professora, foi só para entender um pouco desse negócio de clonagem e células-tronco. O que me atrai é o sentimento. Vou sempre pensar primeiro é no respeito que a ciência e a tecnologia estão fazendo as pessoas perderem. Será que um dia vamos pensar e estudar tudo isso como se fossem procedimentos naturais? Assim... Como se a vida, o corpo das pessoas fosse um objeto. (Suze, 1º Ano E. M., 2005).*

Voltamos a observar Suze e seus valores durante a entrevista coletiva, e lá estava ela como defensora do respeito irrestrito à vida humana. Um dia, durante um debate na sala de aula sobre a clonagem, comentou que sua mãe participava de um grupo defensor do direito dos animais e que ela estava reavaliado muitas de suas atitudes a partir dos princípios desse grupo.

Fico pensando: e não é questão emocional, é por lidar com "o outro", que é semelhante a mim, que deve ser respeitado. Fazer, desfazer e modificar o que é relativo à vida dele, é muito complicado, parece que a ciência banaliza "o outro". Não tem respeito pela vida humana. É como se fosse um brinquedo. (Suze, 1º Ano E. M., 2005).

Foi possível observar a veiculação ideológica da aluna. O momento era importante para que ela sedimentasse esse valor, o respeito à vida humana e, ao mesmo tempo, para propagar a ideologia em seu discurso. As análises revelaram que a inclusão do termo "respeito" repetiu-se na postura frente às polêmicas geradas pela clonagem e células-tronco e se constituiu num elemento indispensável na abordagem de tais assuntos.

Sobre essa questão pode haver pelo menos duas implicações. A primeira mostra que, com base na noção de humanidade conjugada com a alteridade, o respeito deixa de ser uma atitude baseada nas empatias das relações pessoais para se tornar um princípio norteador de condutas (PCNs, 1998). A segunda implicação ocorre no processo da discussão no espaço da sala de aula, onde a atitude de respeito mútuo se torna real. Entre uma opinião e outra os alunos exercitavam o aprendizado do "respeitar" e "ser respeitado". Considerando esses episódios, percebe-se que o ensino dos conteúdos precisa ser pautado pelo propósito de educar, e educar visando à formação ética, significando, portanto, abrir de todo uma realidade, ou seja, incluir o conhecimento integral de valores e ideologias, que não devem ser ignorados, mas sempre discutidos e desvelados. Tornando possível assim, o entendimento de como esses valores e ideologias foram gerados e chegaram até eles.. Percebe-se também a potencialidade das polêmicas em si. Em função disso, os programas de Biologia e professores deveriam inserir atividades e estratégias apropriadas para o estudo dos temas polêmicos, visando a despertar a atenção e a participação dos alunos, levando-os à alteração de suas estruturas cognitivas e morais para estágios mais avançados. Desse modo, o ensino da Biologia de ponta precisa articular a formação ética, possibilitando aos estudantes "a percepção dos diferentes tipos de valores, individuais ou coletivos, tornando possível que entendam como os valores são gerados e chegam até eles", como destacam Razera e Nardi (2001).

4.2.b. Justiça

A palavra justiça, que se traduz pela manifestação dos juízos de valores, sempre atraiu a sociedade desde os primórdios de sua existência, encantando e inquietando os que se preocupam com a pergunta "como agir em relação ao outro?", "como ser justo?"

No momento em que começou a ser levantada a questão da justiça, a discussão entre os alunos ganha aspecto amplo e interessante, procedendo a um transitar no pensamento, construindo explicações e atribuindo o valor universal para a utilização da ciência. Essa questão foi bastante enfatizada na entrevista e faziam menção a ela mais como desabafo, considerando outras circunstâncias. Os alunos se valeram das leituras para embasar seus princípios pessoais, o que nos pareceu importante sob a perspectiva pedagógica, pois ricas oportunidades se apresentavam para o desenvolvimento de sujeitos autônomos, solidificando ou transformando valores. Nesse item trazemos as construções realizadas a partir da análise do Dossiê "A um passo da clonagem humana" publicado na Revista Galileu (outubro de 2001) e do texto "Quem tem medo das células-tronco", publicado no Jornal Folha de São Paulo (27/05/2005). Como resultado subseqüente, os alunos desenvolveram mecanismos para tratar a questão e assumiram posicionamentos opostos aos anteriores, agora evocando a justiça. A esse respeito, eis a fala de Fernando após a leitura dos textos, numa atividade em que cada grupo devia expor sua opinião, crítica ou contestar as idéias dos autores.

> *Tendo a disposição, a capacidade e os meios para tratar doenças, satisfazer as vontades e sonhos das pessoas, será justo impedir essa prática? (Fernando, 1º Ano E. M., 2005)*

No mesmo momento, a opinião de Flávia:

> *É como lemos naquele artigo "Ética e Genética", o pensamento do homem de hoje precisa ser reformulado. Assim, eu vejo que muita opinião é injusta com relação à ciência. No caso dessas possibilidades, não é justo impedir seus experimentos que podem dar certo e trazer benefícios à vida das pessoas. Claro, sem os desvios. Eu penso assim. (Flávia, 1º Ano E.M., 2005)*

Sustentando o valor construído/ reconstruído, Leonardo questionou:

> *A lei é justa quando decide impedir essas pesquisas? O desenvolvimento da ciência? (Leonardo, 1º Ano E. M., 2005)*

Nesse aspecto, remetemo-nos aos PCNs (1998), quando abordam e questionam a dimensão legal da justiça: as leis como comandos coercitivos podem ser sábias ou não, justas ou injustas. Nessa perspectiva, a discussão dos alunos segue apontando os princípios e os critérios essenciais para se pensar eticamente sobre a justiça. Surge então, entre os próprios alunos, a igualdade e a equidade articulando as diferenças que caracterizam as pessoas. Em outro momento, confrontando as mesmas idéias ao assistirem ao vídeo que exibia os movimentos e as colocações feitas por eles na sala de aula, eles reforçaram esse indicador dos princípios éticos. Eis, numa abordagem mais crítica, algumas falas.

> *Quem vai se beneficiar dessas vantagens prometidas pela Engenharia Genética?Nesse sentido também há que se pensar em justiça. Esses assuntos despertam sentimentos e ns impulsionam a querer fazer alguma coisa. (Leonardo1º Ano E. M., 2005).*

> *Os menos favorecidos financeiramente vão ficar à espera. É sempre assim. Os que têm mais recursos financeiros são mais bem assistidos, os pobres esperam pelo SUS. (Fabíola, 1º Ano E. M., 2005).*

> *A esperança é grande e se chegar um dia a ser liberado e comprovado o uso terapêutico dessas células, da clonagem terapêutica, o certo seria todos terem acesso. Afinal, todos nós pagamos impostos, até demais, para ser revertido em benefício da saúde, da assistência às necessidades das pessoas. (Renata, 1º Ano E. M., 2005)*

O princípio da justiça se tornava evidente nas representações dos educandos, soando como uma oportunidade de desabafo, abstraindo as dimensões legais e éticas da justiça. Nos seus argumentos demonstravam que a justiça, o fazer justiça é considerar as divergências sociais e econômicas, pois o critério da equidade restabelece a igualdade que respeita essas diferenças e traz responsabilidade sobre os que detêm o poder das decisões que afetam a vida de outras pessoas (PCNs, 1998). Desse modo, pensaram em alternativas que, além das possibilidades já planejadas e efetivadas no âmbito da saúde pública, alcançam o horizonte da qualidade de vida das pessoas. Os alunos assumiram posicionamentos contrários às situações de injustiça, tanto na vida cotidiana, como nos acontecimentos visualizados através das leituras dos textos.

4.2.c Solidariedade

Indicador dos princípios éticos enfatizado nos discursos, em momentos distintos da observação na sala de aula, quando faziam alusão ao sofrimento alheio e à disponibilidade conquistada pelos avanços tecnocientíficos. Torres (1992) lembra que o ensino precisa incutir valores. Entre eles, a solidariedade, o diálogo, a atitude crítica, a valorização do conhecimento, o respeito e a justiça. Portanto, não há como ignorar que "educar é substantivamente formar" (Freire 2003, p. 33). Em função disso é que o ensino de conteúdos precisa ser perpassado pela formação ética dos educandos e, diante das controvérsias dos temas em estudo, essa oportunidade surgia espontaneamente. Entre os grupos esse valor provocava confrontos entre as diferentes posições dos alunos. Em uma das aulas, quando apresentavam um seminário sobre as células-tronco, a aluna Paula assim se expressou:

> *Enquanto lia os artigos, preparando para esse seminário, eu pensava nos tantos casos de doenças que poderiam quem sabe encontrar soluções. Tantas pessoas que poderiam viver melhor. (Paula, 1º Ano E. M., 2005)*

Lançando mão de sua experiência, a aluna justificou o pensamento ao apresentar sua opinião.

> *Por exemplo: a Clonagem Terapêutica. Se for possível produzir em laboratório o órgão para ser transplantado no próprio doente, seria muito bom. As filas para transplante diminuiriam e o problema da rejeição também seria minimizado. Muita gente poderia viver melhor. No meu caso mesmo, precisei fazer um transplante de rim, sofri muito esperando na fila. Como fui piorando, meu irmão me doou. Aí, se fosse possível resolver esses casos pelos meios da Engenharia Genética, quanta gente se beneficiaria. (Paula, 1º Ano E. M., 2005)*

Em outros momentos, em relatório e também na entrevista a mesma aluna continuou procurando trazer luz ao embate em torno das questões, e se esforçou para levar outros ao mesmo pensamento, evocando a solidariedade e defendendo todos os recursos, em função da vida já definida e aceita por todos:

> *Precisamos deixar os preconceitos e idéias desprovidas de solidariedade para entender e avaliar com bom senso tudo isso. Quando acontece com a gente, como no meu caso, essas novidades são vistas com carinho. O que nos faz pensar nas outras pessoas que já são aceitas como "vidas" por todos.*

Também, Fernando se posicionou:

> *Todos têm direito de expressar suas opiniões. Mesmo não concordando, cada um tem o direito de expressar, mas concordar com o que o outro pensa e fala é outra história. Existem muitas opiniões em nosso meio que eu discordo. Uma coisa que devemos fazer é sempre nos colocar na pele do outro. (Fernando, 1º Ano E. M., 2005)*

Os alunos buscaram mecanismos para lidar com as polêmicas geradas pela clonagem e células-tronco, desenvolvendo valores como que num ato de encontrar a solução, demonstrando indícios de alteridade e solidariedade que se configuraram efetivamente além do respeito, como um partilhar de sentimento de interdependência. Tomaram para si questões comuns, responsabilizando-se pessoal e coletivamente pelo outro. Fizeram ponderações, aprofundando o seu juízo de valor. Aqui lembramos que "A indagação sobre os valores, sobre a orientação da conduta humana vai ao encontro de uma preocupação própria dos seres humanos e que se torna mais aguda no meio das contradições que vivemos" (RIOS, 2001, p. 48). Desse modo, o aluno se orientava, escolhia e apelava através do discurso em prol da solidariedade. A discussão sobre as controvérsias das novidades científicas possibilitou fluir as emoções e os anseios de uma forma singular. O espaço da sala de aula se tornou fecundo a muitas construções. Quanto à formação ética, não seria possível dissociá-la do contexto escolar. Assim, a ética entra na educação para nos fazer pensar sobre as escolhas que estamos fazendo na construção da história. Não para ficar só no discurso, mas para criar de fato a tão sonhada sociedade do conhecimento e assim a concretização do que Rios (2001), buscando em Betinho e na Sociologia, chama de "felicidadania", ou seja, o que faz sentido para a vida de todos, que busca o bem comum, pois felicidade não se alcança sozinho – ser feliz envolve o outro (RIOS, 2001). A discussão se fez profícua nesse aspecto, desenvolveu valores universais e, mesmo desvinculando-se do teor científico do assunto, a Biologia escolar oportunizava a reflexão e desvelava anseios e angústias, os sentimentos dos alunos.

4.2.d. Diálogo

O diálogo era desencadeado pelas polêmicas geradas em torno dos assuntos. O aluno articulava o conhecimento adquirido com as suas experiências de vida. Falava, escutava e emitia as suas próprias mensagens. Em meio à discussão concorria o endereçamento da palavra, a busca daquilo que constitui o encontro, a troca, a participação, a descoberta. Compartilhava os textos estudados na sala de aula e associava o prazer de falar e de se fazer

ouvir em cada momento. Nesse dinamismo o aluno transformava o ensino numa prática de comunicação, de informações e a aprendizagem se caracterizava por uma dupla atividade de construção coletiva e socializada do conhecimento. A comunicação que estabelecia o diálogo na sala levava os alunos a receber de modos diferentes o conhecimento, transformá-lo e expô-lo a críticas e contestações numa atitude de interpretação e avaliação coletiva. Trazia a interação despertando a atenção e estimulando a motivação pessoal, que dá sentido às atitudes e construções de todos na obtenção dos resultados. Assim, é importante destacar algumas falas, como a de Andréia:

Agora é minha vez, me deixem falar! (Andréia, 1º Ano E. M., 2005)

A aluna parecia impulsionada pelas controvérsias. Em suas falas e expressões demonstrava prazer em falar e ser ouvida. Assumia postura, explicava sua opinião e problematizava, utilizando a informação de um texto selecionado para embasar as discussões.

Escolhi um texto da revista Ciência Hoje (2001) que trazia a manchete; "Clonagem Humana – Os limites entre o necessário e o possível". Fazia muitas colocações. Algumas eu nem entendi. Explicava alguma coisa de células que eu já ouvi dizer e que em nosso grupo até comentamos. Mas discutia muito sobre o desenvolvimento da técnica e a possibilidade de trazer benefícios. Eu fiquei pensando: são tantas discussões, tanta gente envolvida – políticos, religiosos, cientistas, entre outros. Afinal, por que ainda não foi possível chegar a um consenso? (Andréia, 1º Ano E. M., 2005)

Os alunos se manifestavam interagindo e opondo-se aos diferentes pontos de vista dos autores e também uns aos outros. Por serem questões de controvérsias, o estudo condicionava o desenvolvimento da argumentação. O diálogo como indicador dos princípios éticos, se instalava no espaço da sala de aula, o que foi considerado como bastante positivo, quanto ao plano didático-pedagógico. Em outro sentido, falou João Marcos no momento caloroso do debate:

Misturar religião e ciência não dá certo. Em muitos artigos a gente vê essa complicação. A ciência corre atrás do que é próprio da ciência. A religião cuida do que é da religião, não é mesmo, professora? (João Marcos, 1º Ano E.M., 2005)

Essa fala mostrou-se preciosa sob os aspectos que passaremos a abordar. Primeiramente, abstraindo o complexo debate que sempre existiu entre a ciência e a religião. Na entrevista voltaram a esse confronto que foi em muitos momentos, limitante da discussão, impedindo a fluência de outros aspectos que poderiam enriquecer o debate em torno da ciência, tecnologia e sociedade.

> É preciso reconhecer que nem sempre reinou um concordismo fácil entre religião e ciência no que se refere à interpretação da obra criadora de Deus e à missão a ser exercida pelos seres humanos. (MOSER, 2004, p. 267).

Os alunos reconheciam como o autor citado, a dificuldade em conciliar as questões científicas e religiosas. É um aspecto complexo, e que não tem como deixar de lado na discussão. A fala do aluno remete ao choque histórico entre a ciência e a religião em decorrência das descobertas das ciências, como no caso da origem da vida e da Teoria Evolucionista de Darwin, entre outros que poderiam ser citados. Mesmo não verbalizado, o seu discurso fazia referências a esses fatos, estabelecendo como que uma ponte para chegar ao embate atual, que por ora apresenta maior dimensão, como indica Moser: "No entanto, agora a humanidade se depara com o choque de maior envergadura" (MOSER, 2004, p. 69).

O outro aspecto identificado na sua fala expressa o caráter diferenciado dos dois campos, ciência e religião. Mesmo que quase imperceptivelmente, deduzia o caráter sobrenatural da religião, isentando-a de opinar sobre as questões da ciência, embora não cogitasse da hierarquia de um sobre o outro. Destinava à ciência o seu caráter separado e, mesmo não verbalizando, tentava desvelar uma questão histórica que tem grande influência no modo de ver o mundo, a vida e seus fenômenos.

Quanto à interrogação dirigida à professora (pesquisadora), ficou evidente que o papel do professor é requerido como legitimador das opiniões, exigindo definição no momento das tendências sugeridas pelas representações do aluno, quando aquele delineava um caminho para a concretização da educação progressista[24]·. Nesse aspecto, é válida a opinião de Lewis (1986) de que o professor deve ter um esforço consciente e determinado para se portar de modo imparcial o tanto quanto possível, sendo educacionalmente satisfatório, e em polêmicas permitir aos alunos "fazer a mente deles próprios" mediante o conhecimento abordado.

