

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE CIÊNCIAS BASEADA
NA EPISTEMOLOGIA DE PAUL FEYERABEND E NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO.**

Ludmila Olandim de Souza

Belo Horizonte
2013

Ludmila Olandim de Souza

**ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE CIÊNCIAS BASEADA
NA EPISTEMOLOGIA DE PAUL FEYERABEND E NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Lídia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira

Coorientadora:

Prof. Dr. Fernando Costa Amaral

Belo Horizonte

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S729e Souza, Ludmila Olandim de
Elaboração de uma metodologia de ensino de ciências baseada na
epistemologia de Paul Feyerabend e no ensino por investigação / Ludmila
Olandim de Souza. Belo Horizonte, 2013.
74 f.: il.

Orientadora: Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de Oliveira
Coorientador: Fernando Costa Amaral
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Feyerabend, Paul K., 1924-1994 - Crítica e interpretação. 2. Ensino-aprendizagem. 3. Pluralismo - Método de estudo. 4. Prática de ensino. 5. Ciência – Filosofia. I. Oliveira, Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de. II. Amaral, Fernando Costa. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. IV. Título.

CDU: 501

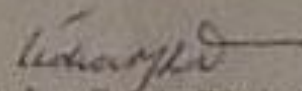

PUC Minas

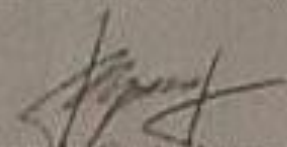
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

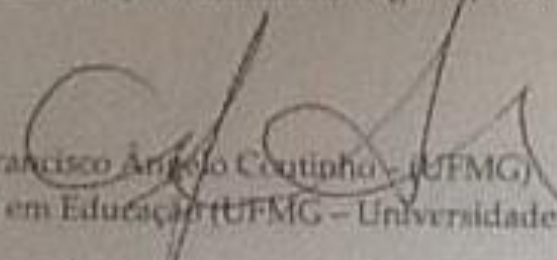
FOLHA DE APROVAÇÃO

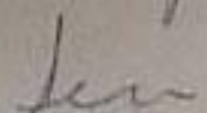
LUDMILA OLANDIM DE SOUZA

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:


Prof.^a Dr.^a Lidia Maria Luz Paesão Ribeiro de Oliveira – Orientadora – (PUC Minas)
Doutorado em História, Filosofia e Educação – (UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas)


Prof. Dr. Fernando Costa Amaral – Co-orientador – (PUC Minas)
Doutorado em Bioquímica e Imunologia – (UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais)


Prof. Dr. Francisco Angelo Coutinho – (UFMG)
Doutorado em Educação – (UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais)


Prof. Dr. Amauri Carlos Ferreira – (PUC Minas)
Doutorado em Ciências da Religião – (Universidade Metodista de São Paulo)

Belo Horizonte, 04 de dezembro de 2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, marido e alunos.
À tão querida e saudosa Escola da Serra.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, deixo registrada minha gratidão, especialmente:

Ao meu marido, Nelson, pela paciência nos meus momentos de crise e por sempre caminhar ao meu lado.

Ao meu pai, René, pelo constante incentivo e exemplo de educador.

À minha orientadora, Lídia, que me acolheu e orientou em um momento muito delicado.

Ao meu coorientador, Fernando, pelas inesquecíveis aulas e dicas ao longo deste percurso.

À Escola da Serra.

Aos meus colegas de classe, pela rica troca de experiências.

EPÍGRAFE

O ensino deve ser baseado na curiosidade e não no comando, o 'professor' é convidado a promover essa curiosidade, a não confiar em apenas um único método. A espontaneidade reina suprema, no pensamento (percepção) como também na ação.

Paul Feyerabend

RESUMO

O desenvolvimento de estratégias para o ensino de ciências inspiradas na filosofia da ciência é objeto de vários estudos na área de ensino de ciências. Partindo desse pressuposto, esta pesquisa estrutura uma estratégia para o ensino de ciências por investigação baseada no pluralismo metodológico de Paul Feyerabend. Utilizando os princípios de incomensurabilidade, anarquismo epistemológico e pluralismo metodológico, tem-se a intenção de preparar um aluno para que ele seja o principal responsável pela própria formação, e para que tome decisões socialmente responsáveis.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Ensino por investigação. Paul Feyerabend. Estratégia de ensino. Pluralismo metodológico.

ABSTRACT

The development of strategies for teaching science-inspired philosophy of science is the subject of several studies in the field of science education. Under this assumption, this research strategy framework for teaching science through research based on methodological pluralism of Paul Feyerabend. Using the principles of incommensurability, epistemological anarchism and methodological pluralism, has the intention to prepare a student to be primarily responsible for their own training and to make socially responsible decisions.

Keywords: Science education. Teaching for research. Paul Feyerabend. Teaching strategy. Methodological pluralism.

LISTA DE SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

PBL – *Problem-Based Learning*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	15
2.1 Pluralidade Epistemológica e Princípio de Incomensurabilidade de Paul Feyerabend	15
2.2 Ensino por Investigação.....	19
3 OBJETIVOS	23
4 A ESTRATÉGIA DE ENSINO FEYERABENDIANA APLICADA AO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	24
4.1 Pesquisa Quantitativa e Qualitativa	24
4.2 Sujeitos da Pesquisa	24
4.3 A Estratégia de Ensino Feyerabendiana	26
4.4 Aplicação da Estratégia de Ensino Feyerabendiana	29
5 UNIDADE DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SOBRE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS.....	31
6 GUIA INFORMATIVO E EDUCATIVO SOBRE A UNIDADE DIDÁTICA PARA O PROFESSOR.....	35
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NOS DOIS GRUPOS	60
ANEXO A – REPORTAGEM 1: QUANDO COMEÇA A VIDA.....	62
ANEXO B – REPORTAGEM 2: ENTREVISTA EXCLUSIVA/JAMES EDGAR TILL ..	64
ANEXO C – REPORTAGEM 3: Aborto é assassinato? Quando, afinal, começa a vida humana?	66
ANEXO D – REPORTAGEM 4: AS CÉLULAS-TRONCO	73

1 INTRODUÇÃO

As filosofias da ciência têm implicações pedagógicas que podem trazer reflexos importantes nos procedimentos de ensino de ciências. Segundo Terra (2002, p.209), no ano de 1996 o Caderno Catarinense de Ensino de Física publicou um número especialmente para os principais filósofos da ciência, apresentando um resumo das ideias de nomes como Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Bachelard. A publicação também discutiu as implicações do pensamento de cada um deles no ensino de ciências, mas, curiosamente, Feyerabend não foi citado neste quesito: o ensino das ciências. Então, Terra (2002) deixa a pergunta: “Por quê? Não teria o anarquismo epistemológico nada a contribuir para o ensino de ciências?”.

Paul Feyerabend (1924 – 1994) é um filósofo da ciência muito citado, mas incompreendido por grande parte de seus leitores. A leitura e a interpretação superficial e fragmentada de suas obras contribuíram para a construção da imagem de um filósofo que é contra a ciência. Um artigo publicado na revista *Nature* exemplifica essa visão negativa ao qualificar Feyerabend como “o mais perigoso inimigo da ciência”. (THEOCHARIS; PSIMOPOULOS, 1987, p.596).

As implicações pedagógicas da filosofia de Feyerabend são também pouco exploradas e muitas vezes limitadas ao anarquismo epistemológico e à pluralidade metodológica, sendo sua incomensurabilidade completamente esquecida. Tal fato abre caminho para uma longa e complexa discussão sobre a influência dos princípios de Paul Feyerabend no ensino de ciências.

O presente trabalho, inspirado na filosofia de Paul Feyerabend, tem a intenção de elaborar uma estratégia para o ensino de ciências, procurando complementar as pesquisas anteriores – de Terra (2002), Laburú, Arruda e Nardi (2003); Laburú e Carvalho (2005) – por meio da introdução da incomensurabilidade de Feyerabend e da metodologia de ensino por investigação.

Ressalta-se que as ideias de Paul Feyerabend nunca estiveram tão atuais como hoje, apesar de pouco exploradas. Elas vão ao encontro das novas tendências do ensino de ciências, cujo processo de ensino-aprendizagem é altamente complexo, mutável no tempo, caracterizado pela presença de múltiplos saberes. Para Feyerabend, a ciência progrediu no passado e continua progredindo na atualidade porque o cientista é um pluralista e não um seguidor de regras.

Segundo FILHO (1995, p.113), “as regras são convenções do jogo da ciência. As regras metodológicas fornecem critérios para a avaliação dos procedimentos científicos. Uma regra não é verdadeira ou falsa”.

Kunh chama de valores as regras metodológicas e admite a existência de regras para avaliar teorias científicas. Já Feyerabend acredita que não há nenhuma regra capaz de orientar a avaliação de teorias científicas, isto é, capaz de restringir a escolha de teorias. (MAZZOTI; GEWANDSZNAJDER, 1998, p.39).

Acredita-se que esse princípio da ausência de regras deve ser adotado no processo de ensino-aprendizagem, pois tal processo não pode se ater ao lado tradicional (não-construtivista) ou ao construtivista. O ideal é que haja uma reunião de tudo o que é produtivo e complementar em cada tipo de educação, adotando-se assim o pluralismo metodológico no processo ensino-aprendizagem.

O Quadro 1, extraído do livro *Construtivismo em sala de aula* (1997), sumariza algumas das principais diferenças visíveis entre os ambientes de aprendizagem tradicionais e os construtivistas. Porém, ressalta-se que esses ambientes de aprendizagem vão bem além dessas descrições.

CLASSES TRADICIONAIS	CLASSES CONSTRUTIVISTAS
• Currículo apresentado da parte para o todo, com ênfase nas aptidões básicas. • Estrita aderência ao currículo estabelecido é altamente valorizada. • Atividades curriculares contam fundamentalmente com livros-textos e cadernos de exercícios. • Estudantes são vistos como “<i>tabula rasa</i>” nas quais as informações são gravadas pelo professor. • Os professores agem de uma maneira didática, transmitindo informações para os alunos. • Os professores buscam as respostas corretas para validar a aprendizagem	• Currículo apresentado do todo para a parte, com ênfase nos grandes conceitos. • Busca das perguntas dos alunos é altamente valorizada. • Atividades curriculares baseadas em fontes primárias de dados e materiais manipulativos. • Os alunos são vistos como pensadores com teorias emergentes sobre o mundo. • Os professores geralmente agem de uma maneira interativa, sendo mediadores entre o ambiente e os alunos. • Os professores procuram o ponto de

do aluno. • A avaliação do aprendizado é vista separada do ensino e ocorre quase inteiramente através de testes. • Os estudantes, a princípio, trabalham individualmente.	vista dos alunos para entender suas concepções atuais visando usá-las nas lições subseqüentes. • A avaliação do aprendizado do estudante é entrelaçada com o ensino e processo e ocorre através de observações feitas pelo professor ao aluno durante o trabalho e pelas apresentações trabalhos. • Os estudantes, a princípio, trabalham em grupos.
---	--

Quadro 1: Um olhar nos ambientes escolares
Fonte: BROOKS, 1997, p.31

Os professores devem se sentir estimulados a ultrapassarem a concepção de uma verdade pedagógica autoritária como fórmula universal. O professor pluralista não se recusa a experimentar outro método, pois a sua meta e o seu compromisso referem-se à aprendizagem dos alunos e não a uma fidelidade pedagógica.

Feyerabend (1989, p.187) afirma que “o ensino deve ser baseado na curiosidade e não no comando” e que “o ‘professor’ é convidado a promover essa curiosidade, a não confiar em apenas um único método”. Para o filósofo, a espontaneidade deve reinar no pensamento e também na ação.

A inspiração da abordagem pluralista pode ser atribuída diretamente às ideias do filósofo Feyerabend, que declara:

Meu objetivo não é o de substituir um conjunto de regras por outro do mesmo tipo: meu objetivo é, antes, o de convencer o leitor de que todas as metodologias, inclusive as mais óbvias, têm limitações. A melhor maneira de concretizar tal propósito é apontar esses limites e a irracionalidade de algumas regras que alguém possa inclinar-se a considerar fundamentais. (FEYERABEND, 1989, p. 43).

Laburú, Arruda e Nardi (2003) destacam a importância da adoção de um ensino pluralista ao afirmarem que “em virtude da complexidade das variáveis envolvidas numa sala de aula, o mecanismo de ensino-aprendizagem é capaz de ser convenientemente equacionado quando uma prática instrucional pluralista estiver em jogo”.

Feyerabend enfatiza um modelo pedagógico embasado no pluralismo metodológico, sendo capaz de fazer com que os professores em formação e os estudantes experimentem, na prática, múltiplas abordagens, não se detendo apenas ao ensino tradicional, que possibilita o aprendizado de alguns, mas não necessariamente de um todo da sala de aula.

É importante atentar para as diferenças individuais dos alunos quanto ao estilo de aprendizagem e à motivação para aprender. Neste sentido, utilizar a pluralidade metodológica na prática educativa contribui para uma educação menos excludente e mais integradora.