---

[24] Diz-se da educação transformadora. Aquela que se processa rompendo e transgredindo barreiras e preconceitos, educação libertadora, corajosa e esperançosa. (Conf. Freire, 2003).

Nas discussões em grupo houve momentos distintos de diálogo. Destaco a fala de Helen sobre essa questão:

> *É complicado falar de uma questão que bate de frente com o que aprendemos desde a infância: a vida é criação divina e pronto! Tenho muitas questões não resolvidas sobre esses conhecimentos. A ciência está avançando lá nos laboratórios, mas creio que nós temos de trazê-la para cá, para entender e poder opinar: Eu aceito, eu não aceito. (Helen, 1º Ano E. M., 2005)*

Positivamente, a polêmica proporcionava o diálogo. Desse modo, as dúvidas, as dificuldades de entendimento traziam o mundo para a sala de aula e via-se que, realmente,

> O mundo encurta, o tempo se dilui: o ontem vira agora; o amanhã já está feito. Tudo muito rápido. Debater o que se diz e o que mostra e como se mostra na televisão me parece algo cada vez mais importante. (FREIRE, 2003, p.139).

E os alunos se encontravam, se aproximam da pesquisa e da discussão de forma dialógica, participativa, incorporando-se à sociedade aprendente. Mesmo fugindo do contexto científico, a discussão se fazia produtiva, revelando e ampliando horizontes a serem buscados pela educação progressista. Essas posturas e valores levavam à compreensão de que os conteúdos escolares ensinados aos alunos devem ser entendidos como parte de um instrumental necessário para que todos compreendam a realidade à sua volta e adquiram capacidades para discutir, debater, opinar e mesmo intervir nas questões sociais que marcam cada momento histórico, conforme apontam os PCNs (1997), Levinson (2001), Alarcão (2001) e Rios (2001), entre outros discutidos anteriormente. Foi possível observar neste projeto a libertação do sujeito do processo de massificação imposta pelas diversas mídias, "surgindo um sujeito autônomo que fala por si mesmo e o convida à comunicação e ao conhecimento no confronto coletivo para simular, em sala de aula, a vida real que os alunos podem ter". (SILVA, 2001, p.168). Nesse contexto, percebíamos o reencantamento da educação. Evocava o exercício de cidadania que, de acordo com Asmman (1996) é entendida como equidade, responsabilidade social, transmissão de valores, formação democrática, direito de escolha. Desse modo, reconhecemos que realmente não é possível separar em dois momentos o ensino dos conteúdos e a formação ética dos educandos (FREIRE, 2003, p. 94). A partir dos valores e posturas assumidos pelos alunos, mediante o conhecimento científico,

chegamos à elaboração do diagrama apresentado a seguir como uma síntese dos parâmetros de análise selecionados.

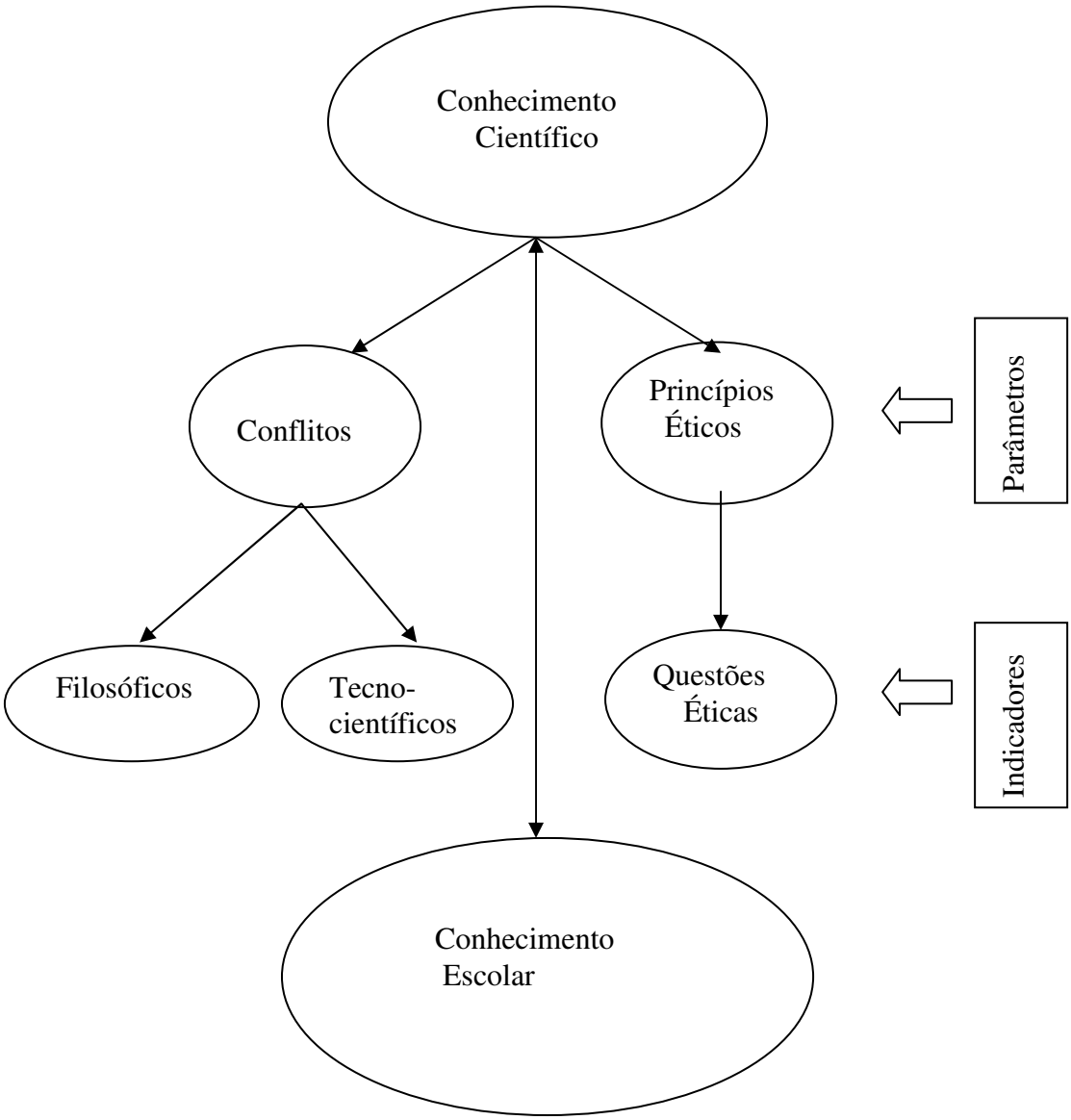

Figura 01. Diagrama representativo dos parâmetros de análises relacionado ao aporte de questões polêmicas da Biologia Contemporânea.

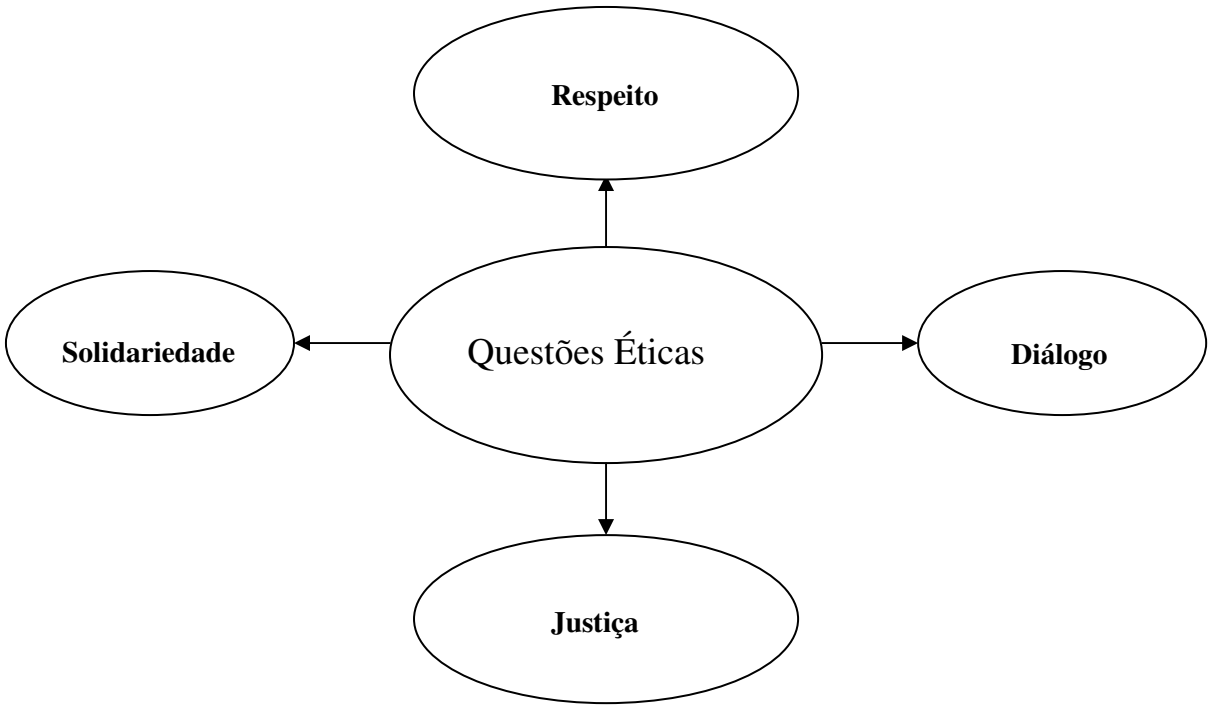

Figura 02. Diagrama representativo dos parâmetros de análises relacionado ao aporte de questões polêmicas da Biologia Contemporânea. Indicadores das questões éticas.

4.3 O Conhecimento Científico

Como as questões polêmicas são geradas pelo conhecimento científico, para proceder à análise dos dados foi necessário inscrevê-lo no contexto desta dissertação. Foi possível perceber que a apropriação do conhecimento científico, por sua vez, é considerada importante para os alunos como uma necessidade para a compreensão dos conceitos e a construção de suas argumentações a respeito dos assuntos atuais da Biologia. Aqui, vale lembrar que "o conhecimento construído na sala de aula passa por transformações, tais como de linguagem e de símbolos" (...) e que, assim, "o conhecimento escolar é diferente do conhecimento cientificamente produzido" (CICILLINI, 2002, p.37). Esta autora destaca que: "No âmbito do trabalho escolar é importante analisar como ocorre a produção do conhecimento", que segundo ela, pode ser sistematizado em diferentes "padrões de produção":

- PP1- Produção do conhecimento original: que ocorre nas universidades e institutos de pesquisa.

- PP2- Elaboração de textos pelo pesquisador a partir do relato da produção original: manuais didáticos de 3º grau e revistas especializadas em publicações científicas.
- PP3- Produção de conhecimento modificada, adaptada ao público alvo (crianças, adolescentes, adultos), não exclusivamente escolar, estabelecendo uma forma diferente de conhecimento daquele originalmente descoberto.
- PP4- Produção de conhecimento que ocorre no momento em que a mídia faz a divulgação (TV, rádio, artigos de jornais diários e revistas semanais).
- PP5- Produção de conhecimento que ocorre ao processar a informação científica para que ela se torne acessível; livros didáticos de 1° e 2° graus elaborados por editoras especializadas.
- PP6- É realizada durante o processo de ensino aprendizagem, fruto do contexto escolar, reorganizado e sistematizado, feito pelo professor.

Dessa forma, é necessária a interação constante entre a escola e as diferentes formas de divulgação científica para propiciar a socialização do conhecimento. É importante também atentar para o que Cicillini (2002) chama de "aproximações e distanciamentos":

> Assim, ao processar a informação cientifica de modo que ela se torne acessível à população, ocorre uma mudança nessa informação, pois ela resulta "em uma 'cópia' mais ou menos simples de uma soma de conhecimentos e da realidade". Nesse processo interativo de formas diferentes de conhecimento- científico e de senso comum-, podem manifestar-se as ideologias que muitas vezes, permeiam o conhecimento biológico. (CICILLINI, 2002, p. 42).

Desse modo, surge uma diferença entre conhecimento cientificamente produzido e o conhecimento divulgado pela escola como conseqüência da ação educativa Cicillini (2002).

Porém, na construção do conhecimento escolar deve-se considerar a dependência de fatores essenciais ao seu processo, o que significa levar em conta o modo como a escola utiliza o seu tempo, as atividades desenvolvidas, os espaços e os momentos em que os conteúdos biológicos são desenvolvidos. Assim, a escola seleciona os conhecimentos que ela considera importantes de serem passados para o aluno e daí "reorganiza-os para fins escolares. Nesse sentido os alunos, num primeiro momento, são consumidores dos conhecimentos elaborados pelo professor, porém, também os reorganizam, gerando um novo conhecimento" (CICILLINI, 2002, p. 50).

Portanto, muitos fatores interferem e contribuem no processo de construção do conhecimento no espaço escolar, ocorrendo modificações, distanciamentos e aproximações do

conhecimento original. Certamente, professores e alunos investem de forma harmônica ou não nesse processo.

Com relação ao conhecimento biológico, a abordagem histórica descontextualizada leva a concepções estereotipadas, desvirtualizadas, como, por exemplo, a concepção de conhecimento definitivo e verdadeiro. Por outro lado, também a apresentação do conhecimento apenas por meio de resultados alcançados pela ciência elimina o seu processo contínuo de construção ao longo do tempo. Com referência a prática de ensino, "uma consciência maior sobre os processos, tanto de ensino como de aprendizagem, permite melhorá-los substancialmente" (TORRES, 1992, p. 90).

Na dinâmica da sala de aula, ao lidar com as polêmicas que envolvem a clonagem e as células-tronco, através de discussões, leitura crítica e outras atividades que se encontram no Anexo I, foram obtidas informações relevantes quanto à construção do conhecimento, à importância atribuída à ciência e ao cientista pelos alunos. Daí, "o conhecimento do conhecimento deve aparecer como necessidade primeira, que serviria de preparação para enfrentar os riscos permanentes de erro e de ilusão, que não cessam de parasitar a mente humana". (MORIN, 2004, p. 14).

Assim, é importante introduzir e desenvolver na educação a promoção do conhecimento que provoca apreensão e reflexão sobre os problemas globais e fundamentais. Da mesma forma, a possibilidade de as disciplinas atuais, por meio de seus conteúdos de ensino, reconhecer e pontuarem a unidade e a complexidade humanas, reunindo e organizando conhecimentos dispersos nas ciências da natureza, nas ciências humanas, na literatura e na filosofia.

É também importante compreender para ensinar, como assinala Rios (2001), uma vez que esse processo resulta na transformação do pensamento, porque desenvolve a ética, a habilidade, a competência e a preparação para o exercício da cidadania. Nessa perspectiva, a apropriação do conhecimento científico sobre a clonagem e células-tronco é desafiadora e sofre modificações em função do ensino-aprendizagem. Também, o conhecimento é realmente construído e reconstruído quando o aluno alia o seu interesse a um dado tema ou informação disponível. Desse modo, o conhecimento científico torna-se não somente acessível para o aluno, como também desejado e legitimado por influência da própria sociedade que o coloca como necessário no espaço escolar, ora pela freqüência com que é divulgado pelas diversas mídias, ora pelo nível de interesse e preocupação que a sociedade incute no aluno que dela faz parte.

Nesta investigação, ficou claro que o aluno reconhecia que os conteúdos escolares se compõem tanto pelo conhecimento de referência[25] como por aquele que a sociedade considera importante o suficiente para que seja objeto de aprendizagem formal pelas novas gerações (FORQUIN, 1996). Desse modo, a conscientização da importância do Conhecimento Científico se manifestava de maneira espontânea, ocorrendo assim, a aprendizagem de conceitos e procedimentos. Num processo de reflexão, o aluno parecia situar o conhecimento no limiar preciso entre o acessível e o desafiante.

Nesse contexto, foi possível perceber o movimento de construção significativa que os mesmos alunos faziam ao expressarem as indagações que moviam a curiosidade e o gosto pelo "aprender". Praticavam efetivamente o questionamento e a investigação, promovendo assim a sua própria construção. Nesse processo, o conhecimento científico se transforma em conhecimento escolar, como destaca Cicillini em sua análise:

> O conhecimento escolar, entendido como a complexa interação entre as diferentes formas de saber, não corresponde à transmissão direta do saber erudito. O conhecimento escolar está sujeito a pressões sociais, econômicas, políticas e culturais. (...) O conhecimento divulgado na escola é um tipo de conhecimento peculiar. Além das características próprias de sua produção no ambiente de sala de aula, ele também é produto das interações com outras formas de conhecimento produzidas em diferentes instâncias. (CICILLINI, 2002, p.37, 39).