Carvalho (2005) menciona algumas estratégias que podem contribuir, de uma forma ou de outra, para a proposta pluralista em sala de aula:

[...] favorecer leituras, investigações, questionamentos, gerar conflitos cognitivos utilizando contradições empíricas e conceituais em nível individual ou, na esfera coletiva, controvérsias entre oposições discrepantes ou antagônicas; incentivar o enfrentamento de problemas, a discussão, os debates de idéias polarizadas e em conjunção com a elaboração de argumentos e justificações de si mesmas; propiciar o levantamento e o teste de hipóteses, a análise e a síntese, fazer uso do recurso de analogias, mapas ou redes conceituais, experimentos mentais, estudo em grupo; estabelecer momentos para que sejam transmitidas informações que precisam ser memorizadas, ordenadas, estruturadas e organizadas através de aulas expositivas, de vídeos, de textos; favorecer atividades manipulativas, de exploração de observação; estar atento ao nível lógico e cognitivo do aprendiz, levando em consideração as suas representações etc. (CARVALHO, 2005, p.90).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

2.1 Pluralidade Epistemológica e Princípio de Incomensurabilidade de Paul Feyerabend

A educação científica que, sob a égide dos métodos empiristas, inculcaria nos pesquisadores um conjunto de regras de “boa conduta”, universais e atemporais. Para Feyerabend, pela maneira com que os professores ensinam ciência, levam-na à uniformização, e “é possível, assim, criar uma tradição que se mantém una, ou intacta, graças à observância de regras estritas, e que, até certo ponto, alcança êxito.” Em busca de “objetividade” e de “racionalidade”, esta educação, na visão do autor, embotaria a imaginação, o senso de humor e as crenças pessoais dos jovens pesquisadores. Fabricaria clones em série, operários especializados, máquinas que pensam “bem”, padronizadores dos produtos de uma ciência que se transformou em indústria. Ainda que concorde que esta pedagogia, de certo modo, permita algum sucesso, questiona se é desejável sustentá-la, na medida em que os mecanismos que dela derivam conduziram à negação de todo senso crítico. Esta prática dogmática deveria, na visão do autor, ser “exorcizada”, pelo menos, por dois motivos básicos. Primeiro: em confronto com um mundo a explorar, complexo e desconhecido, nossos métodos podem, no máximo, nos permitir descobrir alguns fatos isolados, mas não os mistérios mais profundos da natureza. Segundo: o ensinamento por “castração” e massificação em nossas melhores escolas impede que se cultive um “individualismo” que favoreça o surgimento de seres humanos bem desenvolvidos. Portanto, o apoio à tradição, ao direito exclusivo dela de manipular o conhecimento e ter como consequência que todo resultado obtido por outros métodos seja prontamente eliminado, deve ser colocado em questão. A resposta que o autor dá para esta questão é “um firme e vibrante não”. Não se deveria apoiar esta tradição, na medida em que, na sua concepção, ela não nos colocaria “abertos para as opções, sem restringi-las de antemão, [...] não pode ser conciliada com uma atitude humanista”. A possibilidade de se descobrir os mistérios da natureza exigiria, assim, a rejeição de padrões universais e metodologias rígidas. (PINTO, 2007).

Feyerabend foi um filósofo extremamente provocador e desempenhou um papel importante na história da epistemologia. Os leitores que pouco conhecem sua obra ficam presos apenas ao anarquismo epistemológico, que muitas vezes foi confundido com anarquismo político. Mas Regner apresenta uma síntese do currículo de Feyerabend, que ultrapassa essa ideia limitada que muitos têm sobre a importância desse filósofo:

Paul Karl Feyerabend é um dos críticos mais perspicazes das análises usualmente propostas, chamado em rodas mais fechadas de terrorista epistemológico e por alguns físicos, mais recentemente, de o pior inimigo da ciência, encabeçando uma lista em que são nomeados Karl Popper, Imre Lakatos e Thomas Kuhn (*Scientific American*, May/1993, p.16). Um inimigo, sem dúvida, altamente credenciado, pois é doutor em Física pela

Universidade de Viena e *doutor honoris causa* em Letras e Humanidades, pela Universidade de Chicago, e, além de profundo conhecedor de teatro, foi assistente de Berthold Brecht. Trata-se de um profundo conhecedor de Filosofia, com um pensamento forjado pelo debate com grupos certamente qualificados na área – como o da *London School of Economics*, liderado por Popper nos anos 50; o de wittgensteineanos, como Elizabeth Anscombe; o de Herbert Feigl e seu centro nos Estados Unidos – e pelas discussões com Kuhn e Lakatos, lecionando nessa área em várias instituições, dentre as quais a Universidade da Califórnia, em Berkeley, e o Instituto Federal de Tecnologia de Zurich. (REGNER, 1996, p.231).

Assim, entende-se que uma leitura profunda e atenta permite identificar que os pontos principais da obra de Feyerabend são o anarquismo epistemológico, o pluralismo metodológico, a incomensurabilidade e o vale tudo.

O anarquismo epistemológico pode ser traduzido em um pluralismo metodológico. Um anarquista epistemológico examinará qualquer concepção admitindo que além do mundo descrito pela ciência pode-se ocultar uma realidade mais profunda, ou que as percepções podem ser dispostas de diferentes maneiras, e que a escolha de uma particular posição não é mais racional ou objetiva que outra.

Nesse sentido, Feyerabend (2007) afirma que a ciência é o resultado da pesquisa, não da observação de regras, e por isso não se pode julgar a ciência com base em abstratas regras epistemológicas, a menos que tais regras não resultem de uma prática epistemológica especial e constantemente mutante.

O termo ‘pesquisa’ utilizado por Feyerabend não está vinculado a uma metodologia de pesquisa e sim às ações dos cientistas durante uma investigação, inclusive sem seguir etapas e protocolos científicos.

O filósofo defendeu fortemente a afirmação de que nenhuma das metodologias da ciência propostas foi bem-sucedida. Para ele, as metodologias da ciência fracassaram em fornecer regras para orientar as atividades dos cientistas.

De acordo com Feyerabend (1989), a ciência é um empreendimento anárquico em que qualquer regra metodológica já proposta, ou que venha a ser proposta, foi violada pelos cientistas – e precisa ser violada para que a ciência possa progredir. Porém, ele esclarece que não se trata de refutar toda e qualquer possibilidade de método, mas de reconhecer que os métodos são limitados, e que, de maneira geral, as mais diferentes tradições culturais podem contribuir para a atividade científica. (FEYERABEND *apud* BATISTA; BATISTA; SCHRAM, 2005, p.245).

Feyerabend (1989) acredita que “o anarquismo, ainda que talvez não seja a mais atraente filosofia política, é, com certeza, um excelente remédio para a epistemologia e para a filosofia da ciência”.

Para Chalmers (1993, p. 174), um componente importante da análise da ciência, de acordo com Feyerabend, é seu ponto de vista sobre a incomensurabilidade, que tem algo em comum com o ponto de vista de Kuhn.

A definição de incomensurabilidade está relacionada com os princípios fundamentais de duas teorias rivais que podem ser tão radicalmente diferentes que não é nem mesmo possível formular os conceitos básicos de uma teoria nos termos da outra, com a consequência que as duas rivais não compartilham das proposições de observação. (CHALMERS, 1993, p.177).

Neste sentido, Feyerabend (1989) entende a incomensurabilidade de teorias em relação a sua incomparabilidade, pelo menos à medida que estão em jogo os padrões mais familiares de comparação, notadamente os de comparação das classes de consequências das teorias em questão.

A incomensurabilidade está estreitamente relacionada ao significado e depende do modo como são interpretadas as teorias científicas. (REGNER, 1996).

A mera diferença conceitual não é suficiente para tornar duas teorias incomensuráveis, para que isso ocorra, o uso de qualquer conceito de uma deve tornar inaplicáveis os conceitos da outra – o que tem lugar quando estão em jogo teorias *compreensivas*, que abrigam diferentes fundamentos ontológicos. (REGNER, 1996, p.242).

Em relação ao princípio ‘vale tudo’, Feyerabend afirma, na 1ª edição de seu livro *Contra o método* (1975), que “o único princípio que não inibe o progresso é: tudo vale”. Posteriormente, na página 34 da 2ª edição (1989), ele ainda propõe que “só há um princípio que pode ser defendido em todas as circunstâncias e em todos os estágios do desenvolvimento humano. É o princípio de que *tudo vale*”. Assim, nas duas primeiras edições do citado livro, Feyerabend refere-se ao princípio vale tudo como sendo o único a ser defendido. Porém, na 3ª edição, de 1993, ele esclarece:

[...] vale tudo não é um princípio que eu defendo – eu não acredito que princípios possam ser usados ou discutidos eficientemente fora da situação concreta de pesquisa à qual eles devem supostamente ser aplicados – mas a exclamação horrorizada do racionalista que olhar a história mais de perto. (FEYERABEND, 1993 in PRESTON, 1997, p.172)

Para Gonçalves (2004), os eixos norteadores do pensamento feyerabendiano são a pluralidade epistemológica e o humanismo, que, juntos, constituem um “humanismo liberal e pluralista”. Feyerabend busca inspiração no humanismo de John Stuart Mill:

[...] as mudanças que progressivamente ocorrem na sociedade moderna tendem a revelar, com um alívio cada vez mais forte: a importância, para o homem e a sociedade, de uma ampla variedade de tipos e de conferir-se plena liberdade à natureza humana para que esta se expanda em inúmeras e conflitantes direções. [...] as faculdades humanas de percepção, julgamento, sentimento discriminativo, atividade mental e até mesmo preferência moral, são exercitados apenas ao realizar-se uma escolha. (FEYERABEND *apud* GONÇALVES, 2004, p.48)

Percebe-se como nessa citação a importância central da liberdade e da escolha entre uma variedade de opções reveladas pela multiplicidade inerente à natureza humana no humanismo de Mill. Feyerabend incorpora esse humanismo de maneira muito compromissada em sua epistemologia e, por esse motivo, é tão frontalmente contrário à educação científica que limita a multiplicidade de abordagens e pontos de vista para interpretação das nossas percepções às científicas e, além disso, desvaloriza as demais. Tal atitude ocorre sob a bandeira da racionalidade única, fixa e dogmática, ao passo que no humanismo aqui descrito, “uma racionalidade fixa repousa sobre uma visão excessivamente ingênua do que seja o homem e seu contexto social”. (FEYERABEND *apud* GONÇALVES, 2004, p.39)

Para Feyerabend a simplificação da ciência pela educação científica se dá também através da simplificação do próprio conteúdo da ciência, estabelecendo um domínio científico separado dos demais, em particular da sua história. Ele também critica a transmissão da imagem de uma ciência objetiva, racional, metódica, fiel cumpridora das regras metodológicas, quando, na prática científica, de fato, tais características nem sempre são verificadas.

O pluralismo não é apenas uma questão metodológica, mas também humanista e que precisa ser observada na educação. Nesse particular, Feyerabend identifica-se com correntes da escola nova progressista, onde o professor busca o desenvolvimento da individualidade do estudante, seja ele ou ela, criança, jovem ou adulto. Tal desenvolvimento se dá através da motivação e criação de oportunidades para que as habilidades e idéias particulares a esse estudante sejam exteriorizadas e discutidas com seus pares no ambiente escolar, ou acadêmico, e fora dele. (GONÇALVES, 2004, p. 50).

Embora a situação acima descrita seja de extrema relevância, não é prevalente na educação, em que pese o fato do advento da educação progressista, sócio-construtivista em oposição à educação tradicional, calcada na autoridade do professor

e na repetição – no lugar da livre associação – para a memorização da informação transmitida em sala de aula.

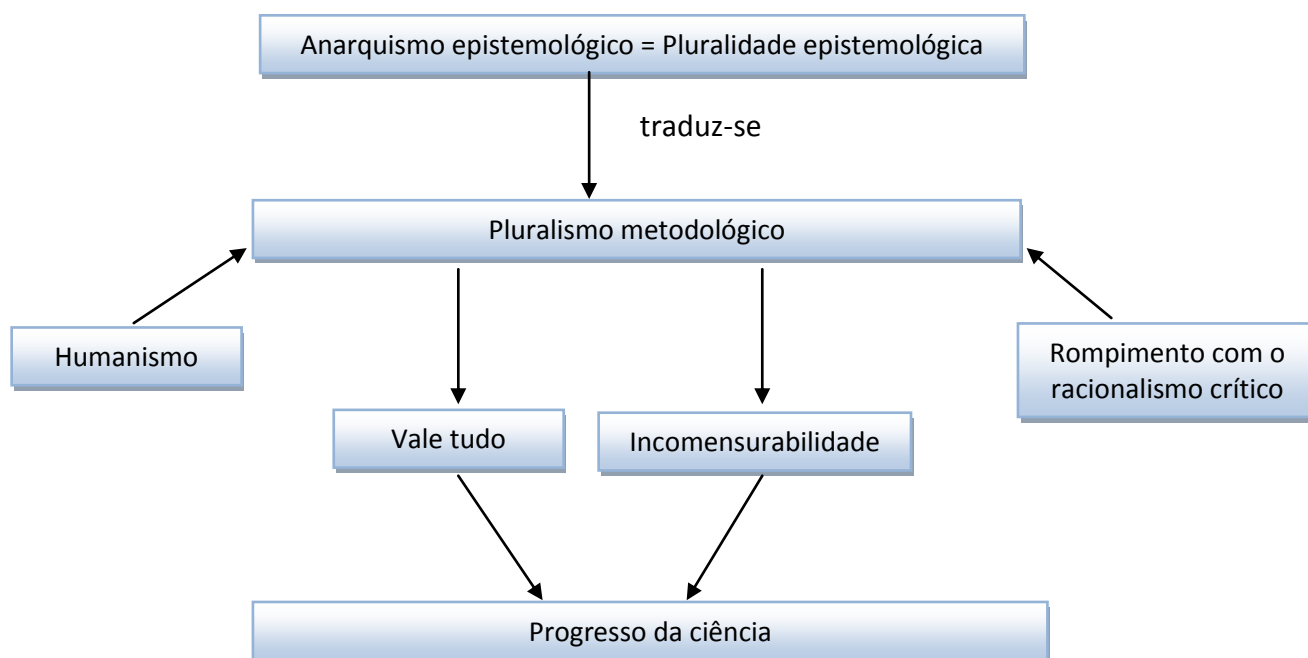


Figura 1: Mapa conceitual da epistemologia de Paul Feyerabend
 Fonte: Dados da pesquisa

2.2 Ensino por Investigação

Existe um abismo entre a ciência escolar – o ensino de ciências – e a ciência praticada pelos cientistas. O principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o objetivo principal da ciência acadêmica é produzir novos conhecimentos científicos.