Essa constatação claramente se evidencia na aplicação do projeto pedagógico abordando as polêmicas em torno do conhecimento científico. Essa transformação sofrida pelo conhecimento científico em conhecimento escolar permitiu-nos estabelecer os parâmetros de análise a partir dos resultados alcançados. Foi possível ver a mudança de comportamento dos alunos, o grau de interesse e participação nas aulas e a inserção de temas do cotidiano trazidos como exemplos polemizadores pelos alunos. Além do mais, as expressões revelavam-nos que o que antes era considerado "desagradável" e até mesmo "sem significado" ganhou outro olhar. Durante uma das atividades que envolvia a discussão sobre os assuntos da clonagem e células-tronco, numa abordagem crítica, um aluno que sempre reclamava do conteúdo de Biologia mudou seu parecer:

---

[25] Entende-se por aquele conhecimento que, oriundo do campo científico, se estabelece como objeto de uma disciplina curricular.

Antes eu não gostava de estudar sobre "células". Afinal, desde o primário a gente estuda as mesmas coisas, do mesmo jeito. Para mim era uma chatice só. Quando começava a parte de componentes químicos e organelas celulares, então, era um verdadeiro sacrifício. Núcleo, mitose, meiose, que horrível, não aprendia nada. Tentava decorar para fazer as provas, mas nunca entendi o sentido daquilo. Agora, quando observava aquele esquema da clonagem da Dolly, foi que entendi sobre aquelas pecinhas que existem dentro das células e o que elas fazem. (Jean, 1º Ano E. M., 2005).

Após a exposição de esquemas do processo da clonagem, cultivo de células-tronco e conceitos fundamentais da genética, por meio de transparências, o mesmo aluno, em outro momento, num relatório assim escreve:

Hoje, vejo a importância do estudo da célula, por exemplo, sua composição e suas organelas. Compreendi que para entender as novidades da ciência como a Clonagem e as Células-Tronco a gente precisa de conhecimentos sobre a nossa mais nobre peça - a Célula. Por seu papel de destaque em todos os seres vivos, não tive como resistir: fui conhecer o seu misterioso funcionamento (Jean, 1º Ano E. M., 2005).

Os termos "aquelas pecinhas", "nobres peças," referentes às estruturas celulares, não são próprios do vocabulário científico, mas o aluno lança mão deles ao processar sua construção que se faz permeada por observações e comparações pessoais e cotidianas.

Outra expressão relativa ao processo de produção do conhecimento escolar está presente na fala de uma aluna na sala de aula, quando perguntei o conceito de Clonagem humana:

Para mim falar em clones humanos é falar em brotamentos humanos. Ah! Professora, afinal a mitose então é um processo de clonagem celular, não é? Pelo menos eu entendi que sim. São cópias da célula mãe, idênticas. Brotinhos celulares. Os gêmeos são clones. As amebas se reproduzem assim?(Andressa 1º Ano E. M., 2005).

Ao explicar o conhecimento cientificamente produzido, a aluna gerou uma nova forma de conhecimento e sofreu o que Cicillini chama de "distanciamento", uma vez que a palavra "brotamento" não se aplica a clones humanos. Daí, percebi a necessidade de o professor se manter atento às distorções e, a partir delas, sistematizar a tradução cientificamente apropriada. Mas observei também que a aluna reconheceu a importância da compreensão dos conceitos básicos da Biologia, para acompanhar e participar das discussões atuais dos avanços

da ciência. Percebeu que de posse desses conhecimentos ela poderá entender a tecnologia da clonagem, o uso de células-tronco e outras ligadas à manipulação do DNA. Portanto, diante dessa necessidade, buscaram o conhecimento, num processo de construção própria. Mostraram interesse, curiosidade e gosto ao tentar explicar e apresentar sua descoberta. Em uma anotação, outra aluna escreve:

> *Quando falava em mitocôndrias não conseguia guardar praticamente nada sobre essa palavra. No entanto, ao ler sobre o DNA nuclear, fui buscar algumas informações, agora de outro modo. Eu queria saber sobre isso no contexto da clonagem. E aí veja o que descobri: as mitocôndrias são estruturas importantíssimas presentes em todas as nossas células; elas são basicamente as usinas de energia das células, e possuem DNA. Nosso genoma[26] é formado pela união de metade do genoma materno e metade do genoma paterno, vindos do óvulo e do espermatozóide. Porém, a parte do genoma contida nas mitocôndrias é herdada exclusivamente da mãe. Quando um espermatozóide fecunda um óvulo, ele introduz nesse óvulo o seu núcleo, que contém a metade do genoma materno. Mas, não introduz nenhuma mitocôndria no óvulo. Assim, o embrião formado possui somente as mitocôndrias que estavam no óvulo, ou seja, as mitocôndrias da mãe. Estas mitocôndrias vão se multiplicar e dar origem a todas as outras presentes no indivíduo adulto e serão exclusivamente maternas. Como o clone é gerado a partir do núcleo de uma célula da matriz inserido em um óvulo qualquer, suas mitocôndrias serão derivadas das mitocôndrias daquele óvulo. Daí, ao analisar a genética do clone, apesar de seu genoma nuclear ser idêntico ao da matriz, o DNA de suas mitocôndrias não será. Achei interessante, pois falava alguma coisa que foi mencionada na novela "O Clone" e que na época não entendi (Roberta, 1ª Ano E. M., 2005).*

A aluna faz um destaque: Fui estudar DNA Mitocondrial,

> *Pois referiam a um material que tinha vindo do óvulo daquela mãe da novela. Agora descobri de que material falavam. Embora ainda ache complicado entender todos esses detalhes da genética. Mas descobri muita coisa com esse negócio da clonagem. Escrevi no meu relatório, você vai ver, professora. (Roberta, 1ª Ano E. M., 2005).*

A aluna falava do DNA mitocondrial e coletou vários textos explicativos sobre essa informação. Demonstrava ter realizado uma verdadeira façanha. A informação da existência do DNA não nuclear (DNA mitocondrial) causou surpresa nos alunos de modo geral e, segundo Pereira (2002), a herança do DNA mitocondrial é uma exceção à reprodução sexual. Acredita-se que as mitocôndrias presentes no indivíduo adulto sejam exclusivamente

[26] Conjunto de genes de uma espécie. Cada espécie tem o seu genoma, seu próprio número ou padrão genômico. (Conf. OLIVEIRA, 2004, p.198).

maternas. Daí, o clone gerado a partir do núcleo de uma célula adulta inserido em um óvulo qualquer terá suas mitocôndrias derivadas das mitocôndrias presentes nesse óvulo. Por isso, se formos analisar rigorosamente a genética do clone, apesar de seu genoma nuclear ser idêntico ao da matriz, o DNA de suas mitocôndrias não o será, desde que tenha sido usado o óvulo no processo. De singular na Teoria do DNA mitocondrial é a descoberta de que esse é herdado apenas da mãe, não havendo nenhuma contribuição do pai na época da fertilização. A mãe passa o seu componente de DNA mitocondrial para suas filhas e filhos. A esse ponto, o conhecimento se construía em meio a "surpresas" e encanto pelo novo ou pelo velho que ora se fazia novo.

Quanto à clonagem da ovelha Dolly, a novidade foi dupla. Em primeiro lugar, os alunos se surpreendem porque o fato não se trata de uma cisão gemelar[27], que antes era de certa forma associada à clonagem. Trata-se, no entanto, de uma novidade radical, definida como clonagem, que agora é compreendida como uma reprodução assexuada e agâmica encaminhada a produzir indivíduos biologicamente iguais ao indivíduo adulto que proporciona o patrimônio genético nuclear.

Em segundo lugar, porque, até então, os alunos acreditavam que o DNA das células somáticas dos animais superiores, ao ter já sofrido o *imprinting* da diferenciação, não poderiam mais recuperar sua completa potencialidade original (totipotência) e, por conseguinte, a capacidade de guiar o desenvolvimento de um novo indivíduo.

Quanto às células-tronco, a novidade se deu pelo novo conhecimento de que todos os tecidos do corpo possuem células-tronco, as chamadas células-tronco adultas. O encantamento se estendia pela descoberta de que essas células-tronco adultas encontradas nos diferentes tecidos são raras, ao contrário das células-tronco embrionárias. E mais, essas células-tronco adultas são responsáveis pela regeneração parcial que nossos órgãos sofrem ao longo de nossa vida, dividindo-se em outras células-tronco e em células mais diferenciadas daquele tecido. A outra novidade ficou por conta do conhecimento de que as células-tronco adultas são maleáveis. Por exemplo, em camundongos, nos quais células-tronco do cérebro são capazes de se diferenciar em vários tipos diferentes de células.

As informações referidas foram encontradas no livro "Clonagem – Fatos e Mitos" de Pereira (2002). Era uma descoberta provocada pela polêmica da possibilidade da clonagem

[27] Entende-se por cisão gemelar o fenômeno em que só um óvulo é produzido e fecundado, mas divide-se em duas culturas de células completas, cada uma originando um embrião, e resultando a formação de dois seres idênticos. O que pode ocorrer espontaneamente ou pela força bruta, (Pereira, 2002).

humana. Daí, o aluno sentia-se, a seu modo, como que participante das descobertas científicas naquele momento.

> *São tantas coisas novas que a gente vai descobrindo a partir dessas questões! Eu fico pensando... Será que um dia vou saber tudo isso? Acho impossível... A Biologia é uma engrenagem melindrosa. Você sabe tudo isso, professora?(Paula, 1º Ano E. M., 2005).*

Jean se interpôs e respondeu pela professora:

> *Claro que não. Pois tem coisas que como a professora disse, ela está ouvindo hoje pela primeira vez, como aquela notícia dos cientistas dos EUA e do Reino Unido descobrirem que aquele negócio de células-tronco virar caroço pode resultar de fusão com outras células do corpo. Outra... Aquela dos vírus trabalharem as células do fígado e elas produzirem insulina. (Jean, 1º Ano E.M., 2005).*

O aluno se referia ao processo de tumoração das células-tronco relatado no estudo realizado por cientistas dos EUA e do Reino Unido e publicado no jornal Folha de São Paulo em 14 de março de 2002. A outra descoberta era sobre a terapia genética hepática testada em Israel com camundongos diabéticos e publicada também no jornal Folha de São Paulo em 17 de maio de 2005. O aluno apresentara conhecimento das descobertas antes da professora e havia trazido os fatos para serem discutidos e analisados na sala de aula. Nesse momento, a cumplicidade entre professora e alunos é um fato e estabelece a interação no processo de aprender juntos. Em situações como essa, tomei consciência dos limites do meu conhecimento e percebi a necessidade de o professor se atualizar sempre, como adverte Assmann (2001), pois a sociedade aprendente na qual estamos inseridos, escola, educador e educando, vai continuar exigindo essa busca de todos sem distinção. Foi possível confirmar também que o processo de formação continuada e atualização de conhecimentos se dão em função do e no exercício da docência a partir da motivação e necessidade num contexto historicamente construído.

Nesse aspecto destacamos que o aluno que mencionou as informações obtidas quis processar o entendimento num ato de aprendizagem própria e, ao se apropriar do conhecimento, se mostrou orgulhoso de sua realização. Sentiu que aprendeu por si próprio e não sendo o professor a transferir-lhe o conhecimento cabendo-lhe meramente reproduzir o que ouviu. Nessa postura de cumplicidade com o professor, o aluno esquece a razão de

aprender só para fazer a prova, conseguir promoção ou alcançar determinados pontos, o que é muito costumeiro quando tentamos transferir um conhecimento sem a sua participação efetiva. Desenvolve o prazer pelo conhecimento adquirido. E, nesse contexto de estudo, as expressões, os relatórios e as falas demonstravam um interesse diferenciado quanto ao sentido do ensino da Biologia. Revelaram avanços no processo da aprendizagem. Os alunos pareciam sair de um estado difuso e ocuparem um estágio superior do *continuum* de aprendizagem que salta de mecânica a significativa, mesmo apresentando, ainda, linguagem e significados inadequados cientificamente. E essas constatações, confirmam que "é preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido" e efetivamente favoreçam o aprender. (MORIN, 2004, p. 36).

Nesse aspecto, admitimos que os conhecimentos passados sem contextualização, sem ter sentido para o estudante, de forma quase obrigatória, provocam dissabores e dificuldades. Aqui, vale lembrar o pensamento tão apropriado de Rubem Alves (2005), referindo-se ao estudo das informações científicas essenciais sem pensar no sentido que elas devem ter para o aluno. O autor compara o estudo assim realizado a um fator que provoca cálculos cerebrais, como os cálculos que se desenvolvem na vesícula, pedras dolorosas que o aluno tem de carregar até que uma cirurgia as extraia. Usa a expressão "idéia inerte" e explica: uma idéia que, além de não servir para coisa alguma, pesa e produz dor. Dificulta os saltos do pensamento. Quando o conhecimento é passado sem apresentar utilidade, sentido, não gera prazer e muito menos a construção própria, podendo levar à produção dos chamados cálculos cerebrais, que doem e obrigam o aluno a se arrastar diante do conteúdo, até que se livre dele. Como diz Forquin (1996), a ciência se constitui como um conhecimento que toda a humanidade valoriza e por isso se torna objeto de ensino-aprendizagem formal no decorrer dos tempos entre as novas gerações. Assim sendo, ela é reconhecida pelos alunos que realizam movimentos de legitimação ao abordar um tema científico abordado pela sociedade e pela mídia e respectivamente transportado para a sala de aula, onde se discute sobre ele descobrindo sua importância.

As observações e análises da prática pedagógica apontam claramente que as diferentes mídias tornam necessária a inclusão dessas questões científicas na sala de aula. Nesse contexto, as posturas legitimadoras dos alunos puderem ser percebidas na dimensão social como, por exemplo, "*todo mundo está comentando, então... como alunos também precisamos aprender"*. Também no plano da popularização, "*pois a gente observa que esse assunto está em revistas diversas, jornais e programas de televisão",* e pelo fato de estarem em sintonia

com o conhecimento atual, por "*cair no vestibular, ser tema de redações e um conteúdo emergente, ser sempre importante estudar aquilo que é novo, atual"*. Os alunos atribuíram importância ao conhecimento que deve ser abordado na sala de aula, de acordo com o significado pessoal. De certo modo indicaram que o conhecimento científico, principalmente a ciência de "ponta", precisa ser discutido na escola, o que se traduz em ser "a escola o local de disponibilização do conhecimento cientificamente produzido e popularizado pela divulgação através de algum tipo de mídia" (LEITE, 2004, p. 114).

A conexão entre a ciência e a ética, bem como a constatação de que o conhecimento científico não é um conhecimento pronto, acabado, foram aspectos necessariamente presentes na sala de aula. Desse modo, o aluno procurava nos textos selecionados e nas especulações feitas, às vezes de forma um tanto ou quanto confusa, sistematizar a discussão de forma dinâmica, não fechada ou pronta da ciência. Representações legitimadoras do processo ensino-aprendizagem puderam ser percebidas nas colocações insistentes e repetitivas dos alunos no espaço da sala de aula, como também na entrevista, dando validação ao conhecimento, como nas palavras de Paula:

> *O assunto da clonagem humana e terapia com células-tronco apresentam muitas conseqüências. Tem implicações éticas não é? Isso foi uma novidade para mim no estudo de um conteúdo. Assim... Acho que a gente até pensa, mas se o professor não esclarecer fica insatisfeito. Ah! Eu não pensava também na complexidade do conhecimento da Biologia. Muitas coisinhas fantásticas no funcionamento das nossas células, só passo a compreender agora. Foi muito bom estudar sobre esses assuntos. Creio que outros temas como esses deveriam ser colocados na sala de aula. Tanto para confirmar nossas idéias, opiniões, ou mudá-las, caso vejamos o engano. Também para aprendermos, pois eu aprendi muito. A gente fica bem informada. Hoje já sei até que se pode programar uma célula. Assim como fizeram na produção da Dolly. (Paula, 1º Ano E. M., 2005)*

Paula, no início da aplicação do projeto, fez uma relação de dúvidas sobre conceitos biológicos e pediu-me para ajudá-la, pois queria aprender. Essa atitude abriu precedente criando ambientes convidativos à aprendizagem. Diante dessas posturas, percebi a realidade da idéia de Gadotti:

> Como a aprendizagem é um processo ativo, não vai se dar, portanto, se não houver articulação da proposta de trabalho com a existência do aluno; mas também do professor, pois se não estiver acreditando, se não estiver vendo sentido naquilo, como poderá provocar no aluno o desejo de conhecer? (Gadotti, 2005, p. 47)

Assim, com o desenvolvimento do projeto pedagógico, visando ao ensino das temáticas "clonagem" e "células-tronco", experimentei a "boniteza" de ensinar Biologia e desejava garantir a continuidade desses momentos ao longo da prática docente.

Observei também o movimento de legitimação do conhecimento científico que ocorre de maneira interessante. Nesse aspecto se inserem as palavras de Fabíola, que, no relatório, escrevendo sobre a relevância de estudar os assuntos referentes às novidades científicas, recorreu aos meios de comunicação para legitimar o conhecimento apresentado:

> *Se o assunto está nos jornais, nas revistas, na televisão ele é importante, precisa ser estudado na escola. E... Assim quando sai nos jornais, nas revistas, no Fantástico é verdadeiro. Foi por isso que percebi o sentido de estudar células. Pensando bem o conhecimento da célula é muito importante, afinal tudo que acontece com os seres vivos envolve a célula. (Fabíola, 1º Ano E. M., 2005)*

Na concepção da aluna, a validação do conhecimento científico é feita pelas diversas mídias e pela sociedade. Essas instâncias cumprem papel determinante na definição dos conteúdos de referência e, assim, o conhecimento a ser construído ganha olhar de relevância para a vida dos educandos. Nesse sentido, Alarcão (2001), ao mencionar os avanços tecnocientíficos e a influência da mídia, chama a atenção sobre a responsabilidade da escola com respeito à informação e ao desenvolvimento de postura crítico-reflexiva. Neste contexto, procurei, por meio de questionamentos e exemplos, especificar o objetivo da escola e o da divulgação científica. Mostrei suas diferenças, quanto aos modos e interesses da mídia, no processo de divulgação do conhecimento cientificamente produzido, uma vez que se faziam ausentes nas construções dos alunos, mas ao mesmo tempo procurei compatibilizá-los, sintonizando o posicionamento da aluna sobre a seleção do assunto a ser abordado na sala de aula.

Outro aspecto que deve ser destacado quanto à construção do conhecimento é como o método de ensino propiciou a aprendizagem, levando o aluno a "surpreender-se" com o

conhecimento biológico. O que se confirma no relatório de Andressa, feito após uma exposição sobre a clonagem e as células-tronco:

> *Fiquei surpresa com a descoberta de que uma célula adulta pode voltar a se comportar como uma célula embrionária. Outra coisa que não sabia é que temos células-tronco em todos os nossos tecidos e que elas são maleáveis, podendo se transformar em outros tipos diferentes. Gostaria de outras aulas sobre esses assuntos para tirar algumas dúvidas. Fui anotando minhas dúvidas pra te perguntar. Agora quero aprender mais. Conhecer a célula é conhecer os mistérios da vida. (Andressa, 1º Ano E. M., 2005)*

As dúvidas referidas eram sobre a diferenciação celular, célula somática e célula germinativa, células-tronco adultas e células-tronco embrionárias, seres transgênicos e seres clonados. A explicação foi realizada posteriormente à leitura dos relatórios o que resultou em uma atividade dinâmica e produtiva. A dificuldade ficou por conta das falas paralelas, pois os alunos queriam apresentar todas as suas descobertas explicando uns aos outros e colocando suas interpretações e linguagens ás vezes distanciadas do contexto científico.

Alguns dos alunos se mostraram ameaçados pelo conhecimento. Esqueciam suas vantagens e mergulhavam no seu uso indevido, tornando necessário fazê-los retomar a questão em si e sua relação com a sociedade. Para alguns, os cientistas pareciam pessoas obcecadas, e ainda foram caracterizados de forma alienada, estereotipada. Foram captadas no momento do debate, algumas falas soltas do contexto, mas que representam significados para nossa investigação com foco no estudante:

> *Não entendo muito bem o ideal do cientista. Penso no cientista como uma pessoa meio louca. Muito inteligente, mas que não pensa em mais nada, só na ciência. Essa é a imagem que aparece em minha mente. (Cecília, 1º Ano E. M., 2005)*

Numa abordagem histórica da ciência, Leandro falou:

Muitos textos mostram o que aconteceu ao longo das descobertas científicas. Observamos que praticamente todas as descobertas científicas sofreram rejeição. Galileu, Darwin foram criticados. Os cientistas nunca são vistos com bons olhos. Penso que um dia as pessoas vão achar a Clonagem e o uso de Células-Tronco como possibilidades normais da ciência. Assim como hoje, a reprodução assistida é aceita por quase todos. Creio que esses assuntos também vão passar pelo julgamento do tempo. (Leandro, 1º Ano E. M., 2005)

O "tempo" e as "pessoas" assumiram um significado relevante na representação construída. Essa abordagem possibilita perceber que o aluno demonstrava conhecimento de que a ciência é construída por homens, logo, sujeita à circunstâncias temporal, social e política. Esse modo de ensinar traduz uma forma de educação que caracteriza a comunicação e o agir pedagógico diferenciados da simples prática instrumental, como afirma Assmann:

> O que faz que um ensino mereça o nome de processo pedagógico é essa preocupação - e porque não dizer: esse encantamento - por criar e ver emergir a celebração da alegria de conhecer na vida dos aprendentes. (...) Educar não é apenas ensinar, mas criar situações de aprendizagem nas quais todos os aprendentes possam despertar, mediante sua própria experiência do conhecimento, para a sua dignidade de sujeitos do seu futuro. (ASSMANN, 2001, p. 9,22).

Ficou claro durante a realização do projeto pedagógico que, mesmo exigindo maiores esforços por parte do professor, diferentes estratégias de ensino possibilitam criar situações de aprendizagem e despertar a atenção dos alunos. E também que as discussões sobre as questões polêmicas do conhecimento científico representam diferentes desafios e possibilidades. Diante dos impasses, instalavam-se conflitos de importância fundamental à vida dos alunos, o que, de modo fecundo, direcionou indagações e fez a mediação rumo à aprendizagem. Por isso, esses conflitos foram captados e interpretados como de natureza filosófica e tecnocientífica. Conseqüentemente, se conectam com as questões éticas, pontuando os seus princípios básicos, conforme indicam os PCNs (1998), Rifkin (1999), Razera (2000), Levinson (2001), Razera e Nardi (2001), Pegoraro (2002), Moser (2004) e Oliveira (2004), discutidos anteriormente.

4.4 Considerações Finais

Analisando a trajetória metodológica desenvolvida, constata-se que uma programação de ensino voltada para assuntos contemporâneos e polêmicos, como a clonagem e células-tronco, apresenta potencialidade singular para a construção de valores e o desenvolvimento de posturas. As controvérsias na sala de aula contribuem para o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, como nos apontam as diretrizes estabelecidas nos PCNs (1999).

A utilização de temas polêmicos, como clonagem e células-tronco, na sala, de aula mostrou-se frutífera, abrindo espaços para introduzir outros conceitos e para o aluno desenvolver a capacidade de pensar, de criticar, de aprender, de compreender e de participar do mundo em que está inserido. As questões éticas pareciam fluir espontaneamente a partir de controvérsias, sendo, por isso, propícias ao desenvolvimento ético dos alunos. A partir das discussões do conhecimento científico, surgiam posturas autônomas e se construía valores universais, o que foi bastante positivo. Ainda em relação às polêmicas, sua potencialidade pôde ser percebida pelos resultados concretos de mudança de comportamento dos alunos, o grau de interesse e participação nas aulas, levantando questões, motivando a discussão e inserindo temas do cotidiano no processo de polemização.

Os aspectos que mais despertaram a atenção dos alunos foram os da "condição humana", acrescida pela discussão sobre a caracterização do início da vida, a espécie de "ser," ou de um não "ser" ainda, do material embrionário humano. Isso confirma a posição de Leite (2004) de que os conteúdos escolares não são unidades monolíticas, mas sofrem modificações que refletem a sociedade na qual a escola está inserida. Nesse sentido, as falas dos alunos refletem atitudes que indicam que a Biologia concretizada na sala de aula também não é monolítica, natural ou estática, mas sofre modificações e, nesse processo criativo, reflete a própria busca do educando, seus anseios, angústias e soluções.

A dificuldade em compreender a interferência tecnocientífica na concepção e destino da vida também se fez marcante, desenvolvendo assim posturas éticas diante do conhecimento e sua aplicação. Em vista disso, é fundamental reorientar o ensino das questões da Biologia de ponta para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida das pessoas. Os conflitos apresentados deixaram perceber a necessidade de o ensino criar cidadãos com

capacidade para participar, de alguma maneira, de discussões e decisões em relação aos acontecimentos contemporâneos da ciência. Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido e a capacidade de análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia.

Ao analisar o conhecimento científico que resultou a clonagem da ovelha Dolly, os alunos se surpreenderam com a descoberta de que o núcleo de uma célula diferenciada de mamífero adulto não se constitui em forma irreversível, mas pode ser trabalhado (programado) e se comportar como se fosse a primeira célula resultante da fusão de um óvulo com um espermatozóide. A constatação de que mitocôndrias do óvulo é que vão formar, exclusivamente, as mitocôndrias do futuro indivíduo foi outra surpresa que alterou o conhecimento pré-concebido dos alunos, despertando o desejo de aprender a Biologia. Ainda, nas posturas assumidas pelos alunos, a questão da religião foi citada revelando a persistência do velho embate travado entre ciência e religião, o confronto entre as duas instituições no processo de entender, direcionar e explicar a vida. Outro aspecto a destacar é a credibilidade de que as diferentes mídias desfrutam na divulgação do conhecimento, conferindo-lhe legitimidade científica e colaborando na determinação do conteúdo escolar. Nesse aspecto, é relevante a indicação de Gallager (1991), citada na introdução desta dissertação, quanto à oportunidade que a escola tem de trabalhar a imagem de ciência divulgada pela mídia e trazida para a sala de aula pelo próprio aluno.

Quanto ao papel do professor, parece ampliar-se para além da disciplina de Biologia, dirigindo-se a metodologias e estratégias que exigem conhecimentos mais específicos das ciências humanas e ética, numa interação interdisciplinar. Nesse caso, seria conveniente que os projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura fossem repensados e reestruturados de modo a garantir essas exigências no cotidiano escolar. É clara a necessidade da atualização constante e da formação continuada do professor em exercício da docência para dar conta das demandas que se apresentam no dia-a-dia da sala de aula, visando à criação da tão sonhada Sociedade do Conhecimento. Para isso, acredito que a interação escola-universidade poderia ser o caminho.

As questões emergentes, por sua vez, despertam a atenção dos alunos e provocam uma motivação desafiadora. Como Rios (2001) e Gallagher (1991) destacam, no contexto atual, o ensino está disperso, a mídia e outros meios também concorrem com a escola na prática pedagógica. No entanto, o papel que cabe à educação não é o de competir com a mídia, mas o de proporcionar, tanto na educação formal quanto na informal, as abordagens necessárias para

que os educandos tenham condições de compreender as informações veiculadas por ela. As instituições educativas precisam assumir os desafios postos por essas questões da Biologia de Ponta e devem possibilitar a todos os indivíduos uma formação sólida pautada pela informação mais ampla, fornecendo-lhes fundamentos éticos, critérios e princípios.

Em face dessas constatações, urge que se efetive a conexão entre Biologia e Ética. Para que isso ocorra faz-se necessário criar condições especiais para a discussão em sala de aula, o que implica na busca de espaços para estudos e debates interdisciplinares, considerando que uma área sozinha não dá mais conta de todas as respostas, como destaca Levinson (2001).

Com relação a Clonagem e Células-Tronco, assim como outros também polêmicos, são assuntos que inquietam e agitam o pensamento dos indivíduos de modo geral, e se constituem em "pontes" para muitas construções, como entre outras, conceitos, princípios éticos, capacidade argumentativa, e tomada de posição e análise crítico-reflexiva. São assuntos oportunos e de relevantes contribuições ao desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos, trazem consigo ricas possibilidades e variados desafios que podem ser superados a partir da compreensão. Abordá-los exige mais que o saber de referência, exige transitar pelos diversos conhecimentos, uma vez que envolvem questões éticas, religiosas, políticas, sociais, econômicas e tecnológicas.

Dominar os conhecimentos biológicos para compreender debates contemporâneos e deles participar, no entanto, constitui apenas uma das finalidades do estudo dessa Biologia emergente no âmbito escolar. Introduzir uma polêmica, contextualizá-la e considerar o interesse do aluno e as diferentes estratégias de estudo, incluindo debates e discussões também se constituem em referenciais para a preparação de uma programação fecunda de ensino.

No que se refere à apropriação do conhecimento, observamos a concretização do processo de transformação e construção do conhecimento escolar. No entanto, é fundamental que os professores recorram a estratégias e recursos didáticos diversificados para possibilitar a motivação e a surpresa dos alunos, levando-os a participar das discussões de maneira prática e construtiva. Ficou certo também que todo conhecimento é socialmente comprometido e não há conhecimento que possa ser apreendido e reconstruído se não fizer parte das preocupações que os alunos têm. O distanciamento entre os conteúdos e a experiência dos alunos certamente responde pelo seu desinteresse, como nos apontam os PCNs (1999). Nesse sentido, lembra-nos PERRENOUD (2000, p. 75) que "educar é, antes de tudo, mobilizar o aluno para que se torne um aprendiz" e pressupõe usar dispositivos didáticos precisos, ter uma observação

constante visando uma prática atrativa de ensino e a existência de um referencial que permita aos alunos identificar as questões propostas e se identificar com elas.

Foi possível perceber a importância de professores e alunos compreenderem que a postura deles é dialógica, aberta, curiosa e indagadora, conforme assinala FREIRE (2003). Cada situação de ensino é única e uma vez na sala de aula ocorrem muitos acontecimentos ao mesmo tempo, rápidos e inusitados. Não existem receitas prontas para se ensinar este ou outro tema, porque a educação depende sempre da interação de um conjunto de fatores, como por exemplo, a diversidade de microcosmos representados numa sala de aula, a inter-relação entre eles, a organização da atividade didática, entre outros. Desse modo, é fundamental que a prática pedagógica seja analisada, reparada e reinventada numa perspectiva progressista, considerando as transformações que ocorrem em volta, o contexto social, a formação cidadã e a construção de conhecimentos que sejam significativos para a vida do educando. O conhecimento é aquilo que se faz dele.

Os parâmetros de análise se apresentaram a partir da discussão sobre o conhecimento científico no contexto da sala de aula, mas se mostraram ligados aos saberes prévios, à sensibilidade da natureza humana e à crença religiosa. A escolha dos textos revelou aspectos predominantemente morais e religiosos, o que direcionou em grande parte a seqüência discursiva dos alunos.

O uso dos textos pareceu-me contribuir para uma efetiva participação dos alunos, introduzindo temas afins, propondo perguntas e estabelecendo relações entre contextos de implicações relevantes para a formação ética dos educandos. Entre as elaborações e re-elaborações sobre os assuntos da clonagem e células-tronco, os alunos desempenharam papel ativo, ampliando seu universo discursivo e revelando também que, numa situação de controvérsia, os diferentes pontos de vista e "saberes são constantemente mobilizados na busca de respostas para questões que, por vezes, sequer foram verbalizadas" (LEITE, 2004, p. 140).

No entanto, mesmo não existindo manuais prontos para se ensinar a Biologia atual, que depende de uma interação complexa para tornar claras as visões de mundo e estabelecer relações entre os saberes penso que, a interdisciplinaridade poderia ser o caminho que não está traçado, mas que se faria ao caminhar. "El camino se hace al andar" Antonio Machado (1973).

Assim, exige-se do educador desenvolver metas educacionais para assumir o processo de condução de mudança nos alunos, mesmo sabendo que não existe garantia de que suas

ações sejam efetivamente as mais adequadas do ponto de vista didático pedagógico e, tão pouco, que sejam interpretadas pelos aprendizes com o mesmo sentido com que foram projetadas para o ensino. Mesmo parecendo um paradoxo, o professor deve trabalhar buscando e acreditando contribuir para "o bem do aluno", mesmo desconhecendo as peculiaridades do "bem" singular almejado por ele (FREITAS, 2001).

Outra constatação a se destacar no contexto do ensino-aprendizagem é o fato de que a comunicação não garante a compreensão, por isso a necessidade de "didatizar" as informações que se constituem em comunicados, ou seja, torná-las assimiláveis aos educandos.

Desse modo, esta dissertação assume o caráter de um trabalho exploratório, com objetivos amplos. Até mesmo o uso da própria divulgação científica na sala de aula se constitui em objeto de estudo, permitindo diversas abordagens. Entre elas, podem-se apontar as maneiras como os docentes lidam com essas questões, a organização e estrutura do trabalho educacional de cada escola quanto ao ensino da ciência de ponta, a importância da informação no posicionamento dos alunos. Assim, outras pesquisas com certeza ainda serão realizadas, trazendo também outras contribuições para a tão sonhada melhoria da educação contemporânea.

Reafirmo a preocupação de não guardar as descobertas, mas transformá-las em ações que façam a diferença na prática pedagógica voltada para a construção do conhecimento associada à formação ética e ao exercício da cidadania.