O ensino por investigação é uma alternativa para diminuir este abismo entre ciência escolar e ciência dos cientistas.

O ensino por investigação é uma abordagem que está no centro das discussões do ensino de ciências nas últimas décadas. Nos Estados Unidos, a investigação é o princípio central dos Parâmetros Nacionais de Ensino de Ciências (NSES2) e do Projeto 2061 (AAAS, 1993). A Proposta Curricular Nacional da Inglaterra, do começo da década de 90, também apresenta orientações para o desenvolvimento de atividades de investigação nos currículos de ciências. No Brasil, essa abordagem de ensino ainda não está bem estabelecida e o número de artigos publicados sobre esse tema não é significativo. Entretanto, podemos perceber um interesse crescente entre os pesquisadores e educadores da área de ciências – Borges e Gomes, 2004; Azevedo, 2004; Carvalho, 2004;

Fernandes e Silva, 2005; Maués e Lima, 2006; Lima e Munford, 2007. (SÁ, 2007, s.p).

Para Lima, Martins e Munford (2008), a atividade de caráter investigativo é uma das estratégias que o professor pode utilizar para diversificar sua prática em sala de aula. Essa estratégia pode envolver qualquer atividade que seja centrada no aluno – que possibilite o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomada de decisões, de avaliação e resolução de problemas, quando o aluno pode apropriar-se de conceitos e teorias das ciências da natureza.

Durante o processo de escolarização, além da aprendizagem de conteúdos conceituais é importante que os alunos aprendam a descrever objetos e eventos, a levantar questões, a planejar e propor maneiras de resolver problemas e responder questões, a coletar e analisar dados, a estabelecer relações entre explicações e evidências, a aplicar e testar idéias científicas, a construir e defender argumentos e a comunicar suas idéias. (LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008, p.87)

Segundo Hodson (1994), quando os alunos participam de investigações científicas, eles aprendem mais sobre ciência e ampliam mais seu conhecimento conceitual.

Tamir (1990) diz que as práticas voltadas para a investigação são significativamente diferentes das convencionais. Numa atividade prática tradicional, o problema, o objetivo e o procedimento são dados pelo professor, cabendo ao aluno colher os dados e, com o auxílio do professor, tirar as conclusões da atividade. Por outro lado, nas atividades práticas voltadas para investigação, a identificação de problemas, a formulação de hipóteses, a escolha dos procedimentos, a coleta de dados e a obtenção de conclusões, são tarefas dos alunos. (TAMIR *apud* SÁ, 2007, s.p).

Sá (2007) apresenta uma classificação de atividades práticas nos graus de complexidade propostos por Tamir. O nível crescente de investigação (0, 1, 2, 3) refere-se à capacidade de uma atividade ser considerada investigativa – quanto maior o número, maior o poder de investigação da atividade proposta.

Nível de investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Conduzidas pelo professor
Nível 1	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Em aberto
Nível 2	Dados pelo professor	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 2: Classificação das atividades práticas segundo seu grau de abertura – proposto por Tamir
Fonte: SÁ, 2007

O Quadro 2 dá subsídios que reforçam a ideia de que atividades baseadas no ensino por investigação podem render melhores frutos do que as atividades tradicionais realizadas em sala de aula, que estão replicadas nos livros didáticos.

Tamir, citado por Sá (2007), afirma que ao propor uma atividade de investigação, deve-se discutir a importância do tema em estudo. Uma orientação investigativa pressupõe o envolvimento dos estudantes em uma tarefa cujo sentido e finalidade estejam claros para eles.

A discussão da importância do tema proposto contribui para que os estudantes comecem a formar uma concepção preliminar da situação problemática, permitindo, assim, a realização de uma análise qualitativa que lhes ajude a estabelecer limites para a situação em questão, transformando-a em um problema preciso.

Para Carvalho e outros (2004), uma atividade investigativa não pode ser reduzida a uma mera observação ou manipulação de dados; ela deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar seu trabalho aos colegas.

Para os autores Lima, Martins e Munford,

As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, a proposição de situações-problema, que, então orientam e acompanham todo o processo de investigação. Nesse contexto, o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências, auxilia no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento. Conseqüentemente, o professor oportuniza, de forma significativa, a vivência de experiências pelos estudantes, permitindo-lhes, assim, a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado. (LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008, p.86-87).

Deanna Kuhn (2010) declara que o objetivo do ensino de ciências não deve ser apenas o domínio dos conceitos científicos, mas também a participação em atividades científicas. E este é um dos motivos pelos quais se propõe uma atividade investigativa: aproximar o ensino de ciências à prática da ciência.

O ensino por investigação pode ser exemplificado com a utilização de um método de ensino-aprendizagem assentado numa aprendizagem baseada em problematização – *Problem-based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – que focaliza a aquisição de conhecimentos, habilidades, atitudes

e valores. A aprendizagem é centrada no estudante, no aprender a aprender, na integração dos conteúdos das ciências além dos conhecimentos interdisciplinares.

A Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL – é o eixo principal do aprendizado teórico do currículo de algumas escolas de Medicina, cuja filosofia pedagógica é o aprendizado centrado no aluno. É baseado no estudo de problemas propostos com a finalidade de fazer com que o aluno estude determinados conteúdos. Embora não constitua a única prática pedagógica, predomina para o aprendizado de conteúdos cognitivos e integração de disciplinas. Esta metodologia é formativa à medida que estimula uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento e não meramente informativa, como é o caso da prática pedagógica tradicional. (SAKAI; LIMA *apud* BERBEL, 1998, p.145).

Segundo Luciana Palharini:

Descentralização do professor como sujeito do conhecimento, relação professor-aluno horizontalizada, trabalho em grupo, valorização da diferença, solidariedade na aquisição do conhecimento e o ensino e a aprendizagem por meio de problemas são alguns dos princípios anunciados pelos pesquisadores que descrevem a *Problem-based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Uma proposta pedagógica cujos pressupostos filosóficos têm como raiz o construtivismo de John Dewey e outros autores, como o brasileiro Paulo Freire. Mas, esses mesmos princípios são também compartilhados, em maior ou menor grau, por uma gama de vertentes pedagógicas, como o próprio construtivismo, a pedagogia anarquista, os estudos culturais na educação, a transversalidade, a pesquisa-ação e muitas outras que poderiam ser citadas. (PALHARINI, 2010).

Para Berbel (1998, p.149), na problematização os problemas são definidos pelos alunos por meio da observação da realidade, ou seja, “a realidade é problematizada pelos alunos”. A pesquisadora destaca, ainda, que a problematização tem como objetivo a formação social, política e ética dos alunos, “que estudam cientificamente para agir politicamente”, visto que o ponto de chegada da metodologia é a intervenção na realidade a partir das soluções encontradas pelos alunos sobre o problema em questão.

3 OBJETIVOS

O objetivo central deste trabalho é a elaboração de uma estratégia para o ensino de ciências, buscando-se avançar em relação a pesquisas anteriores. Basicamente, acrescenta-se o princípio de incomensurabilidade de Feyerabend e o modelo de ensino por investigação.

Os produtos desta dissertação, apresentados detalhadamente nos próximos capítulos, são:

- uma **estratégia** para o ensino de ciências por investigação baseada no pluralismo metodológico de Paul Feyerabend;
- uma **unidade didática** baseada no ensino por investigação sobre células-tronco embrionárias;
- um **guia informativo** sobre a unidade didática para o professor.

4 A ESTRATÉGIA DE ENSINO FEYERABENDIANA APLICADA AO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

4.1 Pesquisa Quantitativa e Qualitativa

Para a obtenção dos dados, elaborou-se um questionário com questões dissertativas abrangendo conceitos básicos e atitudes em relação à utilização de células-tronco. A pesquisa foi desenvolvida de forma qualitativa utilizando o questionário semiestruturado (APÊNDICE A).

Rosa e Arnoldi (2004, p. 30,31) ressaltam que em questionários semiestruturados as questões devem ser formuladas de forma a permitir que o sujeito discorra e verbalize seus pensamentos, suas tendências e reflexões sobre os temas apresentados. O questionamento é mais profundo e, também, mais subjetivo. Frequentemente, as questões dizem respeito a uma avaliação de crenças, sentimentos, valores, atitudes, razões e motivos acompanhados de fatos e comportamentos.

Para analisar os dados dos questionários, foram construídas tabelas que apontam a diferença entre os resultados das duas metodologias. A utilização de dados quantitativos foi realizada para auxiliar na análise qualitativa.

4.2 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma turma de estudantes do primeiro ano do ensino médio, em uma escola privada e laica de Belo Horizonte, a Escola da Serra. Os estudantes pesquisados pertencem à classe média, havendo também a presença de alunos bolsistas de comunidades carentes da região próxima à escola. O reduzido número de estudantes que compunham a turma é uma característica comum das turmas da escola em questão.

O motivo de a pesquisa ter sido desenvolvida com alunos do primeiro ano do ensino médio deve-se ao fato de o conteúdo 'células-tronco' ser trabalhado unicamente nesta série.

A ação pedagógica da Escola da Serra norteia-se pelos princípios:

- **Éticos:** da humanidade, da solidariedade, da responsabilidade e do respeito ao bem comum.
- **Políticos:** da autonomia, da liberdade, dos direitos e deveres da cidadania, do exercício da criticidade e do respeito à ordem democrática.
- **Estéticos:** da sensibilidade, da criatividade e da diversidade.

A Escola da Serra pretende formar alunos capazes de pensar e agir como seres históricos, que tenham consciência de sua importância no processo de transformação de si mesmos e do mundo, que reconheçam para os outros a mesma esfera de dignidade e autonomia que exigem para si, ou seja, cidadãos éticos, responsáveis, curiosos, criativos, críticos, afetivos, autoconfiantes, sociáveis e autônomos.

A Proposta Pedagógica da Escola da Serra constitui, portanto, um compromisso com o desenvolvimento global de seus educandos, pretendendo promover:

- Capacidade de utilizar as diversas formas de linguagem do mundo contemporâneo de maneira crítica e criativa;
- Desenvolvimento de uma atitude de investigação, reflexão e crítica frente ao conhecimento;
- Desenvolvimento da capacidade de construir novos conhecimentos e novas formas de interferir na realidade;
- Desenvolvimento da compreensão dos processos da natureza e da consciência ecológica;
- Desenvolvimento de uma atitude de valorização, cuidado e responsabilidade individual e coletiva em relação à vida;
- Construção da autonomia;
- Exercício da cidadania, a participação social e política e a transformação crítica, criativa e ética da realidade social;
- O autoconhecimento, a autoestima, a sensibilidade, a capacidade de introspecção e a simplicidade;

- Construção de conhecimentos, valores, posturas e atitudes para atuar no mundo do trabalho;
- Motivação e competência para dar prosseguimento à sua própria educação.

Sendo assim, o motivo para a seleção da referida escola na realização desta dissertação foi o apoio à pesquisa, uma vez que a instituição busca o desenvolvimento de uma atitude de investigação, reflexão e crítica frente ao conhecimento, além do desenvolvimento da capacidade de construir novos conhecimentos e novas formas de interferir na realidade, princípios que vão ao encontro da filosofia de Feyerabend e do ensino por investigação.

Em dezembro de 2009, período em que a pesquisa foi realizada, a turma do primeiro ano do ensino médio possuía 28 alunos. Onze alunos participaram de todas as etapas da pesquisa.

4.3 A Estratégia de Ensino Feyerabendiana

Existe uma grande distância entre o que é ensinado pelo professor e o que é aprendido pelo aluno. Na verdade, existe ainda uma grande distância entre a ciência praticada pelo cientista e a ciência ensinada e praticada pelo professor. Assim, necessita-se de uma nova metodologia de ensino que possibilite diminuir essas distâncias, que são uma grande lacuna no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Sá (2007), as atividades investigativas têm seu potencial pedagógico aumentado à medida que contribuem para um ensino mais interativo, dialógico e capaz de persuadir os alunos a compreenderem a validade das explicações científicas dentro de certos contextos. Desse modo, superar-se-ia um ensino de ciências centrado em discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos.

Nas últimas décadas, muitas pesquisas e reflexões têm sido realizadas na busca de estratégias para lidar com as dificuldades na aprendizagem de conteúdos científicos pelos estudantes. Uma crítica comum aponta para a insuficiência do ensino centrado em “fatos científicos” e em definições de conceitos, leis e princípios. A alternativa a esse tipo de ensino seria a problematização dos fenômenos e uma negociação dos sentidos de um dado conjunto de conceitos, modelos e teorias que nos permitem interpretar esses fenômenos de modo coerente. Uma fala recorrente entre educadores

e pesquisadores da educação em ciências é que a aprendizagem dos estudantes é mais efetiva quando eles são convidados a trazer sua experiência pessoal para o contexto escolar e quando eles têm oportunidades de realizar investigações, tomar consciência de suas idéias prévias e estruturar novas maneiras de compreender os temas e os fenômenos em estudo. (SÁ, 2007, s.p).

Os alunos que são colocados em processos investigativos envolvem-se com a sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os seus resultados. Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, os estudantes e os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. Os professores deixam de ser os únicos a fornecerem conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação. (MAUÉS; LIMA, 2006).