A colaboração visada por esta investigação é a construção da tão sonhada sociedade do conhecimento, sociedade capacitada, por isso transformadora, sociedade reflexiva, por isso mais justa, sociedade consciente, por isso mais humana. Reconheço ser tudo isso um ideal, realidade ainda não. "Ainda não", mas possível, é a esperança. Como afirma Freire (2003), faz parte da natureza da prática docente, além de ensinar, também pesquisar, buscar, indagar, pois:

> Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino, continuo buscando, reprogramando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo, educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade. (FREIRE, 2003, p. 29).

Desse modo, assumi e percebi, enquanto professora a necessidade de me fazer também pesquisadora.

No entanto, desenhar o perfil dessa pesquisadora, estando ela mesma envolvida no objeto de pesquisa, foi inicialmente uma preocupação, mas no final se fez gratificante. Senti o desafio e o privilégio de me analisar enquanto sujeito e enquanto objeto da pesquisa, mas, na hora de escrever, instintivamente houve a separação desses dois "eus". Nesse momento o eu pesquisador, embasado em outros autores, escreveu seu parecer sobre o assunto e assim, absorvido no processo, o objeto ficou de fato no lugar de objeto, ou seja, como aquilo que está sendo analisado.

Tive clareza de que os aspectos aqui identificados não são necessariamente únicos, mas parecem promissores ao plano didático pedagógico. Finalmente, os resultados provaram o valor da pesquisa no exercício da docência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. **Cálculos cerebrais...** Publicado em dez. 2005. Disponível em: <http:/ / www.crmariocovas.sp.gov.br/noticia.php?it=7295>. Acesso em: 1 abr. 2007.

AMARAL, I.A. Educação Ambiental e ensino de Ciências: Uma história de controvérsias. **Revista Pro-Posições,** Campinas, v. 12, n. 1 (34), p. 62-72, mar. 2001.

AMORIM, A.C.R. **O Ensino de Biologia e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.** 1995. 145f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ANDRÉ, M.E.D.A.; LÜDKE, M. **Pesquisa em Educação:** Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

ARRAIS, C. H.(texto); RAMOS, M. N. (coord.); PAVAN, R. (coord.). **Construção política:** sínteses das salas temáticas. Brasília, DF: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2003.

ASSMANN, H. **Metáforas novas para reencantar a Educação; epistemologia e didática**. Piracicaba: Unimep, 2001.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BELLINO, F. **Dicionário de Bioética.** Aparecida: Santuário/Perpétuo Socorro, 2001.

BICUDO, M.A.V. **Fundamentos éticos da educação.** São Paulo: Autores Associados/Cortez, 1982.

BRASIL. **Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** – Lei n. 9.394. Brasília: Congresso Nacional/ Presidência da República, 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Brasília, DF: MEC-Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico, 1999.

CANAL, R. R. **Educação Científica, Genética e Ética:** A abordagem de temas contemporâneos no Ensino de Biologia. 2003. 211f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2003.

CICILLINI, G. A. **A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de biologia no 2º grau:** Análise e Concepção de Evolução em Livros Didáticos. 1999. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1991.

DEMO, P. **Desafios Modernos da Educação.** Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

_____; NOGUEIRA, S. V. (Orgs). **Educação Escolar:** políticas, saberes e práticas pedagógicas. Uberlândia: EDUFU, 2002.

_____. Ensino de Biologia: o livro didático e a prática pedagógica dos professores no Ensino Médio. **ENSINO EM RE-VISTA**, Uberlândia, v.6, n.1, p.29-37, jun/jul. 97/98.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2000. Coleção Educação Contemporânea.

DREYER, D. **Morte de Dolly reabre polêmica sobre clonagem.** Disponível em: <http: / / www.educacional.com.br/noticiacomentada/030411_not01.asp>. Acesso em: 30 jun. 2005.

DULBECCO, R. **I geni e il nostro futuro –** La scommessa Del Progetto Genoma. Milão: Sperling & Kupfer, 1995.

EIBERT, M. D. **Human Cloning:** Myths, Medical Beneficts and Constitutional Rights. Disponível em: <http://www.humancloning.org/users/infertil/humancloning.htm>.

FORQUIN, J. C. As abordagens sociológicas do currículo: orientações teóricas e perspectivas de pesquisas. **Educação e Realidade**, 1996.

FOUREZ, G. **A construção das ciências –** introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: UNESP, 1995.

FRANCALANZA, H. et alli. **O ensino de Ciências no Primeiro Grau.** São Paulo: Atual, 1996.

FREITAS, D. **Mudança Conceitual em sala de aula:** uma experiência com formação inicial de professores. Tese (Doutorado), FEUSP, São Paulo, 1998.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro.** 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

GADOTI, M. **Boniteza de um sonho:** ensinar e aprender. 1. ed. São Paulo: Positivo, 2005.

GALLAGHER, J. J. Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. In: **Science Education** 75(1), 1991.

HEMPEL, C. G. Investigação cientifica: invenção e verificação. In: ____. **Filosofia da Ciência Natural.** Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

JORNAL DA CIÊNCIA. São Paulo: SBPC – Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, ano 14, n. 420, p.1, set. 1999.

KANT, I. **Fundamentos da metafísica dos costumes.** Lisboa: 70, 1986.

_____. **Crítica da razão prática.** Lisboa: 70, 1997.

KREUZER, H. & MASSEY, A. **Engenharia Genética e Biotecnologia.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

LEITE, M. L. F. T. T. **Muito além da Dolly:** As "novidades científicas" em sala de aula. Niterói, 2004. 166 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

LEVINSON, R. As Ciências ou as Humanidades*:* Quem deve ensinar as controvérsias em Ciência? **Revista Pro-Posições,** Campinas, v. 12, n. 1 (34), p. 62-72, mar. 2001.

LEWIS, J. L. Ethics in the classroom. In: FRAZER, M. J., Kornhauser, A. **Ethics and social responsibility in science education.** United Kingdom: Pergamon Press, v.2, 1986.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1990.

LIMA, C. P. **Evolução Biológica –** controvérsias. São Paulo: Ática, 1993.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa:** uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999.

MACHADO, A. **Poesias completas.** Madri: Espasa, 1973. Disponível em: <http://www.cuidardoser.com.br/caminhante.htm>. Acesso em: 8 jun. 2007.

MACHADO, S. **Biologia para o ensino médio.** São Paulo: Scipione, 2003.

MAIA, N. F. **A ciência por dentro.** Petrópolis: Vozes, 2004.

_____; SANTIS, R. C. de (orgs.). **A prática da docência universitária.** São Paulo: Factash, 2003.

MENEZES, L. C.; HAMBURGUER, E. W. (org.); MATOS, C. (org.). Ensinar ciências no próximo século. In: **O desafio de Ensinar Ciências no século XXI.** São Paulo: USP: Estação Ciências, Brasília: CNPQ, 2000.

MIETH, D. Células-Tronco: os problemas éticos do uso. In: GARRAFA, V. & PESSINI, L. (orgs.). **Bioética:** poder e injustiça. São Paulo: Loyola, 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, A. F. B; MACEDO, E. F. de. **Currículo, Práticas Pedagógicas e Identidades.** Porto: Porto, 2002.

MORENO, M. Temas transversais: um ensino voltado para o futuro. In: Busquets, M.D. (et al). **Temas transversais em educação:** bases para uma formação integral. São Paulo: Ática, 1998.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à Educação do Futuro.** São Paulo: Cortez, 2004.

MOSER, A. **Biotecnologia e bioética:** para onde vamos? Petrópolis: Vozes, 2004.

NASH, J. M. The Age of Cloning. **Time**, v. 149, n. 10. Disponível em: <http://www.time.com/time/magazine/1997/dom/970310/sp.the_age_of.html>.

OLIVEIRA, F. **Bioética:** Uma Face da Cidadania. São Paulo: Moderna, 2002.

_____. **Engenharia Genética:** O sétimo dia da criação. São Paulo: Moderna, 2001.

OLIVEIRA, R. J. Ensino científico e ética: tecendo uma intersecção. In: MARANDINO, M. et al. (orgs.) **Ensino de Biologia:** conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduf, 2005.

PASMORE, W. et alii. Sociothecnical systems: a north american reflection on empirical studies of the seventies. **Human Relations**, n. 12, 1982.

PEGORARO, O. A. **Ética e bioética –** Da subsistência à existência. Petrópolis: Vozes, 2002.

PENIN, S. T. de S. **A aula:** Espaço de Conhecimento, Lugar de Cultura. Campinas, 1994.

PEREIRA, A. T. Clonagem e reprodução assistida; da macro para a microbioética. In: SOARES, A.M.M. et al. **Bioética, envelhecimento e interdisciplinaridade.** Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2004.

PEREIRA, L. da V. **Seqüenciaram o genoma humano...** E agora? São Paulo: Moderna, 2001.

_____. **Clonagem – Fatos e mitos.** São Paulo: Moderna, 2002.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PESSINI, L. **Distanásia:** até quando prolongar a vida? São Paulo: Loyola, 2001.

_____. **Problemas atuais de bioética.** São Paulo: Loyola, 2002.

_____ et al. (orgs). **Bioética:** poder e injustiça. São Paulo: Loyola, 2003.

PERELMAN, C. **Ética e direito.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.

PUIG, J.M. **A construção da personalidade moral.** São Paulo: Ática, 1998.

RAZERA, J. C.C. **Ética em Assuntos Controvertidos no Ensino de Ciências:** Perspectivas ao desenvolvimento moral nas atitudes que configuram controvérsias entre evolucionismo e criacionismo. 2000, 208f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

RAZERA, J.C.C.; NARDI, R. Assuntos controvertidos no ensino de ciências: a ética na prática docente. Pró-Posições. Campinas: FE/Unicamp, v. 12, n.1, 2001.

REIS, P.; GALVÃO, C. **Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores.** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a1.htm>. Acesso em: 5 mai. 2006.

RIBEIRO, R. J. **A marca do Leviatã**: linguagem e poder em Hobbes. São Paulo: Ática, 2003.

RIFKIN, J. Patenteando a vida. In: _____. **O século da biotecnologia:** a valorização dos genes e a reconstrução do mundo. Tradução de Arão Sapiro. São Paulo: Makron books, 1999.

RIOS, T. A. **Compreender e ensinar:** por uma docência da melhor qualidade. São Paulo: Cortez, 2001.

ROCHA, M.B.; MARTINS, I. O Uso didático do texto de divulgação científica segundo professores de ciências. **Coletânea do 8º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia** [CD-Rom]. São Paulo, 2002.

SACRISTÁN, J.; PÉREZ GÓMEZ, A. **Compreender e transformar o ensino.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOS, M. E. V. M. dos. **Desafios Pedagógicos para o século XXI.** Lisboa, 1999.

SÃO PAULO. **Proposta Curricular para o ensino de Biologia –** 2º Grau. 3.ed. São Paulo, SP: Secretaria da Educação, 1994.

SARTRE, J.P. **O existencialismo é um humanismo.** São Paulo: Col. Pensadores, 1973.

SASTRE, G; FERNANDEZ, T. Como aprender a partir da igualdade de oportunidades. In: BUSUQETS, M.D. et al. **Temas transversais em educação:** bases para uma formação integral. São Paulo: Ática, 1998.

SERRA, A. **Embrione umano, scienza e medicina in margine al recente documento** (Donum Vitae). La Civilitá Cattolica, n. 2, 1987.

SGRECCIA, E. **Manual de Bioética.** São Paulo: Loyola, 1996.

SILVA, A. M. et al. **Guia Para Normalização de Trabalhos Técnico-Científico:** Projetos de Pesquisa, Monografias, Dissertações, Teses. Uberlândia: EDUFU, 2002.

SILVA, M. Educar em nosso tempo. In:_____. **Sala de aula interativa.** Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

SINGER, P. **Ética Prática.** São Paulo: Marins Fontes, 1994.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002.

TAVARES, J.; ALARCÃO, I. Paradigmas de formação e investigação no ensino superior para o terceiro milênio. In: ALARCÃO, I. (Org.). **Escola reflexiva e nova racionalidade.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

TORRES, R. M. **Que (e como) é necessário aprender?** Necessidades básicas de aprendizagem e conteúdos curriculares. Tradução de Tália Burgel. Campinas: Papirus, 1995.

TRIVELATO, S. L. F. Ensino de Ciências e Movimento CTS (Ciência/ Tecnologia/ Sociedade). In: **Escola de verão para professores de prática de ensino de Física, Química e Biologia.** São Paulo: Coletânea. USP, 1995.

_____. **O ensino de Genética em uma escola de Segundo grau.** 1987. 360 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

TULER, M. **Pedagogia de Projetos:** Uma nova proposta de aprendizagem. Disponível em: <http://www.escoladominical.com.br/pedagogia1.asp?cod=35>. Acesso em: 24 dez 2006.

VIDAL, M. **Ética teológica.** Petrópolis: Vozes, 1999.

WILMUT, I. et al. **Dolly, a segunda criação.** Tradução de Ana Deiró. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.

ZATZ, M. **O que é célula-tronco.** Disponível em: <http: / / www.estadao.com.br/educando/noticias/2004/mai/10/69.htm>. Acesso em: 10 maio 2005.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO PROJETO PEDAGÓGICO

ALCÂNTARA, E. Dolly, a revolução dos clones. **Revista Veja,** São Paulo, mar. 1997.

OS CIENTISTAS têm o direito de interferir na natureza a ponto de mudar a reprodução dos seres vivos? In: ALVARENGA, J.P. et al. **Ciências integradas –** 8ª Série. Belo Horizonte: Dimensão, v. 4, 2000.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G.R. **Fundamentos da Biologia Moderna.** 2. ed. São Paulo: Moderna, 1997.

BARBOSA, B. Surpresa da Genética. O Projeto Genoma traz mais perguntas do que respostas. **Revista Veja,** São Paulo, fev. 2001.

BEULEY, S. Os riscos de se conquistar os segredos da vida. **O Estado de São Paulo,** São Paulo, abr. 2000.

CALLIGARIS, C. Ataque dos clones. **Folha de São Paulo,** São Paulo, fev. 2004.

CASTANHO, A. Direito à vida, fundo do problema. **Folha de São Paulo,** São Paulo, jul. 2005.

CENEVIVA, W. Clonando um ser humano (humano?). **Folha de São Paulo,** São Paulo, mar. 2001.

COSTA, H. Quem tem medo das células-tronco? **Folha de São Paulo,** São Paulo, jun. 2005.

DIEGUEZ, F. A um passo da clonagem humana. **Revista Galileu,** out. 2001.

FILHO, F. A.; RODRIGUES, G.; CASTELLÓN, L. As nossas células-tronco. **Revista IstoÉ,** jan. 2005.

GODOY, N. Vida imita ficção. **Revista IstoÉ,** nov. 1999.

TEICH, D. H.; SANTA CRUZ, Ana. Começou a corrida para fazer o primeiro clone humano. **Revista Veja,** ago. 2001.

TRIUNFOL, M. L. **Afinal, o que são as células-tronco? E por que todo esse barulho?** Disponível em: <http: / / www.odnavaiaescola.com/celulas-tronco.htm>. Acesso em: 10 maio 2006.

VARELLA, D. De volta à clonagem. **Folha de São Paulo,** São Paulo, dez. 2001.

WINS, R. Células-Tronco: Vidas em jogo. **Revista National Geografic,** jun. 2005.

ANEXO 1
CRONOGRAMA DO PROJETO PEDAGÓGICO

I. DADOS GERAIS DA ESCOLA

1. Escola Estadual de 1º e de 2º Grau – Uberlândia, Minas Gerais
2. Período de Aplicação do Projeto Pedagógico: 02/06/2005 a 08/07/2005
3. Tema do Projeto: O Ensino de Temas Polêmicos em Aulas de Biologia: Clonagem e Células-Tronco
4. Série de Aplicação: 1ª Série do Ensino Médio Período: Tarde e Noite – EJA

   2ª Feira: 13:00 – 14:40h (aula dupla) Turma A/Tarde

   6ª Feira: 14:40 – 15:30h

   5ª Feira: 18:40 – 20:20h (aula dupla) } Turma B/ Noite

   6ª Feira: 21:20 – 22:10h

5. Características da sala de aula:

- Descrição: Um quadro de giz, janelas amplas, mesas e cadeiras para alunos, uma mesa e uma cadeira para a professora;
- Nº de Alunos: Turma A: Mista: 43 matriculados, 37 freqüentes;

  Turma B: Mista: 35 matriculados, 31 freqüentes;
- Disciplinas da Série: 10: Língua Portuguesa e Redação; Matemática; História; Geografia; Biologia; Física; Química; Inglês; Educação Física;

II. CRONOGRAMA DIÁRIO DE ATIVIDADES DO PROJETO PEDAGÓGICO

Turma A

03/06/05 – 3ª h/a: Assuntos da Biotecnologia Contemporânea na sala de aula. Apresentação do Projeto Pedagógico.

07/06/05 – 1ª, 2ª h/a: Questionário/Diagnóstico. Provocação/Motivação com o uso de imagens, cartazes e transparências no retroprojetor.

10/06/05 – 3ª h/a: Leitura e seleção de textos coletados em jornais, revistas e internet. Sobre os assuntos da Clonagem e Células-Tronco.

14/06/05 – 1ª, 2ª h/a: Não houve aula de Biologia. Avaliações Trimestrais.

17/06/05 – 3ª h/a: Conceitos básicos da Biotecnologia e Genética.

21/06/05 – 1ª, 2ª h/a: Clonagem e Células-Tronco. Conceitos, opiniões e críticas. Apresentação de pequenos textos argumentativos, construídos a partir das leituras.

24/06/05 – 3ª h/a: Nesse dia, os alunos realizaram atividades de recuperação. Conforme acordo a atividade do projeto pedagógico foi antecipada para 23/06/05. Esclarecimento de dúvidas relativas aos assuntos ligados à Biotecnologia.

28/06/05 – 1ª, 2ª h/a: Debate: Clonagem: Defesa X Oposição e Células-Tronco. Benefícios X Malefícios.

01/07/05 – 3ª h/a: Estudo e discussão sobre ética.

05/07/05 – 1ª, 2ª h/a: Aula com vídeo. Alunos participam de um debate sobre a temática.

08/07/05 – 3ª h/a: Comentários sobre o projeto pedagógico e a participação dos alunos.

Turma B

02/06/05 – 1ª } h/a: Assuntos da Biotecnologia Contemporânea.
2ª } Apresentação do Projeto Pedagógico. Questionário/Diagnóstico.

03/06/05 – 4ª h/a: Não houve aula de Biologia. Avaliação.

09/06/05 – 1ª } h/a: Motivação e Provocação com o uso de imagens.
2ª } Seleção de textos sobre a Clonagem e Células-Tronco.
Leitura e discussão entre os grupos.

10/06/05 – 4ª h/a: Relatório escrito sobre os assuntos contidos nos textos.
Comentários sobre as opiniões dos autores.

16/06/05 – 1ª } h/a: Discussão em grupos ("tempestade de idéias").
2ª } Questão: por que tanta preocupação com a Clonagem?

17/06/05 – 4ª h/a: Nesse dia os alunos assistiram uma palestra sobre doação de órgãos.

23/06/05 – 1ª } h/a: Conceitos básicos da Biotecnologia e Genética.
2ª } Exposição oral, transparências e apostilas.

24/06/05 – 4ª h/a: Continuação da discussão sobre a Clonagem com base no texto
"Entre a prudência e o sonho", autor: Birchal.

30/06/05 – 1ª } h/a: Os alunos participaram de uma peça teatral : "Diga Não à Dengue".
2ª }

01/06/05 – 4ª } h/a: Seminário sobre as Células-Tronco.
5ª } Utilização do 5ª h/a cedida pelo professor de Química.

07/07/05 – 1ª } h/a: Estudo e discussão sobre ética.
2ª }

08/07/05 – 4ª h/a: Aula com vídeo. Alunos assistem a discussão feita em sala de aula.

Observação: Dia 08/12/06 – Entrevista coletiva.
Período: 19h30min – 20h58minh

ANEXO 2

RELATÓRIO DE AULA

Turma A

Data: 10/06/05 Horário: 13:40 – 14:40h (2 h/a)

Tema: Questionário

Observações Iniciais: Com esse diagnóstico pretendemos ter um ponto de partida para o desenvolvimento do projeto pedagógico. Entendemos que os conhecimentos prévios e as tendências manifestadas se constituem em fatores importantes à nossa investigação. Os alunos foram divididos em pequenos grupos para dialogarem e responderem às perguntas propostas. Há muita conversa entre eles. A aula começa com a explicação da atividade a ser realizada.

Professora: Gostaria que vocês respondessem esse questionário (mostramos em nossa mão). Nós elaboramos questões simples e diretas sobre os temas que vamos abordar.

Alunos: (Interrompem) Mas não sabemos nada!

Professora: Nada, nada? Não acredito! Alguma coisa vocês sabem e é isso que estamos pedindo para vocês escreverem. Se não conseguirem, podem responder que não sabem.

Aluna: Mas se o que a gente responder estiver errado?

Professora: Depois, vamos estudar e descobrir se está certo ou errado. Vocês terão a oportunidade de construir corretamente. Combinado assim?

Aluno: Ah! Mas eu, por exemplo, não consigo escrever sobre essas coisas não.

Professora: Vamos tentar?

(Entregamos a folha com o questionário. Lemos as questões mais uma vez, reiteramos que deveriam escrever apenas o que sabiam e que não precisavam ficar preocupados se estava cientificamente correto. Eles concordaram e começaram a ler e discutir entre si as informações que tinham sobre o assunto e também as curiosidades. No final da aula entregaram as respostas escritas.)

Questionário

1. Escreva o que você sabe sobre:
   a. Biotecnologia e Engenharia Genética.
   b. Importância da ciência para a vida do homem.
   c. Clonagem de células-tronco e diferenciação celular.
   d. Ética e Bioética.
2. O que você sabe sobre as polêmicas em torno da clonagem e das células-tronco?

3. Você gostaria de participar de um debate sobre a questão da clonagem humana e do uso de células-tronco?

4. A clonagem humana e as células-tronco poderão trazer benefícios para a humanidade? Que tipo de benefícios? Será que esses benefícios serão conseguidos de imediato?

5. O que você sabe da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)?

6. Esses assuntos têm despertado preocupações na sociedade. Qual a sua opinião sobre isso?

7. Qual a sua referência sobre:

a. Clonagem;

b. Células-tronco.

8. Você conhece a história da clonagem de mamíferos?

Observações após a aula:

Durante a aula alguns alunos nos perguntaram se um clone humano seria mesmo igual ao seu par procedente, lembrando o caso da novela "O Clone". Após a explicação, uma aluna fez a comparação do clone com o sósia. Mas uma vez voltamos à explicação do termo "clone", o que parecia ainda muito abstrato para uma grande parte deles. As respostas foram entregues no final do horário. Maiores detalhes estão contidos na metodologia. A partir desse diagnóstico, definimos os passos seguintes do desenvolvimento da prática pedagógica, que se constituíram no estudo de conceitos fundamentais da genética molecular, exposição de ilustrações afins, leitura de textos que pudessem esclarecer as expectativas manifestadas com a inclusão de debates e comentários espontâneos. As respostas foram ainda utilizadas para posterior análise dos dados confrontando as tendências apresentadas nesse momento prévio com as outras surgidas ao longo das atividades.

RELATÓRIO DE AULA

Turma A

Data: 21/06/05 Horário: 13:40 – 14:40h (2 h/a)

Tema: Clonagem e Células-Tronco

Observações Iniciais: São dois horários consecutivos de Biologia. Isso é normal na escola, para viabilizar o encaixe do quadro de professores. Os alunos trouxeram reportagens, textos e algumas imagens referentes ao assunto da Clonagem e das Células-Tronco. São matriculados nessa turma 43 alunos, mas somente 35 são freqüentes.

Hoje os alunos serão dispensados após o recreio. Os professores terão reunião com a direção para tratar de assuntos referentes às avaliações, recuperação e outras resoluções.

Professora: Então, hoje, vamos estudar sobre a Clonagem e as Células-Tronco. Conforme orientações, vocês vão proceder à apresentação dos textos construídos, das opiniões e dos questionamentos com base nas leituras e discussões anteriores. Tudo certo? Quem começa?

Alunos: Vamos fazer um sorteio. É melhor. Par ou ímpar. O grupo ímpar começa. Combinado.

Professora: Está bem. O grupo ímpar pode iniciar.

Grupo 1: Nós simulamos o processo da Clonagem. Aqui estão os passos. Lemos aquele livro: "Clonagem: Fatos & Mitos" de Lygia da Veiga Pereira. Por sinal, muito bom. Nossa representação seguiu o esquema da figura 10, na página 42. Engraçado... Quando estávamos fazendo essa reprodução, tudo parecia tão simples! Só que aí... A gente lembra que não é uma massinha qualquer, um boneco, no processo da Clonagem Humana está lidando com pessoas. Aí... Dá um sentimento muito ruim. No fundo, rejeitamos a tecnologia e a ciência. (Silêncio por parte dos alunos da equipe e da sala). É, mas aprendemos que a Clonagem é uma forma de reprodução assexuada, natural em organismos unicelulares e algumas plantas. Bom... Isso é o que a autora fala, e está de acordo com outras definições, nós conferimos com outros autores. Aqui está todo o processo: usa-se um óvulo de uma doadora, tira-se o núcleo dele, então... Tira-se o material genético, não é professora?

Professora: Sim, uma vez que o material genético se encontra no núcleo.

Grupo 1: Depois, pega outra célula, agora uma célula somática. Por um choque elétrico funde essa célula ao óvulo vazio, simulando a fecundação e induzindo esse óvulo a iniciar o desenvolvimento, dividindo-se em duas células, quatro e assim por diante. Em seguida, quando formar o embrião faz a transferência para o útero de uma voluntária (barriga de

aluguel). Se der certo... Assim, se "vingar", nasce o clone, que terá informações genéticas idênticas às daquele indivíduo que cedeu a célula somática.

(Alunos permanecem atentos à explicação e parecem pensativos)

Aluna do grupo 1: É, parece tudo muito simples. Agora... Quando discutimos, não achamos isso possível de dar certo não. Não acreditamos que a ciência e a tecnologia cheguem a ter sucesso com a Clonagem Humana.

Professora: Por quê?

Grupo 1: Ah! Se para ter a Dolly foi muito difícil. Quase um jogo de loteria e era um animal. Agora para criarem uma pessoa... É muito mais complicado. Tem uma coisa... Assim, um mistério, que acho que só Deus sabe. E Deus não permitirá que se chegue a tanto. Para mim, todas as tentativas vão dar errado.

Professora: Desse modo, vocês acreditam que seja uma busca sentenciada ao fracasso?

Aluna: Acho.

Alunos: Não, e pensa só... Aí, quanta coisa horrível poderia acontecer. Seria uma seleção de pessoas. Assim como Hitler queria.

Professora: Então, a preocupação em torno da Clonagem Humana seria entre outras a eugenia?

Alunos: É... Também. Mas a Clonagem Humana seria também um desrespeito à pessoa. Sua individualidade, seu direito de ser e nascer como sempre foi determinado até agora, de um homem e de uma mulher. Isso seria uma violência à natureza, seria anti-natural... Ainda seria um modo de um indivíduo ter domínio sobre o outro, escolhendo e produzindo a seu modo. Pensa só...

Professora: Bom, mas e a Clonagem Terapêutica?

Grupo 2: Somos nós que vamos falar sobre ela. Pesquisamos na internet, em jornais e revistas diversas, mas vamos ler o que fala Mayana Zatz, professora de Genética da USP.

"A Clonagem Terapêutica, muitas vezes confundida com a terapia celular, é a transferência de núcleos de uma célula para um óvulo sem núcleo. Ela nada mais é do que um aprimoramento das técnicas hoje existentes para culturas de tecidos, que são realizadas há décadas. Na transferência de núcleos para fins terapêuticos as células são multiplicadas em laboratório para formar tecidos, com as mesmas características do tecido de onde foram retiradas. A Clonagem Terapêutica teria a vantagem de evitar a rejeição, se o doador fosse a própria pessoa. Seria o caso, por exemplo, de reconstituir a medula em alguém que se tornou paraplégico após um acidente ou substituir um tecido cardíaco em uma pessoa que sofreu um infarto". (Jornal O Estadão, 25 maio de 2004).

Alunos: Pensando bem, a Clonagem Terapêutica seria uma grande vantagem no tratamento de várias doenças. Acreditamos que isso não tem nada de errado, pelo contrário, só teria esperança...

Aluna: A Clonagem Terapêutica é proibida?

Grupo 2: Encontramos muita polêmica em torno dela também. Inclusive a abertura para introduzir esse novo óvulo no útero de uma mulher, tornando assim Clonagem Reprodutiva.

Alunos: Mas, que coisa hein?

Professora: Podemos ouvir o próximo grupo? Temos que apressar um pouco, 15 minutos para vocês, tudo bem?

Grupo 3: Células-Tronco. Também vamos falar de acordo com a definição de Mayana Zatz. "Células-Tronco são células que podem se diferenciar e constituir diferentes tecidos no organismo. Esta é uma capacidade especial, porque as demais células geralmente só podem fazer parte de um tecido específico. Por exemplo: células da pele só podem constituir células da pela. Outra capacidade especial das Células-Tronco é a auto-replicação, ou seja, elas podem gerar cópias idênticas de si mesmas". (Jornal O Estadão, 10 de maio de 2004).

Aluna: O problema é com as células-tronco do embrião. Que significa destruir o embrião para se obter as células-tronco embrionárias. Pensando que o embrião já deve ser considerado um ser em estágio de formação. Daí precisa ser respeitado.

Alunos: Mas como saber se um embrião deve mesmo ser considerado com todos os direitos de uma pessoa? Quem pode responder corretamente? Complicado, não é?

(Alunos conversam entre si... Parecem rebater as opiniões encontradas)

Professora: E vocês, o que acham?

Aluno: Eu acho que sim. Na religião fala que sim. Mas a ciência, não sei não... Tem hora que a gente não consegue entender bem as coisas e ficamos como que entre a cruz e o punhal. Fico pensando se um dia terão uma resposta satisfatória para todos.

Professora: É um caso a se investigar mais, discutir e analisar. Mas agora, vamos ouvir o quarto grupo?

Grupo 4: Vamos apresentar sobre as polêmicas geradas pelos assuntos. Tanto a Clonagem, como as Células-Tronco são assuntos com muitas implicações. Interferem em pontos delicados, como a crença, os direitos, o respeito, a justiça, é muita coisa... Tem a questão do que pode e do que não pode. Às vezes também, tem situações em que pode, mas não é conveniente.

Aluna: É a tentação de tomar o lugar de Deus. Para mim, muitas vezes a ciência quer fazer isso.

Aluno: A ciência não, o homem usando a ciência não é?

Alunos: Nós pesquisamos e registramos o seguinte: o caso da Clonagem envolve um ser humano tendo domínio sobre o outro. Uma escolha de acordo com o interesse de cada um. O que até agora não é considerado correto para a humanidade. Uma seleção, isso não é justo. Como estávamos conversando, a questão é religiosa e ética como você falou professora. Ah, e falando em ética, a gente queria aprender um pouco mais sobre isso, na verdade falamos em ética e não entendemos bem. Mas, com relação aos assuntos, como estabelecer um limite para tudo isso? As possibilidades da Clonagem, da utilização das Células-Tronco valem os riscos? O homem tem o direito de manipular a essência da vida de outro ser humano? Onde encontrar uma explicação justa, concreta e confiável? Quem se responsabiliza pelos erros? O que fazer com resultados indesejados? São todas questões que fomos assinalando.

No caso das células-tronco, o fato de o embrião ser jogado fora depois de aproveitar essas células, mesmo sendo para fins terapêuticos... Não parece certo, não é justo. Parece um ato de canibalismo... Para nós, do jeito que fomos criados, como nos ensinaram, está errado. Mas, aí, estávamos discutindo... Será que tudo que falaram para gente até agora é verdade? São tantas dúvidas, ficamos muito confusos... Pois pensa bem, se os embriões que estão congelados, vão para o lixo, e muitos vão. Por que não utilizá-los em beneficio de alguém?

Aluna: É. A ciência e a tecnologia trazem benefícios, se desenvolvem pela ação do homem, mas acontece que tem momentos que o homem não sabe como resolver os problemas por elas criados. E aí, a coisa fica feia.

(Nesse momento uma aluna, levanta o dedo solicitando oportunidade de falar, o que é precedido por outra, dificultando a conclusão da aula que já estava com tempo esgotado. Pedimos 10 minutos ao professor próximo horário, que já aguardava na porta da sala, e ouvimos as falas transcritas a seguir).

Aluna: Queria ter falado isso desde o começo. Os livros de Biologia, o ensino na sala de aula sobre a clonagem e células-tronco traz explicações muito boas. Eu estava lendo e até pensei: Parece que vamos aprender a fazer um clone. Está certo. Sei que é bom e a gente precisa mesmo saber sobre essas atualidades da ciência. Mas, nunca ensinam sobre o valor da vida humana. Não ensinam que tipo de vida é um embriãozinho. Será que já é um ser? Ou não? Na escola pulam essa parte do ensino. Aí, eu pergunto: por quê? Já que estudamos como se forma, ou produz um ser, como usar células recém descobertas, por que não tocar nesse ponto?

(A outra não faz sua leitura, apenas complementa e diz que sua colocação era mais ou menos a mesma coisa.)