A atividade investigativa aplicada foi realizada como proposto por Tamir, conforme descrito no item 2.2 Ensino por Investigação. A princípio, os alunos do Grupo B, metodologia feyerabendiana, discutiram sobre o tema células-tronco e tiveram acesso a diversas reportagens atuais sobre o processo de utilização dessas células. Ao final, realizaram uma tarefa investigativa: a resolução de um PBL.

Com base em conceitos de Borges (2002), acredita-se que em uma atividade de investigação o estudante é colocado frente a uma situação para a qual ele deve fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em situação semelhante. Por isso, o estudante é levado a delinear o problema, transformando-o em um problema suscetível à investigação. Feito isso, ele precisa:

1. planejar o curso de suas ações;
2. escolher os procedimentos e selecionar equipamentos necessários à realização de um experimento ou de uma observação controlada;
3. registrar dados usando uma estratégia adequada (tal como a confecção de tabelas e gráficos);
4. interpretar os resultados;
5. tirar conclusões e avaliar em que medida a investigação realizada promoveu “respostas” ao problema ou uma nova maneira de compreendê-lo.

Durante o desenvolvimento dessas etapas, há ciclos de preparação para as etapas posteriores, dependendo da necessidade de mudanças no planejamento, da reformulação do problema ou de redefinições das técnicas usadas.

As atividades investigativas são um recurso pedagógico que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. São atividades basicamente

centradas na mobilização dos alunos em busca de respostas, sendo potencializadoras do desenvolvimento da autonomia, da capacidade de tomada de decisões, de avaliação e de resolução de situações-problema.

A educação orientada pelos princípios feyerabendianos – pluralismo, anarquismo e incomensuralismo – visa construir uma visão da ciência como construção histórica e coletiva e, portanto, a conduzir o estudante à autonomia, incentivando-o a se tornar o principal responsável pela própria formação e a tomar decisões socialmente responsáveis.

A escolha de uma atividade baseada no ensino por investigação deve-se ao fato de que as atividades investigativas possibilitam a criação de situações-problema que levam ao desenvolvimento do debate e argumentação, obtenção e avaliação de evidência, aplicação e avaliação de teorias científicas e inúmeras interpretações. Todas essas habilidades descritas acima são congruentes com a epistemologia de Paul Feyerabend.

De maneira objetiva, apresenta-se abaixo a sequência de passos da presente estratégia de ensino:

Passo 1

Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos em determinado assunto, com o objetivo de identificar as diferentes informações que apresentam sobre o assunto. Identificar a possibilidade da existência de teorias incomensuráveis.

Exemplo: Tema: Evolução / Os alunos citam o Evolucionismo e o Criacionismo – teorias incomensuráveis.

Passo 2

Apresentação do tema sob diferentes óticas – teorias incomensuráveis.

Passo 3

Em grupo, os alunos vão explorar ambas as teorias e identificar, por meio de atividades que estimulem o ensino por investigação, *quando*, *como* e *porque* elas foram criadas. Compreender e identificar a influência da ciência em diferentes épocas e contextos – o caráter mutável da ciência.

Passo 4

Decidir e argumentar a favor da teoria considerada mais adequada para si. Identificar e explicar qual é a teoria científica aceita pela comunidade científica.

Passo 5

Uma nova avaliação é feita. Esse passo serve para avaliar se os alunos realmente adquiriram o novo compromisso epistemológico, isto é, se assimilaram as teorias incomensuráveis. O que pode ser apurado por meio das inúmeras explicações compatíveis com a teoria científica aceita e as outras abordagens.

Feyerabend é comprometido com sua visão pluralista e ressalta a importância da liberdade de escolha em sua epistemologia, e o quanto esta última pretende ser integrada à vida humana, não apenas circunscrita a ponderações intelectuais e acadêmicas.

Segundo Feyerabend, quando as teorias científicas são apresentadas, passam a ser consideradas como verdades praticamente absolutas, por resultarem de um método racional, objetivo e indubitável. Entretanto, as mudanças nas teorias científicas ocorrem cada vez mais com maior velocidade, oferecendo uma oportunidade para as pessoas refletirem sobre o *status* das teorias científicas diante da realidade e da verdade e, em consequência disso, de sua superioridade em relação a outras formas de conhecimento ou de se ver o mundo.

4.4 Aplicação da Estratégia de Ensino Feyerabendiana

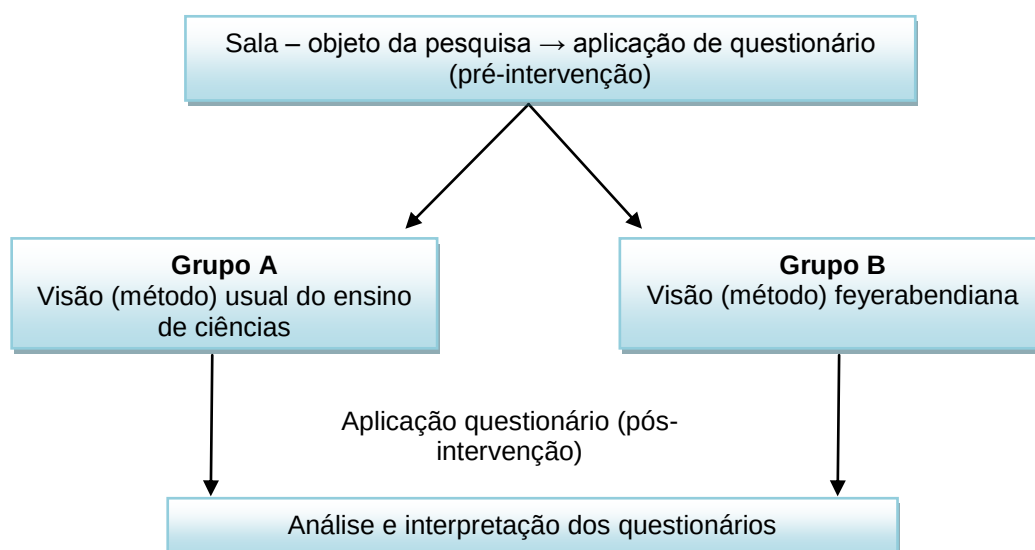


Figura 2: Esquema da aplicação da estratégia de ensino feyerabendiana
Fonte: Dados da pesquisa

O Grupo A (visão usual do ensino de ciências), realizou a leitura do capítulo referente ao tema células-troncos no livro adotado pela escola; posteriormente respondeu ao questionário do capítulo em questão.

Ao estudar o uso das células-tronco, o estudante encontra-se diante de teorias incomensuráveis: religião e ciências.



Figura 3: Grupo A
Foto: Ludmila Olandim de Souza



Figura 4: Grupo B
Foto: Ludmila Olandim de Souza

5 UNIDADE DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SOBRE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS

O segundo produto deste trabalho é apresentado a seguir, exatamente como proposto para o Grupo B em sala de aula.

O USO DAS CÉLULAS-TRONCOS

Novecentas mil células, que, juntas, encheriam um copo d'água. Assim pode ser dimensionado o universo dos 25.000 embriões excedentes de tratamentos de fertilização in vitro no Brasil. Estocados nas 170 clínicas de reprodução humana existentes no país, congelados em tonéis de nitrogênio líquido, eles constituem uma das questões mais complexas e delicadas da medicina reprodutiva: o que fazer com os embriões que, criados em laboratório, não foram transferidos para o útero? No caso dos que planejam tentar mais uma gravidez, a decisão é simples – os embriões são mantidos congelados até o momento da próxima implantação. Mas e quando o casal não quer ter mais filhos? "Nessas situações, não há como contornar a angústia", diz o médico Edson Borges, diretor clínico do Centro de Fertilização Assistida Fertility, em São Paulo. Alguns cedem os embriões excedentes para pesquisas clínicas. Outros optam por doá-los a casais inférteis. Há os que decidem jogá-los no lixo e os que simplesmente desaparecem, abandonando-os nas clínicas. Há ainda aqueles homens e mulheres que não se sentem confortáveis em doá-los ou descartá-los e escolhem preservá-los congelados por tempo indeterminado. O custo para manter um pacote de embriões congelados é de, em média, 1 000 reais por ano.

Fonte: Revista Veja, 17/12/2008

A discussão ética e religiosa em torno do assunto é a mesma que cerca a legalização do aborto. Afinal de contas, o que é um embrião? Ele pode ser considerado um ser humano, ou se trata apenas de um amontoado de células indiferenciadas, ao qual não se pode conferir humanidade?

A partir dessa discussão ética e religiosa, RESOLVA, em grupo, o estudo de caso (PBL) abaixo:

Proposta indecente. Ou não?

Um homem, 22 anos, sofre um acidente de automóvel e tem diagnosticada morte cerebral. Ele estava noivo e com casamento marcado para dali a quatro meses. O pai dele, assim que chegou ao hospital, foi informado de tal diagnóstico e, sob solicitação da equipe médica, concordou com a doação dos órgãos de seu filho. Ao mesmo tempo, no entanto, ele fez uma solicitação um tanto incomum: queria que o esperma do seu único filho fosse congelado para ser usado no futuro. O médico aceitou o pedido.

O pai tratou, então, de convencer a ex-futura nora a conceber um filho do noivo falecido, pois dessa forma uma "parte dele continuaria viva", e o amor do casal traria um fruto, mesmo diante de tal tragédia. Depois de muito hesitar, a noiva submeteu-se ao tratamento para a fertilização *in vitro*, e os embriões produzidos foram considerados aptos para o implante no útero. No entanto, nessa etapa do tratamento, já com os embriões que seriam implantados congelados, ela desistiu de seguir adiante com a empreitada e optou pelo descarte dos embriões, levando em conta o rumo que sua vida teria se não o fizesse. O desespero do pai do noivo foi imediato, consciente de que todo o esperma disponível do filho já havia sido destinado a esse tratamento, sem possibilidade, portanto, de fertilizar outra mulher e “manter parte de seu filho viva”.

1. Valendo-se de argumentos científicos, como a noiva pode JUSTIFICAR a sua opção?
2. Suponha que o pai do noivo queira convencer a noiva de sua decisão. Quais ARGUMENTOS CIENTÍFICOS ele poderia utilizar?
3. IDENTIFIQUE e EXPLIQUE qual seria a possível opinião do padre que iria realizar o casamento dos jovens:
4. Você acha que a vida se inicia a partir da fecundação? JUSTIFIQUE:
5. Você acha adequado produzir embriões especificamente para pesquisa ou uso clínico? JUSTIFIQUE:
6. Você acha pertinente utilizar, para pesquisas científicas, os embriões congelados e não utilizados para a reprodução?

Atividade adaptada de **José Manoel Martins**, professor de Biologia do Colégio Oswald de Andrade, de São Paulo.

Os materiais disponibilizados para os alunos do Grupo B (visão feyerabendiana) foram:

Reportagem 1 (ANEXO A)

Título: *Quando começa a vida*

Autor: Camila Mithe

Fonte: <http://www.vestibular.brasilecola.com/blog/quando-comeva-vida.htm>

Resenha descritiva:

O artigo traz à tona os principais questionamentos em torno da temática do conceito de vida:

- Posição da igreja.
- Posição da comunidade científica.
- Vantagens, apontadas pela comunidade científica, da utilização das células-tronco embrionárias.
- Julgamento no Supremo Tribunal Federal (STF).

Reportagem 2 (ANEXO B)

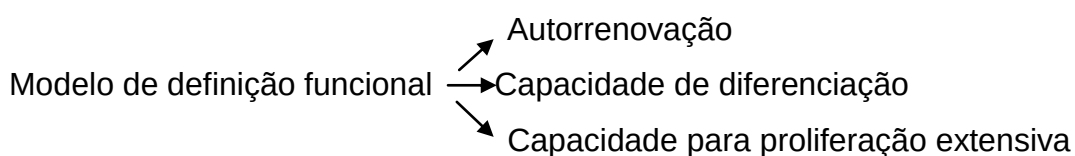
Título: Entrevista exclusiva / James Edgar Till

Autor: Rodrigo Craveiro

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=70>

Resenha descritiva:

O artigo apresenta o cientista canadense James Edgar Till como o “o pai das células-tronco”. A pesquisa de James Edgar mudou a maneira como as células-tronco eram estudadas. Antes, preocupava-se com a morfologia das células-tronco; a partir de James, a preocupação passou a ser o que elas poderiam fazer.



O artigo também aponta o potencial das células-tronco como ferramenta para ajudar a curar graves doenças e o conflito entre ciência e religião.

Reportagem 3 (ANEXO C)

Título: *Aborto é assassinato? Quando, afinal, começa a vida humana?*

Autores: Eliza Muto e Leandro Narloch

Fonte: http://www.super.abril.com.br/superarquivo/2005/conteudo_102861.shtm

Resenha descritiva:

O artigo aborda o conceito de vida ao longo da história.

Conceito de vida:

- Comunidade científica
 - Visão neurológica
 - Visão embriológica
 - Visão ecológica
 - Visão metabólica
 - Visão genética
- Religião
 - Catolicismo: a vida começa na concepção.
 - Judaísmo: a vida começa no 40º dia, quando o feto adquire forma humana.
 - Islamismo: a vida acontece quando a alma é soprada por Alá no feto, cerca de 120 dias após a fecundação.
 - Budismo: a vida é um processo contínuo e ininterrupto.
 - Hinduísmo: alma e matéria se encontram na fecundação, e é aí que começa a vida.

Reportagem 4 (ANEXO D)

Título: *O que são células-tronco?*

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=45>

Resenha descritiva:

O artigo aborda, de maneira bem simples e geral, o conceito de células-tronco, suas categorias e potenciais.