Aluna: Mesmo porque quando os alunos não perguntam, ou não fazem referência a essa questão, lá no fundo, no pensamento creio que ficam questionando: Por que não se fala sobre a espécie de ser, ou que material biológico é esse embrião? Agora, estamos falando, e é bom discutir sobre isso. Só que isso não acontece no dia-a-dia. Esses pensamentos que surgem, nesse sentido, são ignorados. Eu acho... Ah, vou dizer: Hoje, temos essa oportunidade, mas é porque você está fazendo essa pesquisa, professora. Se não fosse isso, acho que não estaríamos falando sobre essa questão, assim, desse modo.

Professora: Pessoal já deu o sinal. Nosso tempo acabou. Nossa próxima atividade será o debate. Preparem as argumentações favoráveis e contrárias como programamos. Até a próxima aula e uma boa tarde a todos vocês.

Observações após a aula:

Alguns alunos nos acompanham ao sair da sala para dizer que não são nem totalmente contra, nem totalmente favoráveis, mas que esses assuntos mexeram com a cabeça deles. Queriam dizer que estavam gostando da discussão e que aprenderam coisas que não sabiam antes, só não relataram quais foram. Estavam envolvidos com a polêmica. Assumiam certo mal-estar, contraposições que denominamos conflitos. Não era possível ignorar a tensão instalada sobre: a vida, o ser humano, a leitura de mundo que tinham e os princípios de vida que determinavam suas posturas. Os alunos nos entregaram um relatório no final da aula, que foi por nós transcritos e analisados posteriormente. Terminamos a aula às 14: 33h.

RELATÓRIO DE AULA

Turma B

Data: 16/06/05 Horário: 18:40 – 20:20h (2 h/a)

Tema: Clonagem

Observações Iniciais: Hoje são dois horários consecutivos de Biologia. A aula só iniciou Às 18:50h porque a maioria dos alunos não chegaram no horário certo, 18:40h. Havíamos distribuído a sala em grupos para viabilizar a discussão de alguns textos que polemizavam o episódio da Clonagem. Entre os textos, os alunos escolheram 4 textos para embasar a discussão: "De volta à clonagem" (Folha de São Paulo, 2001); "Clonando um Ser Humano" (Folha de São Paulo, 2001); "Da vida sem a participação masculina" (Folha de São Paulo, 2001) e "Clonagem Humana: conhecer para opinar" (Mayana Zatz, Especial Folha OnLine, 2002). A discussão para essa aula tem a seguinte questão: "Por que tanta preocupação com a Clonagem?". Os alunos foram colocados em círculo.

Professora: Vamos começar a nossa discussão? Vocês escolheram alguns textos com motivos específicos. E é por eles que nós vamos iniciar. (Os alunos conversavam entre si, mas pareciam um pouco tímidos, como se sentindo inseguros diante de algo estranho). O que foi? Não parecem muito animados? Ou estou enganada?

Aluno: Sabe o que é? Estamos com receio de falar coisas que não tenha nada a ver. Esses assuntos não são nada fáceis de compreender e nem de falar. Ainda mais que nós não estamos acostumados com esse tipo de discussão.

Professora: Bom momento para acostumar. E acreditem, é aqui, na escola, o melhor lugar para isso. Escola não é lugar para aprendizagem? Vamos ouvir e analisar. Podem falar, se for "bobagens" vamos procurar saber por que pensaram assim. E a partir daí construir um entendimento correto. Combinado? Vocês já leram e questionaram sobre o assunto. Agora, está na hora de compartilhar as idéias e confrontar com as opiniões dos autores dos textos divulgados.

Aluno: Mesmo porque eu... Ah, eu acho que está todo mundo aprendendo sobre o assunto da Clonagem e parece que tem mais perguntas do que respostas, não é professora? E deve ser por isso mesmo que tem tanta preocupação com a Clonagem Humana.

Professora: É verdade. Ainda temos muitas questões não esclarecidas. Têm outras que são inviáveis.

Aluno: Já faz um tempo que ouvi falar sobre a Clonagem. Acho que a primeira vez foi quando a Dolly nasceu (risos na sala). Aí, depois veio a novela das 8 (horas), O Clone, e depois o assunto pegou: filmes, revistas, jornais e muitas reportagens. Mas eu não pensava que um dia ia ter a oportunidade de discutir sobre isso. Até pensava que eram as autoridades que iriam resolver tudo (políticos, religiosos e cientistas).

Aluna: Mas essa questão precisa ser discutida por todos. A preocupação das autoridades é nossa também. Só que para gente falar, tem que aprender sobre o assunto. Se não tivéssemos lido, não tínhamos praticamente nada para falar.

Professora: Isso mesmo. É como nos aponta o texto de Mayana Zatz, escolhido por vocês: "Conhecer para opinar".

Aluno: Nós encontramos algumas dificuldades nas leituras porque não conhecemos o significado de muitas palavras científicas. Nós até assinalamos alguns termos para te perguntar professora: células somáticas, células germinativas, telômeros, DNA mitocondrial, diferenciação celular, sabe, essas coisas a gente não sabe. Têm outras, mas essas nós queríamos saber, ficamos meio perdidos. Depois você explica para nós? E por falar em DNA mitocondrial eu estava lembrando... Eu não gostava das mitocôndrias, nunca aprendi nada de mitocôndrias e agora senti vontade de aprender tudo o que não consegui sobre elas.

Professora: Que bom! Combinado. Logo em seguida, vamos conhecer cada um desses termos enumerados. Voltando agora à nossa questão. Podemos continuar?

Aluno: Creio que todas as preocupações se referem à possibilidade de clonar um ser humano. Porque parece que com bichos, plantas não têm importância não. Quando começamos a discutir, mesmo sem querer começamos a pensar, não tem jeito. A coisa complica é quando se fala em uma pessoa. Ficar copiando um ser humano... Não! Primeiro seria perfeição demais para a ciência, depois gente sem pai, sem mãe... Produção humana e não divina como a gente aprendeu. É... Porque o ato da fecundação é fantástico demais, parece sobrenatural.

Aluna: E também outra coisa preocupante, os direitos de um clone (da cópia), como fica? E se der uma produção defeituosa, o que fazer?

Aluno: Não, já tem gente demais. Naturalmente, a natalidade já é tão alta e ainda vai clonar? São tantos problemas naturais e esses cientistas ainda criam mais esse?

(Os alunos apresentavam-se ansiosos e queriam falar todos ao mesmo tempo, alguns querendo impor suas opiniões sobre as dos outros. Concebiam pensamentos conflitantes com relação à humanidade e o avanço tecnológico, sentiam-se preocupados, como se o problema viesse atingí-los.)

Professora: Pessoal, calma! Um de cada vez. Vamos organizar e esperar o colega terminar. Vamos ouvir o primeiro grupo que queria falar?

Aluna: Só de imaginar a hipótese de gerar um clone humano, seja um gênio ou um monstro, para nós significa a dissolução da identidade das pessoas. Um ato de violência à sua dignidade. É montar um indivíduo programado conforme os interesses de alguém, ou sei lá...

Professora: Certo. E por falar em dignidade, o que vocês entendem por dignidade da pessoa?

(Os alunos ficam por um tempo em silêncio. Dão alguns sorrisos e depois arriscam.)

Aluno: Eu não sei bem, mas imagino que seja o direito de ser respeitado, independente de qualquer coisa. Assim, em qualquer idade e ser protegido de modificações por mãos humanas, é isso mesmo?

Professora: Vou combinar com vocês o seguinte: cada grupo vai investigar e na próxima aula nós vamos compartilhar o que aprendemos ao invés de dizer para vocês agora, pode ser?

(Nesse momento, alguns deles mencionaram perguntar à professora de Português, outros, ao professor de Filosofia e outros que iam pesquisar na internet)

Aluno: Se meus avós ainda estivessem vivos, eles diriam que isso era o fim do mundo. (risos).

Aluna: É... A ciência, já trouxe muitos benefícios, mas trouxe muita coisa ruim também. No caso da criação da bomba atômica, veja que horror. E agora, essa Engenharia Genética, mexendo com o segredo da vida. Ao mesmo tempo em que encanta, possibilita uma melhoria da qualidade de vida, pelo menos é o que se fala. Mas... É muito complicado... Se falhar, se torna um desastre o resultado.

Aluno: Está indo longe demais, precisa de limites.

Professora: Como?

Aluno: Proibir esses experimentos com seres humanos e fazer só com os animais.

Professora: Ah, com os animais pode? Encher o planeta de ratos clonados, cachorros, baratas, isso não tem problema?

Aluno: Não, porque os bichos do mesmo jeito que pode criar, pode matar. Solta uma bomba aí e destrói todos de uma vez. Eles fazem parte de outro plano. Diferente dos seres humanos, que têm alma, consciência, sentimento, inteligência.

Professora: E as questões ambientais. Essa preocupação deve existir quando se fala em clonar os outros animais. Correto?

Aluno: É... Nós só pensamos no ser humano. Esquecemos do ambiente dele. Isso é verdade.

Aluna: Se esse avanço da ciência fosse utilizado apenas para salvar vidas, curando doenças, sem chegar a formar um adulto, não acho nada errado. Sem problemas.

(Os textos selecionados para embasar as discussões pareciam ignorados. Precisamos lembrá-los e insistir na questão inicial. Para certo direcionamento do objetivo da aula, utilizamos a leitura dos textos, e, solicitando aos alunos uma produção por escrito. Mas na verdade eles queriam mesmo era se pronunciarem de acordo com as suas leituras de mundo. Evidenciavam as tensões geradas pelo assunto. Nosso objetivo era que os textos abrissem espaços para que eles pudessem se expressar, e na verdade eles motivaram e permitiram a fluência das expressões.)

Alunos: Bom, nosso texto fala sobre a vida sem a participação masculina (Folha de São Paulo, 2001). E esse é um dos motivos das preocupações com a clonagem. Pensar que os espermatozóides já não seriam mais necessários para a reprodução humana e que, assim, as mulheres ganhariam o poder de fazer filhas (e somente filhas) com mulheres, ou até consigo mesmas. Isso por meio da clonagem. Assim... Não seriam filhas, não é? Ou então, filha teria que mudar de significado, seria uma cópia. Quando lemos e pensamos nisso, ficamos intrigados.

Aluna: E aí? Como será o mundo, a vida das pessoas diante dessa realidade? Como fica a criação dos seres humanos? O que a gente pode esperar no futuro? Isso tem que ser rigorosamente proibido.

Aluno: Creio que chegaríamos à destruição da humanidade pela ciência.

(O outro grupo se manifesta.)

Aluno: Nesse texto que nós temos aqui, aparecem questões que nos levam a refletir sobre colocar-se no lugar do outro. Quem vive a angústia de uma limitação, de uma perda, de um sofrimento e sabe que a ciência pode ajudar, é que pode avaliar melhor essas questões.

Professora: Qual o texto?

Aluno: Esse aqui. (Mostra o texto) Do doutor Drauzio Varella (Folha de São Paulo, 2001), "De volta a clonagem". Achamos muito bom. Quando lemos, esclareceu-nos muitos pontos: Não é justo proibir uma possibilidade sem avaliar os seus benefícios. Melhor dizendo, sem compreender realmente o que é. Sim... Porque falam em clonagem e clonar, mas muita gente nem sabe direito o que está falando. Nós mesmos não sabíamos.

Aluno: O motivo da preocupação é esse mistério da condição humana. Parece que não cabe à ciência interferir tanto no processo de criação do ser humano. Eu não gosto desse assunto. Para que tudo isso? Por que não deixa tudo do jeito que sempre foi?

(Os alunos estavam pensativos. A condição humana era o eixo da preocupação.)

Aluno: Deixem-nos falar sobre o nosso texto: "Clonando um ser humano" de Walter Ceneviva (Folha de São Paulo, 2001).

Professora: Podem falar. Silêncio pessoal! Vamos ouvir os colegas de vocês.

Aluno: Aqui, apresenta vários motivos de preocupação: O clone humano será humano ou produto industrial? Esse ser, será um ser normal? Vai chegar a se formar normal? Será um simples produto do qual serão retiradas peças (órgãos) para a recomposição de organismos doentes? Será como progresso puro da ciência ou utilizado para desenvolver esquemas de dominação de povos? E ainda mais: qual será sua identidade? Como se sentirá em relação à sua formação? E se resultar num monstro? O que se pode fazer? Afinal, é uma vida humana. E aí?

Aluna: O ser "humano" é complicado. Aí a gente começa a perguntar: o que significa essa particularidade? E porque ela é tão especial. A ciência parece lutar tanto em favor desse "ser humano". Mas isso de clonar uma pessoa não deve acontecer. Essa atribuição só compete a Deus, que tem o direito e o poder de criação.

Professora: São essas as razões de tanta preocupação? Vejo que a dignidade humana perpassa por todas elas, não é? Vamos apressar um pouco e ouvir o grupo que está com a reportagem "Conhecer para opinar".

Aluno: A gente lê alguma coisa e pensa de um jeito, depois lê outra e começa a pensar diferente. Já não sabemos mais o que uma coisa ou outra. Aqui, mostra para nós as possibilidades que a ciência tem de desvendar os fenômenos da vida. A clonagem da ovelha Dolly foi justamente a descoberta de que uma célula somática de mamífero, já diferenciada, poderia ser manipulada e voltar ao estágio inicial, tornando-se totipotente. Com isso a ciência conseguiu realizar o feito surpreendente que resultou na Dolly. No caso da clonagem humana, a proposta seria retirar o núcleo de uma célula somática, que teoricamente poderia ser de qualquer tecido de uma criança ou adulto, inserir esse núcleo em um óvulo e implantá-lo em um útero, que funcionaria como uma barriga de aluguel. Se esse óvulo se desenvolver, teremos um novo ser com as mesmas características físicas da criança ou adulto de quem foi retirada a célula somática. Seria como um gêmeo idêntico, nascido posteriormente. Daí a gente vê que as coisas não são tão assustadoras assim e pensando na clonagem terapêutica, não tem como condenar. Que mal tem? Só que as pessoas não conhecem quase nada do assunto.

Professora: Então, a partir do conhecimento vocês mudam a posição?

Aluna: É. Tem muita coisa que a gente esclarece e aí passa a ter certeza de que estava enganado. Agora têm outras que, quanto mais conhecemos, mais rejeitamos. Professora? Eu não consegui entender direito esse negocio da célula somática já diferenciada... Depois você me explica?

Professora: Explico sim. Na próxima aula o nosso estudo será sobre as células-tronco, que está relacionada com a clonagem terapêutica. Será oportuno para compreender o que vem a ser a célula somática. Fica combinado assim?
Alunos: Combinado.
Professora: Nosso tempo acabou. Boa Noite a todos. Até a próxima aula.

Observações após a aula:
Alunos nos acompanham até o corredor perguntando sobre alguns conceitos e outros conhecimentos relacionados ao assunto. Não distinguiam Engenharia Genética de Biotecnologia, Transgênicos e Terapia Gênica, animais clonados e animais transgênicos. Durante a aula, ocorreram muitos comentários paralelos. Como tínhamos planejado o método do diálogo, os alunos emitiam opiniões e rebatiam os pontos de vista uns dos outros. Não foi possível ouvir tudo o que falava. Observamos a tendência em dirigir as discussões de acordo com a visão de mundo construída sob a influência familiar, religiosa, cultural. Os valores fruíam instantaneamente diante das polêmicas. O número de alunos presente era 31. Encerramos a aula às 20:21h.

RELATÓRIO DE AULA

Turma B

Data: 01/07/05 Horário: 21:10 – 22:40h (2 h/a)

Tema: Células-Tronco

Observações Iniciais: Hoje teríamos apenas um horário. Programamos um seminário, distribuímos alguns subtemas antecipadamente para que os alunos se preparassem. Em acordo com o professor de Química, vamos utilizar o quinto horário também. Fizemos uma troca para não interromper a discussão do assunto, considerando um horário insuficiente. Os alunos tinham preparado alguns cartazes e estavam entusiasmados com a apresentação. Em aula anterior queriam discutir sobre um artigo "Entre a prudência e o sonho" de Telma Birchal, por isso tiramos dez minutos para comentar sobre este. Em seguida, iniciamos o assunto das células-tronco.

Professora: Coloquem as carteiras em círculo. Lembram do que comentamos sobre o seminário? Cada representante do grupo vai falar. Depois, vamos explorar o assunto, fazer crescer o que foi semeado, certo? Os subtemas foram: "A polêmica sobre as células-tronco"; "Células-tronco e as questões éticas"; "O interesse pelas células-tronco" e "Verdade sobre as células-tronco".

(Começaram a apresentação. Havia certo embaraço em articular os conhecimentos científicos com as suas opiniões. A manipulação das células-tronco evocava ao mesmo tempo a preocupação com a condição humana e a de buscar o bem maior para a mesma vida. Pensar na possibilidade de tratamento para muitas doenças era justo, e aceitável. A possibilidade de falhas, uso indevido e a desigualdade na sociedade intrigavam os pensamentos.)