6 GUIA INFORMATIVO E EDUCATIVO SOBRE A UNIDADE DIDÁTICA PARA O PROFESSOR

Caro professor,

O ensino deve ser baseado na curiosidade e não no comando, o 'professor' é convidado a promover essa curiosidade, a não confiar em apenas um único método. A espontaneidade reina suprema, no pensamento (percepção) como também na ação. (FEYERABEND, 1989, p. 187).

Este guia informativo tem como objetivo reunir os principais pontos para o desenvolvimento da estratégia de ensino baseada no pluralismo metodológico de Paul Feyerabend e uma unidade didática baseada na referida estratégia de ensino.

Existe uma grande distância entre o que é ensinado pelo professor e o que é aprendido pelo aluno. Na verdade, existe ainda uma grande distância entre a ciência praticada pelo cientista e a ciência ensinada e praticada pelo professor. Assim, faz-se necessária a criação de uma nova metodologia de ensino que possibilite diminuir essas distâncias, que podem ser entendidas como uma considerável lacuna no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Sá (2007), as atividades investigativas têm seu potencial pedagógico aumentado à medida que contribuem para um ensino mais interativo, dialógico e capaz de persuadir os alunos a compreenderem a validade das explicações científicas dentro de certos contextos. Desse modo, superar-se-ia um ensino de ciências centrado em discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos.

Nas últimas décadas, muitas pesquisas e reflexões têm sido realizadas na busca de estratégias para lidar com as dificuldades na aprendizagem de conteúdos científicos pelos estudantes. Uma crítica comum aponta para a insuficiência do ensino centrado em “fatos científicos” e em definições de conceitos, leis e princípios. A alternativa a esse tipo de ensino seria a problematização dos fenômenos e uma negociação dos sentidos de um dado conjunto de conceitos, modelos e teorias que nos permitem interpretar esses fenômenos de modo coerente. Uma fala recorrente entre educadores e pesquisadores da educação em ciências é que a aprendizagem dos estudantes é mais efetiva quando eles são convidados a trazer sua experiência pessoal para o contexto escolar e quando eles têm oportunidades de realizar investigações, tomar consciência de suas idéias prévias e estruturar novas maneiras de compreender os temas e os fenômenos em estudo. (SÁ, 2007, s.p).

Os alunos que são colocados em processos investigativos envolvem-se com a sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os seus resultados. Em um ambiente de ensino e aprendizagem baseado na investigação, os estudantes e os professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. Os professores deixam de

ser os únicos a fornecerem conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação. (MAUÉS; LIMA, 2006).

A educação orientada pelos princípios feyerabendianos – pluralismo, anarquismo e incomensuralismo – visa construir uma visão da ciência como construção histórica e coletiva e, portanto, a conduzir o estudante à autonomia, incentivando-o a se tornar o principal responsável pela própria formação e a tomar decisões socialmente responsáveis.

Estratégia de Ensino Feyerabendiana

De maneira objetiva apresenta-se abaixo a sequência de passos da estratégia de ensino:

Passo 1

Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos em determinado assunto, com o objetivo de identificar as diferentes informações que apresentam sobre o assunto. Identificar a possibilidade da existência de teorias incomensuráveis.

Exemplo:

Tema: Evolução

Os alunos citam o Evolucionismo e o Criacionismo – teorias incomensuráveis.

Passo 2

Apresentação do tema sob diferentes óticas – teorias incomensuráveis.

Passo 3

Em grupo, os alunos vão explorar ambas as teorias e identificar, por meio de atividades que estimulem o ensino por investigação, *quando*, *como* e *porque* elas foram criadas. Compreender e identificar a influência da ciência em diferentes épocas e contextos – o caráter mutável da ciência.

Passo 4

Decidir e argumentar a favor da teoria considerada mais adequada para si. Identificar e explicar qual é a teoria científica aceita pela comunidade científica.

Passo 5

Uma nova avaliação é feita. Esse passo serve para avaliar se os alunos realmente adquiriram o novo compromisso epistemológico, isto é, se assimilaram as teorias incomensuráveis. O que pode ser apurado por meio das inúmeras explicações compatíveis com a teoria científica aceita e as outras abordagens.

UNIDADE DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SOBRE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS

As atividades investigativas são um recurso pedagógico que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. São atividades basicamente centradas na mobilização dos alunos em busca de respostas, sendo potencializadoras do desenvolvimento da autonomia, da capacidade de tomada de decisões, de avaliação e de resolução de situações-problema.

Com base em conceitos de Borges (2002), acredita-se que em uma atividade de investigação o estudante é colocado frente a uma situação para a qual ele deve fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em situação semelhante. Por isso, o estudante é levado a delinear o problema, transformando-o em um problema suscetível à investigação. Feito isso, ele precisa:

1. planejar o curso de suas ações;
2. escolher os procedimentos e selecionar equipamentos necessários à realização de um experimento ou de uma observação controlada;
3. registrar dados usando uma estratégia adequada (tal como a confecção de tabelas e gráficos);
4. interpretar os resultados;
5. tirar conclusões e avaliar em que medida a investigação realizada promoveu “respostas” ao problema ou uma nova maneira de compreendê-lo.

Durante o desenvolvimento dessas etapas, há ciclos de preparação para as etapas posteriores, dependendo da necessidade de mudanças no planejamento, da reformulação do problema ou de redefinições das técnicas usadas.

O texto “O uso das células tronco” deve ser apresentado aos alunos e em seguida a atividade de PBL “Proposta indecente. Ou não?”. Os alunos deverão ter acesso a diversos

tipos de materiais sobre o assunto – disponibilizados no guia. Todo tipo de discussão deve ser levado em conta.

O USO DAS CÉLULAS-TRONCOS

Novecentas mil células, que, juntas, encheriam um copo d'água. Assim pode ser dimensionado o universo dos 25.000 embriões excedentes de tratamentos de fertilização in vitro no Brasil. Estocados nas 170 clínicas de reprodução humana existentes no país, congelados em tonéis de nitrogênio líquido, eles constituem uma das questões mais complexas e delicadas da medicina reprodutiva: o que fazer com os embriões que, criados em laboratório, não foram transferidos para o útero? No caso dos que planejam tentar mais uma gravidez, a decisão é simples – os embriões são mantidos congelados até o momento da próxima implantação. Mas e quando o casal não quer ter mais filhos? "Nessas situações, não há como contornar a angústia", diz o médico Edson Borges, diretor clínico do Centro de Fertilização Assistida Fertility, em São Paulo. Alguns cedem os embriões excedentes para pesquisas clínicas. Outros optam por doá-los a casais inférteis. Há os que decidem jogá-los no lixo e os que simplesmente desaparecem, abandonando-os nas clínicas. Há ainda aqueles homens e mulheres que não se sentem confortáveis em doá-los ou descartá-los e escolhem preservá-los congelados por tempo indeterminado. O custo para manter um pacote de embriões congelados é de, em média, 1 000 reais por ano.

Fonte: Revista Veja – 17/12/2008

A discussão ética e religiosa em torno do assunto é a mesma que cerca a legalização do aborto. Afinal de contas, o que é um embrião? Ele pode ser considerado um ser humano, ou se trata apenas de um amontoado de células indiferenciadas, ao qual não se pode conferir humanidade?

A partir dessa discussão ética e religiosa, RESOLVA, em grupo, o estudo de caso (PBL) abaixo:

Proposta indecente. Ou não?

Um homem, 22 anos, sofre um acidente de automóvel e tem diagnosticada morte cerebral. Ele estava noivo e com casamento marcado para dali a quatro meses. O pai dele, assim que chegou ao hospital, foi informado de tal diagnóstico e, sob solicitação da equipe médica, concordou com a doação dos órgãos de seu filho. Ao mesmo tempo, no entanto, ele fez uma solicitação um tanto incomum: queria que o espermatozoide do seu único filho fosse congelado para ser usado no futuro. O médico aceitou o pedido.

O pai tratou, então, de convencer a ex-futura nora a conceber um filho do noivo falecido, pois dessa forma uma "parte dele continuaria viva", e o amor do casal traria um fruto, mesmo diante de tal tragédia. Depois de muito hesitar, a noiva submeteu-se ao tratamento para a fertilização in vitro, e os embriões produzidos foram considerados aptos para o implante no útero. No entanto, nessa etapa do tratamento, já com os embriões que seriam implantados congelados, ela desistiu de seguir adiante com a empreitada e optou pelo descarte dos embriões, levando em conta o rumo que sua vida teria se não o fizesse. O desespero do pai do noivo foi imediato, consciente de que todo o esperma disponível do filho já havia sido destinado a esse tratamento, sem possibilidade, portanto, de fertilizar outra mulher e “manter parte de seu filho viva”.

1. Valendo-se de argumentos científicos, como a noiva pode JUSTIFICAR a sua opção?
2. Suponha que o pai do noivo queira convencer a noiva de sua decisão. Quais ARGUMENTOS CIENTÍFICOS ele poderia utilizar?
3. IDENTIFIQUE e EXPLIQUE qual seria a possível opinião do padre que iria realizar o casamento dos jovens:
4. Você acha que a vida se inicia a partir da fecundação? JUSTIFIQUE:
5. Você acha adequado produzir embriões especificamente para pesquisa ou uso clínico? JUSTIFIQUE:
6. Você acha pertinente utilizar, para pesquisas científicas, os embriões congelados e não utilizados para a reprodução?

Atividade adaptada de **José Manoel Martins**, professor de Biologia do Colégio Oswald de Andrade, de São Paulo.

Reportagens disponibilizadas para os alunos do Grupo B (visão feyerabendiana).

Reportagem 1

Título: *Quando começa a vida*

Autor: Camila Mithe

Fonte: <http://www.vestibular.brasilecola.com/blog/quando-comeva-vida.htm>

Resenha descritiva:

O artigo traz à tona os principais questionamentos em torno da temática do conceito de vida:

- Posição da igreja.
- Posição da comunidade científica.
- Vantagens, apontadas pela comunidade científica, da utilização das células-tronco embrionárias.
- Julgamento no Supremo Tribunal Federal (STF).

Reportagem 2

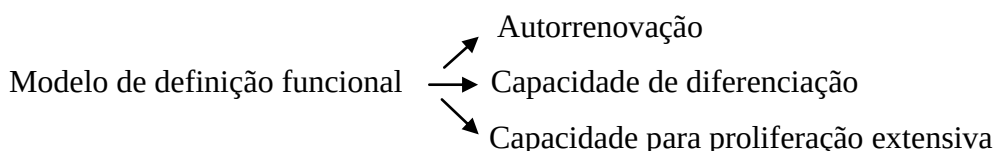
Título: Entrevista exclusiva / James Edgar Till

Autor: Rodrigo Craveiro

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=70>

Resenha descritiva:

O artigo apresenta o cientista canadense James Edgar Till como o “o pai das células-tronco”. A pesquisa de James Edgar mudou a maneira como as células-tronco eram estudadas. Antes, preocupava-se com a morfologia das células-tronco; a partir de James, a preocupação passou a ser o que elas poderiam fazer.



O artigo também aponta o potencial das células-tronco como ferramenta para ajudar a curar graves doenças e o conflito entre ciência e religião.

Reportagem 3

Título: *Aborto é assassinato? Quando, afinal, começa a vida humana?*

Autores: Eliza Muto e Leandro Narloch

Fonte: http://www.super.abril.com.br/superarquivo/2005/conteudo_102861.shtm

Resenha descritiva:

O artigo aborda o conceito de vida ao longo da história.

Conceito de vida:

- Comunidade científica
 - Visão neurológica

- Visão embriológica
- Visão ecológica
- Visão metabólica
- Visão genética
- Religião
 - Catolicismo: a vida começa na concepção.
 - Judaísmo: a vida começa no 40º dia, quando o feto adquire forma humana.
 - Islamismo: a vida acontece quando a alma é soprada por Alá no feto, cerca de 120 dias após a fecundação.
 - Budismo: a vida é um processo contínuo e ininterrupto.
 - Hinduísmo: alma e matéria se encontram na fecundação, e é aí que começa a vida.

Reportagem 4

Título: *O que são células-tronco?*

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=45>

Resenha descritiva:

O artigo aborda, de maneira bem simples e geral, o conceito de células-tronco, suas categorias e potenciais.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os questionários foram aplicados em dois momentos distintos – antes e após a intervenção – conforme figura 2 (Esquema da aplicação da estratégia de ensino feyerabendiana) do item 4.4 (Aplicação da estratégia de ensino feyerabendiana).

A análise dos questionários também foi feita separadamente: antes e após intervenção / Grupo A e Grupo B.

As categorias de análise foram criadas da seguinte forma: o pesquisador transcreveu um conjunto de respostas e reuniu cada uma em poucas expressões simples. Em seguida, agrupou expressões similares, definindo as categorias de acordo com o que pensa que as respostas traduzem.

Primeira questão: DETERMINE onde a vida começa

Objetivo: identificar a opinião dos alunos em relação ao início da vida.

TABELA 1
Opinião dos alunos em relação ao início da vida

Onde a vida começa	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Fecundação	6	1	5
Implantação do embrião no útero	2	0	2
Embrião	0	1	0
Feto	1	1	0
Nascimento	1	0	0
Sem resposta	0	0	0
Não tem opinião formada	1	1	0
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa.

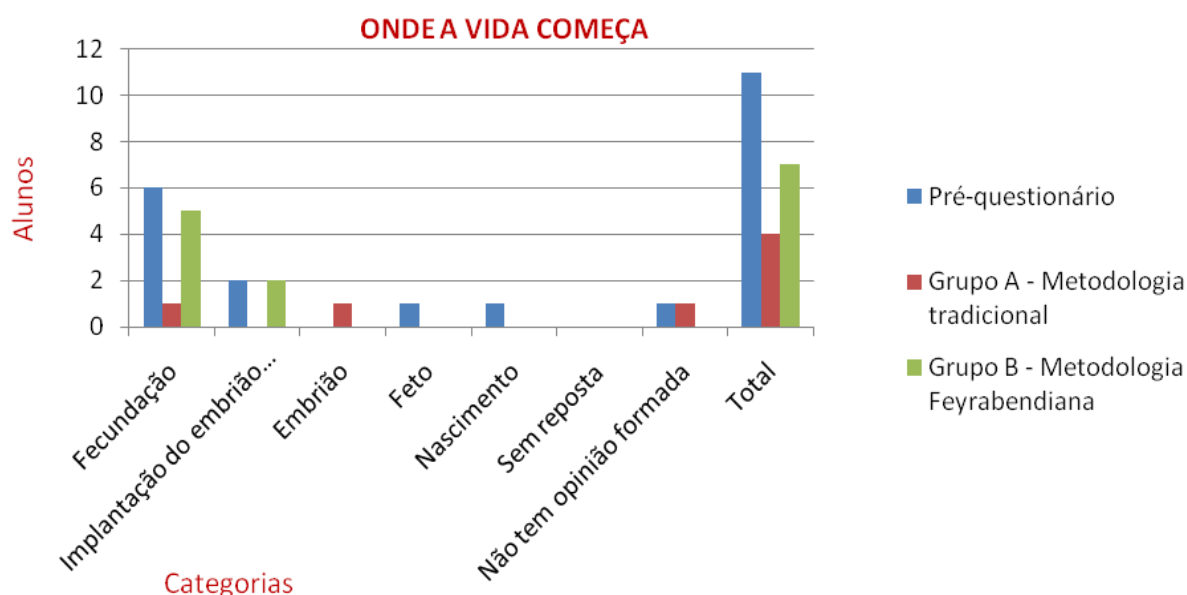


Gráfico 1: Opinião dos alunos em relação ao início da vida
Fonte: Dados da pesquisa

A análise dos resultados do pré-questionário e dos questionários após a aplicação das metodologias tradicional e feyrabendiana mostra que os resultados foram basicamente os mesmos, exceto em duas alternativas. Um aluno do Grupo B mudou de opinião, passando a acreditar que a vida começa no embrião e não mais no feto, o que pode ser justificado pela construção do conhecimento acerca das definições de feto e embrião – antes desconhecida. A alternativa “nascimento”, escolhida por um aluno da metodologia tradicional, foi trocada pela alternativa “fecundação”, o que pode ser justificado pela leitura de textos no material didático adotado pela escola e outros colocados à disposição dos alunos na biblioteca do laboratório de ciência.

Tanto no pré-questionário quanto no questionário pós-aplicação das metodologias, a visão concepcionista sobre o início da vida, segundo a qual o desenvolvimento do ser humano é um processo contínuo, que se inicia na fertilização, foi a alternativa mais escolhida, o que vai ao encontro das ideias dos cientistas.

O desenvolvimento humano é um processo contínuo que começa quando um ovócito de uma mulher é fertilizado por um espermatozóide em um homem. O desenvolvimento envolve muitas modificações que transformam uma única célula, o zigoto, em um ser humano multicelular. Apesar de o desenvolvimento humano ser, em geral, dividido em pré-natal (antes do nascimento) e pós-natal (após o nascimento), o desenvolvimento é um contínuo que se inicia na fertilização (concepção). O nascimento é um

acontecimento dramático no desenvolvimento, que resulta em uma mudança no ambiente. (MOORE; PERSAUD, 2000, p.2)

O Código Civil brasileiro, em vigor desde janeiro de 2003, propõe, no artigo 2º: "A personalidade civil da pessoa começa do nascimento com vida; mas a lei põe a salvo, desde a concepção, os direitos do nascituro".

Segunda questão

(Dividida em 4 subitens: 2.0, 2.1, 2.2, 2.3.)

2.0 IDENTIFIQUE a existência de diferentes visões sobre o uso das células-tronco:

Objetivo: Identificar a existência de diferentes visões a cerca do uso das células tronco.

TABELA 2
Existência de diferentes visões acerca do uso das células-tronco

Existência de diferentes visões	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Sim	9	2	7
Não	2	2	0
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

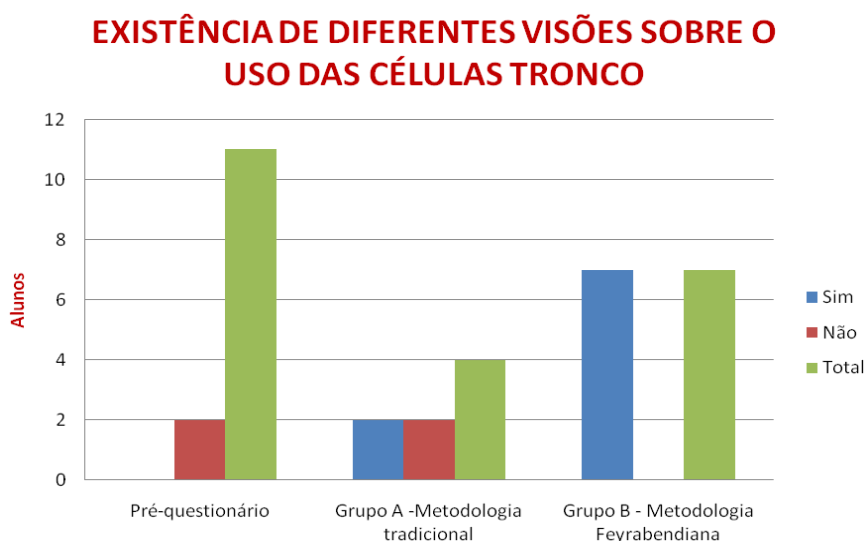


Gráfico 2: Existência de diferentes visões acerca do uso das células-tronco
Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 2 mostra que não houve mudança no conceito em relação à existência de diferentes visões sobre o uso de células-tronco. Acredita-se que este resultado é devido ao perfil de alunos da escola, já descrito anteriormente: alunos com atitude de investigação, reflexão e crítica.

2.1 DETERMINE as diferentes visões sobre o uso das células-tronco

Objetivo: Identificar a existência de teorias incomensuráveis acerca do uso de células-tronco.

TABELA 3
Existência de teorias incomensuráveis acerca do uso de células-tronco

Teorias incomensuráveis	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Religiosa	8	1	3
Científica	7	2	5
Política	1	1	0
Branco	2	0	3

Fonte: Dados da pesquisa

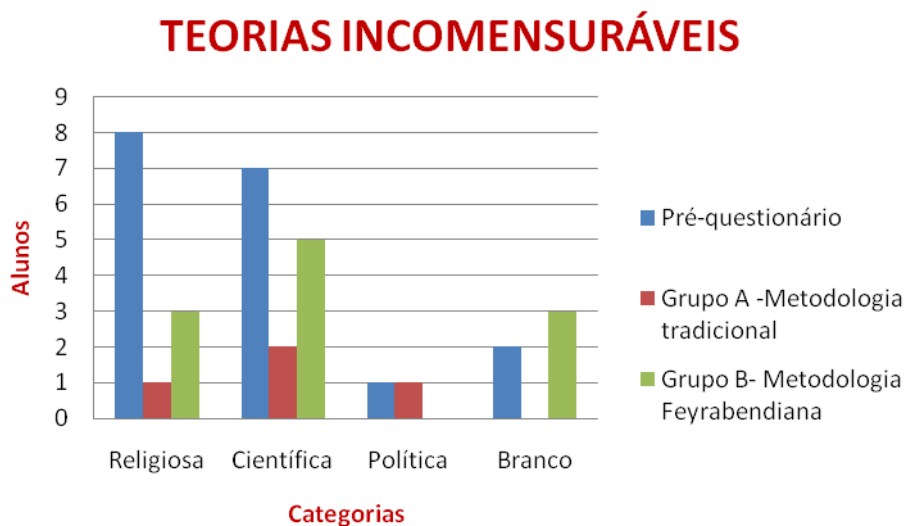


Gráfico 3: Existência de teorias incomensuráveis acerca do uso de células-tronco
Fonte: Dados da pesquisa

Exemplos de respostas dos alunos para a construção das categorias Religiosa, Científica e Política:

- Religiosa: teorias religiosas, visão da igreja e de religiosos.
- Científica: visão de crescimento científico, científica, médica.
- Política: visão política.

A análise dos resultados do pré-questionário e dos questionários após a aplicação das metodologias tradicional e feyerabendiana mostra que a visão científica é a mais presente.

2.2 INDIQUE a qual visão você é adepto

Objetivo: Identificar a teoria adotada pelo aluno (religiosa ou científica).

TABELA 4
Teoria adotada pelos alunos (religiosa ou científica)

Teoria	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Científica	8	2	6
Religiosa	0	0	0
Não responderam	3	2	1
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

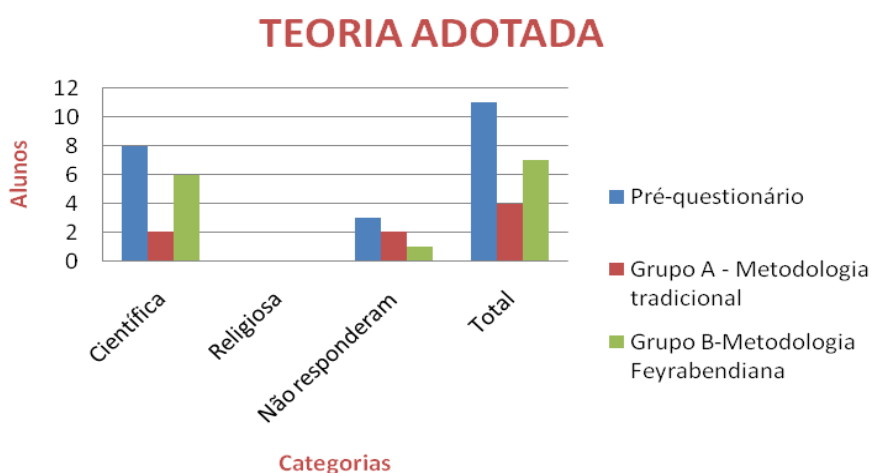


Gráfico 4: Teoria adotada pelos alunos
Fonte: Dados da pesquisa

Não houve alteração na visão adotada pelos alunos ao longo da pesquisa.

2.3 JUSTIFIQUE sua escolha

Objetivo: Analisar a teoria incomensurável adotada pelo aluno.

TABELA 5
Teoria incomensurável adotada pelo aluno

Justificativa para a teoria adotada	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
A utilização vai trazer benefícios para a humanidade	5	0	5
Comprovação científica	3	2	2
Não responderam	3	2	0
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

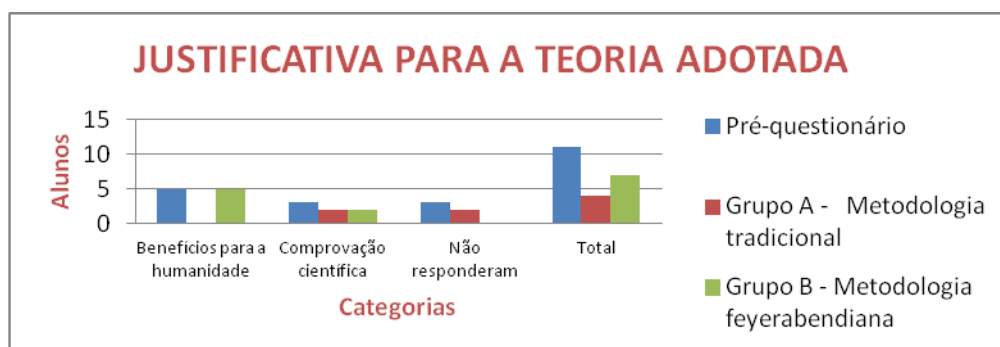


Gráfico 5: Teoria incomensurável adotada pelo aluno

Fonte: Dados da pesquisa

Exemplos de respostas dadas pelos alunos para a construção das categorias acima:

- Categoria “A utilização vai trazer benefícios para a humanidade”:
 - *Acho que a qualidade de vida vai melhorar para muita gente.*
 - *As células tronco podem curar doenças horríveis, como mal de Alzheimer, Parkinson, e poderia também fazer pessoas cegas enxergarem.*
- Categoria: “Comprovação científica”

- *As células-troncos se baseiam em fatos.*

A metodologia feyerabendiana possibilitou aos alunos o acesso a informações antes desconhecidas, como, por exemplo, a utilização das células-tronco na formação de novos vasos sanguíneos, no tratamento de doenças neurodegenerativas e na cura de doenças como a diabetes. A leitura e a discussão, em grupo, de diversas reportagens sobre o processo de utilização das células-tronco foram fundamentais para esse resultado.

Salienta-se que não houve registro de questões em branco (“não responderam”) entre os alunos submetidos à metodologia feyerabendiana.

Terceira questão: DEFINA o que são células-tronco

Objetivo: Identificar se os alunos apresentam o conceito de células-tronco.