Alunos: (Primeiro Grupo) A polêmica gira apenas em torno das células-tronco embrionárias. Pelo menos é o que deu para entender. São elas as que se mostram mais eficazes na formação de qualquer tecido do corpo. Esta é a razão pela qual os cientistas desejam tanto pesquisar essas células. Agora, o problema é que, para extrair as células-tronco, o embrião é destruído, assim nos informa Medeiros (Folha On-line, 2004). Acontece que esse embrião que parece não ser ainda gente, precisa ser tratado como gente. Daí parece que não tem um acordo.

Aluna: (Segundo Grupo) As células-tronco embrionárias são derivadas de um embrião nos estágios iniciais do desenvolvimento. Nos primeiros 5 dias desse processo, as células ainda não se diferenciaram. Por isso, têm o potencial de se transformarem em células sanguíneas, musculares, da pele, secretoras de insulina, neurônios etc. A esperança é que elas tenham um

grande potencial terapêutico, só que são células derivadas de embriões. De embriões excedentes de fertilização *in vitro*. Tais embriões, normalmente descartados com o consentimento do casal. São destruídos para extração das células-tronco embrionárias. Para algumas pessoas, isso significa destruir uma vida, o que seria inaceitável, de acordo com o pensamento religioso e de outros seguimentos. Isso é o que nos informa todos os artigos e outras reportagens que tratam do assunto. Como essa aqui, *Scientific American* (abr. 1999 e nov. 2000).

Aluna: (Terceiro Grupo) "O interesse pelas células-tronco", nesse artigo aqui tem uma pergunta interessante: Antes de qualquer coisa, há de se perguntar: a quem interessa uma política pública de pesquisas com células-tronco no Brasil e no mundo? Sabemos que interessa a muita gente. Apenas em nosso país há milhões de pessoas com cardiopatias que, invariavelmente evoluem para algum tipo de problema cardíaco, isso significa gente para aumentar a fila de espera de um transplante. Há, ainda, a esperança de outras possibilidades terapêuticas. Por que não pensar no sofrimento do outro? Avaliar a questão e encontrar um "meio justo" que não venha ferir os princípios da humanidade, violando o direito do "ser" indefeso, no caso o embrião, se é considerado um ser. Agora... Qual é o padrão para o reconhecimento de uma nova vida? Em que estágio de formação ocorre a identidade humana? Uma célula-ovo exige todo o respeito devido ao ser humano em sua totalidade corporal e espiritual? São perguntas difíceis demais, acho que ninguém tem resposta. Recentemente, o Procurador-Geral da República, Cláudio Fonteles, entrou com uma ação direta de inconstitucionalidade (Adin) contra a lei de Biossegurança, que, aprovada recentemente no Congresso Nacional, permite a manipulação de embriões humanos para investigação cientifica. Fez isso sob as bases irrepreensíveis de uma ética jurídica particular, que resvala no conceito religioso de que, sendo o embrião uma vida em andamento, não caberia a outrem a decisão sobre seu destino. Saiu aqui na Folha de São Paulo, e agora? É um só decidindo por todos... E nós? A humanidade se vê entre a "cruz e o punhal".

Aluno: (Quarto Grupo) Tanto entusiasmo com a promessa das células-tronco, mas parece que ainda é cedo para saber se são mesmo milagrosas. Também o uso de embriões como fonte dessas células criam dilemas imediatos, assim como a geração de clones, de acordo com o artigo que lemos (ciênciaemdia.zip. net). A novela "O Clone" nos deu uma noção do quanto essas novidades acarretam transtornos à vida da humanidade; família e meio social. A gente observou tudo isso. Todos aqui assistiram à novela "O Clone", ou não? (Os alunos em unanimidade assumiram que haviam seguido capítulo por capítulo e faziam comentários).

Aluno: Tem muitos problemas essa questão da clonagem humana. Tudo o que se refere à intromissão no segredo da vida humana provoca transtornos, assim... Medo e rejeição. Tem coisas que não é direito fazer. Mas agora, pelo menos parece que a humanidade tem a oportunidade de discutir, avaliar e opor. Só que para isso tem que entender, pois... Ficar falando coisas que não tenha nada a ver também não adianta nada.

(Os alunos polemizavam em torno das implicações éticas do assunto. O conhecimento científico e tecnológico era buscado como subsídios para desvelar as suas preocupações. Discutiam, refletiam e assumiam a responsabilidade de encontrar soluções. Nessa busca construíam problemas de relevância ao processo ensino-aprendizagem e formação ética.)

Aluno: Mas nem sempre a humanidade tem direito de participar. Tem muitas decisões que não são nada democráticas, isso é verdade.

Aluna: É, mas talvez seja pela própria falta de conhecimento. Parece que quando a gente discute, assim como estamos fazendo aqui na escola, enxerga muita coisa. Inclusive o direito que todos temos de tomar parte nas decisões que envolvem não só a política, mas essas coisas da ciência também.

Aluna: Deixa-me falar? O que eu acho é que tem tanta coisa para resolver no mundo e ainda ficam inventando mais confusão. Pense nisso! Desde que surgiu essa tal ovelha (Dolly), virou pura discussão em torno disso. Eu não sei onde vão parar. Confunde a cabeça de todo mundo. É a religião, a política, a sociedade e a ciência... Todos discutindo e a gente ficando cada vez mais confusa. É como se tivesse que desfazer de todos os princípios que aprendemos até agora e construíssem outros.

Professora: E avaliando todos esses princípios que vocês estão referindo, o que acham? São realmente válidos?

Aluna: Para mim sim. Não é o que a ciência está conseguindo que muda os meus valores. Até pelo contrário, passei a afirmar e a construir outros em função dela.

Aluno: Sei que muita gente não concorda, mas penso muito no bem maior e determino as minhas escolhas por ele. Se existe uma possibilidade, existem discussões que não chegam a lugar nenhum... Então porque não permitir aquilo que pode ser bom?

Professora: Explica melhor?

Aluno: Não! Acontece que fica nessa aí... Embrião é vida? Deve ser respeitado como uma pessoa? Que espécie de ser é aquele amontoado de células? Não existe um consenso. Não é verdade? Existem vidas sofrendo. Doenças que poderiam ser tratadas. Então, porque não pensar nessas pessoas? Isso não seria o mais justo?

(Os alunos conversam entre si e falam em direito de viver, de ser respeitado, de não usar um embrião como se fosse um objeto. Alguns mencionam que se o embrião fosse originado deles não permitiriam.)

Aluna: Isso não seria falta de ética?

Professora: Bom, o que vocês entendem por ética?

Aluno: Ah, é difícil explicar. Eu sempre ouvia os outros falando em ética. Agora, em vários textos que lemos fala-se em ética, código de ética... (risos), mas saber mesmo o que ética, acho que na sala ninguém sabe.

Aluna: Eu acho que é agir de modo correto. Pensar no outro... Respeito... É mais ou menos isso. Onde é que a gente aprende ética?

Professora: Aqui, na escola é lugar privilegiado para isso. Na próxima aula vamos falar sobre ética. Esclarecer alguns pontos importantes. Vocês querem? (Os alunos manifestam o interesse pela ética, que estava tão presente nas suas discussões como nas leituras que faziam e que os intrigavam sem o verdadeiro entendimento.) Se vocês encontrarem algum texto sobre ética pode trazer. Já deu o sinal e nossa aula terminou. Continuamos depois, tudo bem? Boa noite e até a próxima semana.

Observação após a aula:

A aula de hoje foi meio confusa. Os alunos tinham feito algumas anotações, mas nem todos apresentaram, pareciam conduzir a discussão por outro caminho. A produção da vida humana no laboratório provocava conflitos de idéias e abalava princípios religiosos, familiares e sociais. Apareceu certo mal estar provocado pelos avanços tecno-científicos. Em muitos momentos os alunos não sabiam lidar com as tensões geradas. Desenvolviam mecanismos diversos: desde a rejeição até a construção de princípios que consideravam válidos. A dinâmica proposta, seminário, teve desempenho tímido. Leram parte dos textos que tinham em mãos, identificando as fontes. Os aspectos sociais e éticos se sobrepunham ao interesse pelo conhecimento científico e tecnológico. Encerramos a aula às 22:36. Tinham 29 alunos presentes. Estavam preocupados com o horário do ônibus de voltar para casa.

ANEXO 3

CONTEÚDO DE ENSINO

Conteúdos do Planejamento Curricular de Biologia (2º Bimestre – 2005)	**Conteúdos Desenvolvidos em Sala de Aula (2º Bimestre – 2005)**
1. Processos de reprodução celular: - Multiplicação celular.	1. Reprodução celular: - Núcleo e divisão celular; - Mitose e meiose.
2. DNA: material da hereditariedade: - DNA e o código genético.	2. Conhecendo o DNA: - A descoberta do DNA; - A estrutura da molécula do DNA; - Informações contidas no DNA; - O projeto genoma.
3. Reprodução assexuada, sexuada e a variabilidade genética.	3. Reprodução assexuada, sexuada e a variabilidade genética.
4. Reprodução humana.	4. Reprodução humana: - Questões polêmicas.
5. Tecnologias na genética: - Clonagem; - Terapia gênica; - Transgênicos.	5. Biotecnologia e Engenharia Genética. - Cultura de tecidos; - Fertilização *in vitro*; - Clonagem; - Terapia gênica.

Observação: Procuramos conciliar o conteúdo do planejamento curricular de Biologia com a temática do Projeto Pedagógico.

ANEXO 4

PROJETO PEDAGÓGICO

Temática: O Ensino de Temas Polêmicos em Aulas de Biologia: Clonagem e Células-Tronco

Objetivo Geral: Propor e testar junto aos alunos do Ensino Médio uma programação de estudo voltada para as questões polêmicas da clonagem e células-tronco.

Objetivos Específicos:

- Verificar a construção de valores e posturas assumidas pelos alunos a partir de temas polêmicos da Biologia Contemporânea.
- Identificar possibilidades e desafios pedagógicos no desvelar das polêmicas.
- Analisar a contribuição de uma prática pedagógica diferenciada para o processo ensino-aprendizagem e a formação ética do aluno.

Justificativa:

Temas como "clonagem" e "células-tronco" estão nos jornais, na TV, nas discussões políticas, religiosas e científicas. Estão também na sala de aula, nos livros didáticos, no programa de Biologia. O que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? São questões que desafiam os educadores no momento atual.

Consideramos que, apenas por meio da compreensão das manifestações dos alunos as ações docentes poderiam ser pensadas, discutidas e finalmente implementadas.

Processo de gestão do Projeto:

- Problema;
- Planejamento de ações;
- Programação;
- Execução;
- Monitoramento.

Ações:

- Apresentação: exposição oral pela professora.
- Questionário: Conte o que você sabe.
- Organização de grupos para estudo e discussão.

- Coleta e seleção de informações sobre o tema.
- Leitura e discussão: textos selecionados pelos grupos.
- Exposição oral pela professora, utilizando figuras e o diálogo com os alunos.
- Debate: Clonagem: Defesa X oposição e Células-tronco: benefícios X riscos
- Vídeo: confrontando as posturas (alunos assistem momentos das discussões feitas por eles).

Observação: Essa prática pedagógica foi o meio utilizado para o processo de observação na coleta dos dados.

ANEXO 5

Questões da Entrevista Coletiva

1.Qual é a opinião de vocês, hoje, com relação à Engenharia genética?

2.A esperança é que a técnica venha auxiliar na melhoria da qualidade de vida, no tratamento de doenças?

3.Quais as implicações mais diretas dessas novas tecnologias na vida das pessoas?

4.Qual a relevância das discussões desses assuntos para vocês?

5.Se fosse para vocês apontarem um fator que justificasse a limitação da clonagem humana e o uso das células-tronco, qual seria o fator levantado?

5.Pensar no bem do outro, na possibilidade de melhorar a qualidade de vida das pessoas, considerar a condição de "ser humano". Seriam esses os princípios adotados para a permissão e a liberação de recursos para a continuidade de pesquisas sobre a clonagem e células-tronco?

6.Entender a ciência e a religião, ou conciliar as duas, fica difícil?

7.Até o momento, a experiência com a clonagem humana é proibida. Vocês acham que a legislação prejudica o desenvolvimento da ciência? Como vocês avaliam as decisões das autoridades? Acham que eles têm competência para isso?

8.No estudo feito, o que mais chamou a atenção de vocês, o conhecimento científico ou a polêmica gerada pelas questões éticas que envolvem a clonagem humana e o uso de células embrionárias?

ANEXO 6

Quadro 01: Levantamento de Situação representativa de Conflitos ao Abordar os Temas Clonagem e Células-Tronco

Parâmetros	Indicadores	Descrição
Conflitos	Filosóficos	A polêmica em torno dos assuntos Clonagem e Células-Tronco provocam uma tensão que se sustenta ao longo do estudo proposto. As expressões: fabricar uma vida, invadir uma concepção de um ser humano, o entendimento da questão vida e condição humana geram preocupação e levanta problemas de relevância traduzidos como de natureza filosófica. • *Quando começa a vida afina?* • *A clonagem parece uma interferência atrevida da ciência e da tecnologia, excluindo o processo natural da fecundação.* • *O "ser humano", essa situação é que faz toda a diferença!* • *Observei várias vezes a ilustração de um embrião. Pensei no que ele representa. Ah! Um embrião já é um ser em formação. Daí...* • *Fiquei encantada com a potencialidade das células-tronco. Mas não consigo aceitar a idéia de destruir o embrião para utilizar essas células.* • *As células-tronco são apenas células. O embrião não tem forma humana ainda. É um material biológico que pode ajudar muitas vidas já formadas completamente. Então...*
	Tecnocientíficos	Ao se defrontarem com o fato bruto, porque inesperado, da possibilidade da Clonagem Humana e do uso das Células-Tronco, como uma façanha que não faz parte da ordem natural da vida humana, surgem dilemas que realçam incertezas, dúvidas e valores. Os alunos responsabilizam a ciência e a tecnologia por situações desagradáveis ao longo da história da humanidade, ao mesmo tempo em que reconhecem e abraçam os seus benefícios. • *O entusiasmo em torno das possibilidades da ciência e da tecnologia não pode apagar as suas conseqüências desagradáveis ao longo da história.* • *Gêmeos verdadeiros são clones naturais. Aí tudo bem. Mas produzir clones por métodos artificiais, usando a tecnologia, assim, de maneira forçada, não.* • *O pior é que a vida do ser humano se torna um produto tecnocientífico, e, produzido conforme as encomendas.* • *É complicado, mas de certo modo a ciência e a tecnologia já interferem na vida humana de muitas maneiras, modificando a gosto ou a contragosto. Agora vai interferir no mistério da vida, onde isso vai chegar eu não quero nem pensar.* • *Com a tecnologia foi possível conhecer como funciona o organismo dos seres vivos. Então, porque não imitar a natureza? Isso provoca certo medo, pois observando uma célula a gente vê como é uma unidade complexa, parece responsabilidade demais para a ciência e a tecnologia. Ah... Não sei o que deve ser feito.*

Quadro 02: Levantamento de Situação representativa de Princípios Éticos ao Abordar os Temas Clonagem e Células-Tronco

Parâmetros	Indicadores	Descrição
Princípios Éticos	Respeito	Para lidar com a problemática, os alunos elaboram soluções de acordo com os pilares da ética constituídos pelo respeito, que deve pautar as atitudes de todos com relação à clonagem e células-tronco. • *Pensado bem, a clonagem humana e a manipulação de células-tronco embrionárias é um desrespeito à dignidade do ser humano.* • *Preservar o processo natural de fecundação é uma questão de respeito para com a vida humana.*
	Justiça	Como forma de intervenção na situação, os alunos apontam a dimensão legal da justiça e estabelecem dois critérios essenciais para se pensar nesse princípio: igualdade e eqüidade. • *Quem terá acesso às possíveis vantagens? Somente os ricos.O que não é justo.* • *Não é certo invadir o direito dos seres humanos. Parece um crime contra a natureza.*
	Solidariedade	Os alunos numa atitude de avaliação frente às polêmicas desenvolvem atitude solidária, compreendendo a ação de ajudar o outro. Evocam a alteridade. • *É preciso pensar no sofrimento das pessoas como se fosse nosso!* • *Ah... Quando pensamos no embrião, um ser humano em projeção parece inaceitável, a gente toma o lugar dele.*
	Diálogo	O dilema enfrentado pelos alunos diante do conhecimento desafia a comunicação estabelecendo o diálogo aluno-aluno e aluno-professora. Nessa forma de ação, revelam a apropriação do conhecimento e construção de valores. Exemplo: os avanços da ciência representam vantagens, mas não podem passar por cima dos princípios humanos. • *Sempre tive vontade de falar sobre os assuntos estudados na sala de aula. É muito bom quando a gente troca idéias ouve as dúvidas do colega.* • *Agora vejo que a Biologia está muito ligada a questões da religião e da ética. Penso que a escola devia trabalhar essas questões com os alunos.*