TABELA 6
Definição do conceito de células-tronco pelos alunos

Definição de células-tronco	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Células embrionárias e totipotentes	9	3	4
Células usadas para reparar doenças	4	1	3
Não responderam	1	0	0
Total	14	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

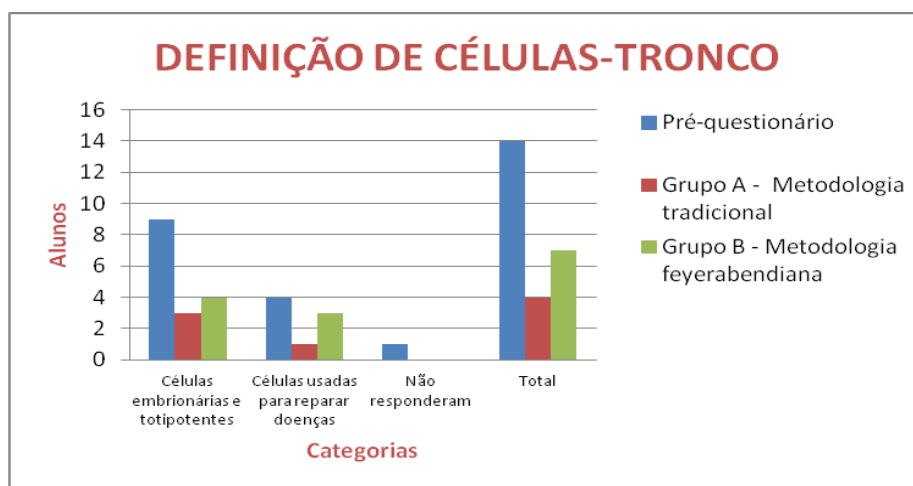


Gráfico 6: Definição do conceito de células-tronco pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Na primeira categoria, “células embrionárias totipotentes”, foram incluídas as respostas dos alunos que descreveram que “as células-tronco são células que originam outras células”, “são as primeiras células do ser vivo, se desenvolvem nos primeiros dias do embrião”, “células embrionárias”.

A influência da mídia ao divulgar a temática sobre células-tronco embrionárias com maior intensidade pode justificar a maior proporção de respostas na referida categoria.

Quarta questão (dividida em dois subitens: 4.0 e 4.1.)

4.0 DETERMINE se existem tipos diferentes de células-tronco

Objetivo: Servir de base para avaliar o entendimento dos alunos quanto ao tema.

TABELA 7
Existência de diferentes tipos de células-tronco

Existência de diferentes tipos de células-tronco	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Sim	7	0	6
Não	3	4	0
Não responderam	1	0	1
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

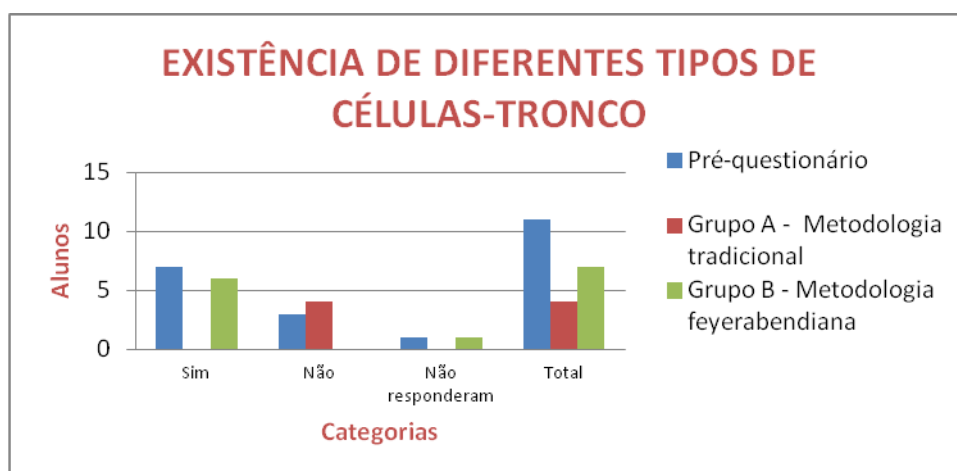


Gráfico 7: Existência de diferentes tipos de células-tronco
Fonte: Dados da pesquisa

Por meio da leitura de diferentes artigos, os alunos da metodologia feyerabendiana foram capazes de perceber a existência de diferentes tipos de células-tronco, enquanto 100% dos alunos da metodologia tradicional desconhecem a existência desses diferentes tipos de células.

4.1 CITE os tipos de células-tronco

Objetivo: Servir de base para avaliar o entendimento dos alunos quanto ao tema.

TABELA 8
Tipos de células-tronco

Tipos de células-tronco	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Não sabe	4	4	3
Adulta e embrionária	3	0	3
Totipotente	0	0	0
Pluripotente	0	0	0
Total	7	4	6

Fonte: Dados da pesquisa

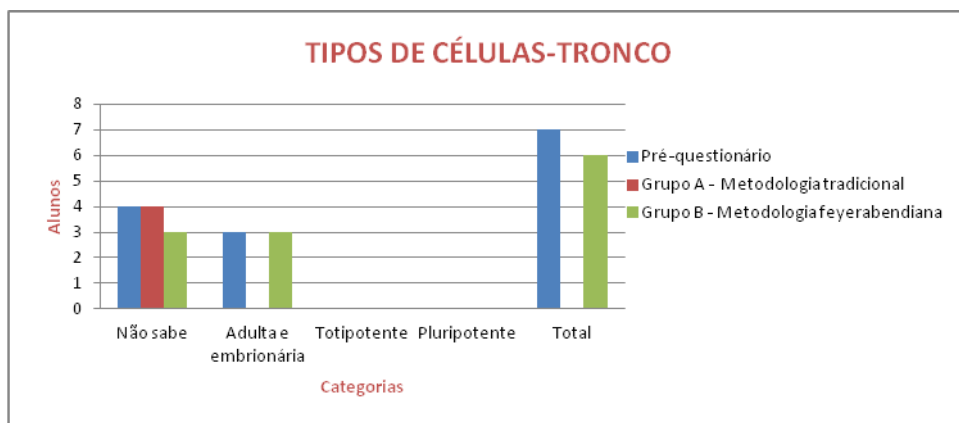


Gráfico 8: Tipos de células-tronco
Fonte: Dados da pesquisa

Embora os alunos da metodologia feyerabendiana sejam capazes de conhecer a existência de diferentes tipos de células-tronco, eles não são capazes de citar os exemplos.

De forma sucinta, pode-se definir Células-Tronco pelas características que as distinguem de outras células: são células não-especializadas, portanto, não-diferenciadas, e em condições experimentais podem ser induzidas a se transformarem em células com funções especializadas. Podem ser

classificadas em três tipos: (1) totipotentes, isto é, células do primeiro estágio, que contém toda a informação genética para criar todas as células do embrião e também da placenta; (2) pluripotentes, num estágio seguinte, capazes de originar qualquer tipo de célula, com exceção da placenta; e (3) multipotentes, que podem originar diversos tipos celulares, porém, acredita-se que sejam mais limitadas. As pesquisas científicas trabalham com as duas últimas. (VIEIRA, 2004).

Quinta questão: EXPLIQUE a importância do estudo das células-tronco

Objetivo: Identificar os alunos que possuem uma visão abrangente das células-tronco, inclusive da importância dos avanços da ciência na área da medicina.

TABELA 9
Importância do estudo das células-tronco

Importância do estudo das células-tronco	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Avanço na medicina	5	2	2
Melhor manipulação e conhecimento das células-tronco	2	1	2
Não responderam	4	1	3
Total	11	4	7

Fonte: Dados da pesquisa

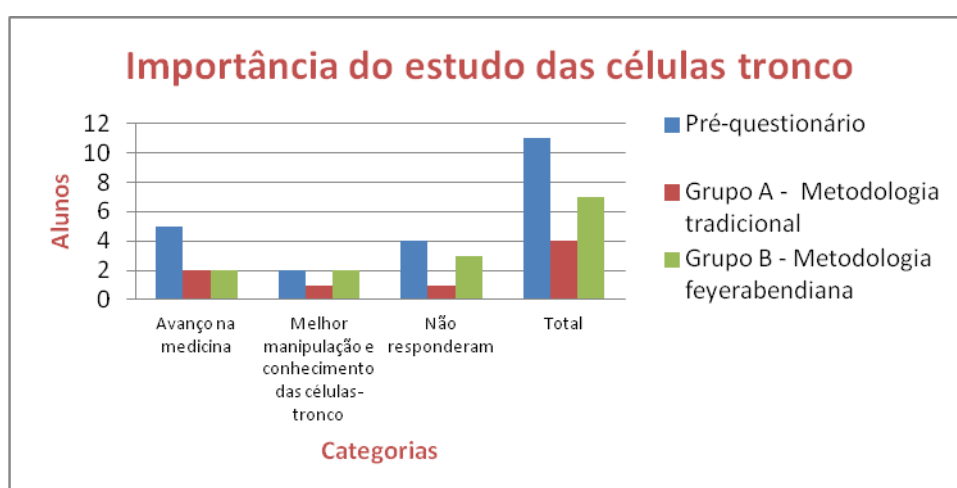


Gráfico 9: Importância do estudo das células-tronco

Fonte: Dados da pesquisa

A análise dos resultados mostra que até mesmo os alunos da metodologia feyerabendiana não possuem conhecimento acerca da importância do estudo das células-tronco.

Entende-se que a discussão sobre o estudo das células-tronco é muito importante, pois se trata de um assunto altamente relevante nos dias de hoje. Porém, a partir da análise dos resultados desta questão, levantou-se o seguinte questionamento: O público está leigo qualificado para debates como este? Esse é um levantamento que remete ao conceito de Alfabetização Científica:

De forma sucinta, a Alfabetização Científica diz respeito a instrumentalização dos sujeitos para o enfrentamento dos desafios do mundo atual, no tocante às relações entre ciência, tecnologia, ambiente e sociedade, capacitando o público para entender as metodologias, conceituações e o impacto da Ciência e da Tecnologia na sociedade, além de emitir opiniões a respeito desses temas. (CÂMARA *et al*, 1993)

Os nossos alunos estão alfabetizados cientificamente? Estão qualificados para debates e tomadas de decisão a respeito de pesquisas com células-tronco?

Sexta questão: LISTE as possíveis utilizações das células-tronco

TABELA 10
Possíveis utilizações das células-tronco

Possíveis utilizações das células-tronco	Pré-questionário	Grupo A Metodologia tradicional	Grupo B Metodologia feyerabendiana
Cura de doenças degenerativas	5	1	4
Cura de alguns tipos de câncer	2	0	3
Regeneração de regiões lesadas	5	3	1
Não responderam	5	1	4
Total	17	5	12

Fonte: Dados da pesquisa

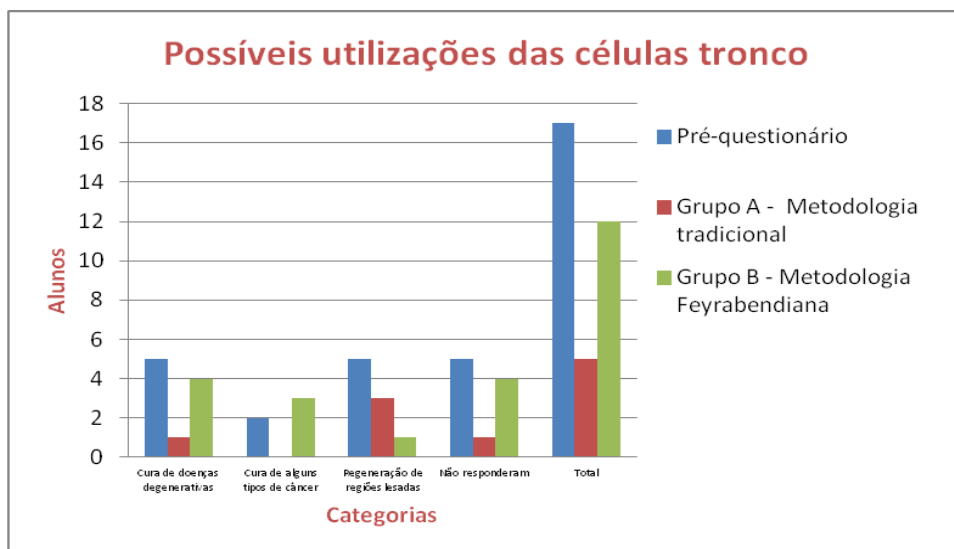


Gráfico 10: Possíveis utilizações das células-tronco
Fonte: Dados da pesquisa

A metodologia feyerabendiana apresentou uma diversidade maior de respostas.

Sétima questão: O que você sabia foi exposto na atividade proposta?

(Apenas para o grupo que sofreu intervenção)

TABELA 11
Conhecimento prévio do aluno segundo o próprio aluno

Sim	7
Não	4
Total	11

Fonte: Dados da pesquisa



Gráfico 11: Conhecimento prévio do aluno segundo o próprio aluno
Fonte: Dados da pesquisa

Analisando-se os fragmentos das citações dos alunos, observou-se que os conteúdos científicos apareceram, em grande parte, de forma superficial, similar a manchetes de matéria jornalística, raramente com alguma densidade científica. Tal análise contribui para a justificativa de se utilizar a metodologia feyerabendiana e atividades investigativas com o intuito de expandir o conhecimento dos alunos.

Oitava questão: Você sabia mais ou menos do que foi apresentado?

(Apenas para o grupo que sofreu intervenção)

TABELA 12
Nível de conhecimento do aluno sobre o tema, segundo o próprio aluno

Mais	3
Menos	8
Total	11

Fonte: Dados da pesquisa

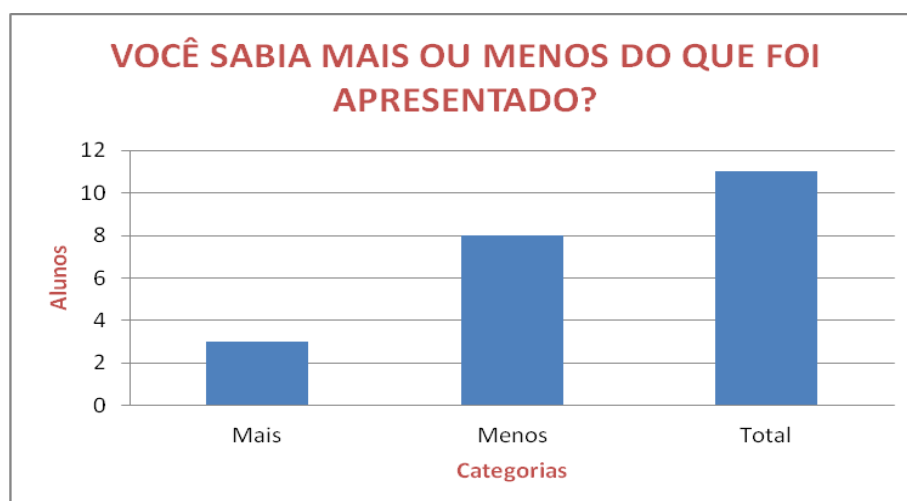


Gráfico 12: Nível de conhecimento do aluno sobre o tema, segundo o próprio aluno
Fonte: Dados da pesquisa

A sétima e a oitava questões são complementares, pois embora os alunos digam que já sabiam o que foi apresentado na atividade proposta, eles afirmam que também construíram novos conhecimentos a partir da atividade, o que ressalta a grande importância de se valorizar atividades que contemplem a metodologia de ensino baseada em Paul Feyerabend.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs a elaboração de uma estratégia para o ensino de ciências procurando avançar em relação a pesquisas anteriores.

A metodologia (estratégia) de ensino baseada na filosofia de Paul Feyerabend permitiu diminuir o abismo entre ciência escolar e ciência dos cientistas, pois promoveu aos alunos, além da aprendizagem de conteúdos conceituais, o levantamento de questões, o planejamento e a proposição de maneiras de se resolver problemas e responder a questões, o estabelecimento de relações entre explicações e evidências, a construção e a defesa de argumentos, bem como a comunicação de ideias – exatamente como os cientistas trabalham.

Acredita-se que o professor seguidor da metodologia de ensino baseada na filosofia de Paul Feyerabend apresentará, aos alunos, a ciência como uma atividade intelectual que consiste em examinar várias ideias pertinentes a um mesmo fato e, na adoção de uma delas, preferencialmente a que melhor explique o mundo e apresente sempre questões completas, que possam ser examinadas com exposição ampla das visões opcionais e de sua argumentação, sem excluir as visões anticientíficas. Ressalta-se que a ideia adotada pelo professor não precisa ser, necessariamente, a ideia adotada pelo aluno.

A metodologia proposta é uma forma de contribuir para uma educação menos excludente e mais integradora. Nesse sentido, é de extrema importância a utilização de uma pluralidade metodológica na prática educativa, pois assim será possível contemplar um número maior de alunos baseando-se em suas diferenças individuais.

Vale ressaltar que a proposta deste trabalho não é a exclusão nem a substituição de outras metodologias de ensino, mas o incentivo a uma pluralidade metodológica, pois acredita-se que só assim será possível o desenvolvimento de um ensino de ciências mais próximo da realidade da pesquisa em ciência.

Laburú, Arruda e Nardi (2003) recomendam uma educação científica e, principalmente, os métodos de ensino a ela associados, não fixos a sistemas rígidos e limitados, com determinada interpretação, mas abertos à crítica e a todas as novas descobertas e experiências inovadoras da área.

Assim, o princípio último que este trabalho propôs é que quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores condições ele terá para desenvolver uma aprendizagem significativa para a maioria de seus alunos, preparando-os para debates e tomadas de decisão a respeito de temas polêmicos e que podem ter visões incomensuráveis.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA; BATISTA; SCHRAM. A ciência, a verdade e o real: variações sobre o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 22, n. 2: p. 240-262, ago. 2005.

BERBEL, N. N.: *“Problematization” and Problem-Based Learning: different words or different ways?* Interface – Comunicação, Saúde, Educação, v.2, n.2, 1998.

Disponível:

http://www.fm.usp.br/cedem/did/preceptores/BAS3_PBL_x_Problematizacao.pdf

Acesso em: 20 jul. 2009.

BORGES, Antonio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BROOKS, Jacqueline Grennon; BROOKS, Martin G. **Construtivismo em sala de aula**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1997. 144p.

CÂMARA, João Bosco Rasslan *et al.* Percepções de alunos do ensino médio sobre pesquisas com células-tronco. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2005. **Atas do V Enpec**, nº 5, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

CARVALHO, Marcelo. Construtivismo, pluralismo metodológico e formação de professores para o ensino de ciências naturais. **Semana: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v. 26, n. 2, p. 83-94, jul./dez. 2005. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/3556/2870> Acesso em: 20 jul. 2009.

CARVALHO, A.M.P. *et al.* **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Thomson, 2004. 154p.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Fiker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. 225p.

CRAVEIRO, Rodrigo. **Entrevista exclusiva/James Edgar Till**. Disponível em: <<http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=70>> Acesso em: 01 dez. 2009.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora, 1989.

FILHO, José Jeremias de Oliveria. **Teoria das explicações científicas, regras metodológicas e metodologia das ciências sociais**. Plural. Sociologia, USP, S. Paulo, 2: 109-117, 1 semestre 1995. Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/ds/plural/edicoes/02/projeto_1_Plural_2.pdf> Acesso em: 00 mês. Ano (10 jul. 2009.)

GONÇALVES, Virgínia Maria Fontes. **Do racionalismo crítico ao anarquismo pluralista**: uma ruptura na transformação do pensamento de Paul Feyerabend. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Filosofia da PUC-Rio, 2004.

HODSON, D. *Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*, Enseñanza de las Ciências, 12,3,299-313, 1994.

KUHN, Deanna. **Teaching and learning science as argument**. Published online in *Wiley InterScience*. Disponível em: <<http://www.interscience.wiley.com>> Acesso em: 26 set. 2009.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. **Pluralismo metodológico no ensino de ciências**. Methodological pluralism in science teaching. Disponível: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo5/pluralismociencias.pdf>> Acesso em: 26 set. 2009.

LABURÚ, C. E. & CARVALHO, M. **Educação científica**: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2005. Acesso em: 26 set. 2009.

MAUÉS, Ely e LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Atividades Investigativas nas séries iniciais. **Presença Pedagógica**, v.12, n.72, nov./dez. 2006.

MOORE Keith L; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia básica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 291p.

MORAIS, Magali Aparecida Alves de; MANZINI, Eduardo José. **Concepções sobre a aprendizagem baseada em problemas**: um estudo de caso na Famema. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022006000300003&script=sci_arttext&tlng=in.> Acesso em: 26 set. 2009.

MAZZOTI, Alda Judith Alves; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais**. Pesquisa Quantitativa e qualitativa. São Paulo: Editora Pioneira, 1998. 203p.

MITHE, Camila. **Quando começa a vida**. Disponível em: <<http://www.vestibular.brasilecola.com/blog/quando-comeva-vida.htm>> Acesso em: 01 dez. 2009.

MUNFORD, D., et al. **ENCI**: Ensino por Investigação. Volume 1 – Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008.109p.

MUTO, Eliza; NARLOCH, Leandro. **Aborto é assassinato? Quando, afinal, começa a vida humana?** Disponível em: <http://www.super.abril.com.br/superarquivo/2005/conteudo_102861.shtm> Acesso em: 01 dez. 2009.

PALHARINI, Luciana. Entre semelhanças e diferenças. 10.02-2010. **Revista eletrônica de jornalismo científico**. Disponível: <<http://www.comciencia.br/comciencia/index.php?section=8&edicao=53&id=668>> Acesso em: 23 abr. 2010.

PINTO, Ivan Luiz Gonçalves. **O progresso da ciência e o anarquismo epistemológico de Karl Paul Feyerabend**. 2007. Dissertação – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PRESTON, J., **Feyerabend: philosophy, science and society**. Cambridge, UK, Polity Press, 1997.

REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira. Feyerabend e o pluralismo metodológico. **Cad.Cat.Ens.Fis.**, v.13,n3: p.231-247, dez.1996.

ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo Pereira; ARNOLDI, Marlene Aparecida Gonzales Colombo. **A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para avaliação de resultados**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2006. 112p.

SÁ, E. F. *et al.* As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em Ensino de Ciências. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007. **Anais do VI ENPEC**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

TERRA, P. S. O ensino de ciências e o professor anarquista epistemológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 2: p: 208-218, ago. 2002.

THEOCHARIS, T.; PSIMOPOULOS, M. **Where science has gone wrong**. Nature, n.329, p. 595-598, 1987.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NOS DOIS GRUPOS

1 DETERMINE onde a vida começa:

- () Fecundação
- () Implantação do embrião no útero – primeiras semanas
- () Embrião
- () Feto
- () Nascimento

2 IDENTIFIQUE e CITE a existência de diferentes visões sobre a utilização de células-tronco:

_____ Não _____ Sim, existem diferentes visões sobre o uso de células-tronco

Caso sua resposta tenha sido sim:

2.1 IDENTIFIQUE as diferentes visões:

2.2 INDIQUE a qual visão você é adepto:

2.3 JUTIFIQUE sua escolha:

3 DEFINA o que são células-troncos:

4 DETERMINE se existem tipos diferentes de células-tronco:

_____ Não _____ Sim

Caso sua resposta tenha sido sim:

4.1 CITE os tipos de células-tronco:

5 EXPLIQUE a importância do estudo das células-tronco:

6 LISTE as possíveis utilizações das células-tronco:

Novecentas mil células, que, juntas, encheriam um copo d'água. Assim pode ser dimensionado o universo dos 25 000 embriões excedentes de tratamentos de fertilização in

vitro no Brasil. Estocados nas 170 clínicas de reprodução humana existentes no país, congelados em tonéis de nitrogênio líquido, eles constituem uma das questões mais complexas e delicadas da medicina reprodutiva: o que fazer com os embriões que, criados em laboratório, não foram transferidos para o útero? No caso dos que planejam tentar mais uma gravidez, a decisão é simples – os embriões são mantidos congelados até o momento da próxima implantação. Mas e quando o casal não quer ter mais filhos? "Nessas situações, não há como contornar a angústia", diz o médico Edson Borges, diretor clínico do Centro de Fertilização Assistida Fertility, em São Paulo. Alguns cedem os embriões excedentes para pesquisas clínicas. Outros optam por doá-los a casais inférteis. Há os que decidem jogá-los no lixo e os que simplesmente desaparecem, abandonando-os nas clínicas. Há ainda aqueles homens e mulheres que não se sentem confortáveis em doá-los ou descartá-los e escolhem preservá-los congelados por tempo indeterminado. O custo para manter um pacote de embriões congelados é de, em média, 1 000 reais por ano.

Fonte: Revista Veja – 17/12/2009

A discussão ética e religiosa em torno do assunto é a mesma que cerca a legalização do aborto. Afinal de contas, o que é um embrião? Ele pode ser considerado um ser humano ou se trata apenas de um amontoado de células indiferenciadas ao qual não se pode conferir humanidade?

Proposta indecente. Ou não?

Um homem, 22 anos, sofre um acidente de automóvel e tem diagnosticada morte cerebral. Ele estava noivo e com casamento marcado para dali a 4 meses. O pai dele, assim que chegou ao hospital, foi informado de tal diagnóstico e, sob solicitação da equipe médica, concordou com a doação dos órgãos de seu filho. Ao mesmo tempo, no entanto, ele fez uma solicitação um tanto incomum: queria que o esperma do seu único filho fosse congelado para ser usado no futuro. O médico aceitou o pedido.

O pai tratou, então, de convencer a ex-futura nora a conceber um filho do noivo falecido, pois dessa forma uma "parte dele continuaria viva" e o amor do casal traria um fruto, mesmo diante de tal tragédia. Depois de muito hesitar, a noiva submeteu-se ao tratamento para a fertilização *in vitro* e os embriões produzidos foram considerados aptos para o implante no útero. No entanto, nessa etapa do tratamento, já com os embriões que seriam implantados congelados, ela desistiu de seguir adiante com a empreitada e optou pelo descarte dos embriões, levando em conta o rumo que sua vida teria se não o fizesse. O desespero do pai do noivo foi imediato, consciente de que todo o esperma disponível do filho já havia sido destinado a esse tratamento, sem possibilidade, portanto, de fertilizar outra mulher e “manter parte de seu filho viva”.

1. Valendo-se de argumentos científicos, como a noiva pode justificar a sua opção?
2. Suponha que o pai do noivo queira demover a noiva de sua decisão. Quais argumentos científicos ele poderia utilizar?

Roteiro criado por **José Manoel Martins**, professor de Biologia do Colégio Oswald de Andrade, de São Paulo.

ANEXO A – REPORTAGEM 1: QUANDO COMEÇA A VIDA

A polêmica a respeito do uso das **células-tronco embrionárias** em pesquisas científicas está em pauta no Brasil. Na última quarta-feira, dia 05, o Supremo Tribunal Federal (STF), órgão máximo do Poder Judiciário no país, começou o julgamento da “**Ação Direta da Inconstitucionalidade nº 3510-0/600**”, que tem parecer de autoria do ex-procurador geral da República Cláudio Lemos Fonteneles, de 2005.

A intenção é julgar se a utilização de células-tronco embrionárias proposta pela Lei de Biossegurança não fere a Constituição Federal. Além disso, o parecer de Fonteneles põe em questão a pergunta primordial para a utilização desses embriões: Quando começa a vida humana para fins legais: Após a implantação do embrião no útero materno ou após o nascimento?

Histórico

A **Lei de Biossegurança** regulamenta a produção e comercialização de organismos geneticamente modificados (OGM) e a utilização de células-tronco embrionárias para fins de pesquisa e terapia. Ela foi enviada para o Congresso em 2003 e aprovada em 2004, mas sofreu modificações em 2005, com a inclusão da utilização de células-tronco embrionárias para pesquisa e a ampliação de poderes da CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

Pesquisas no Brasil

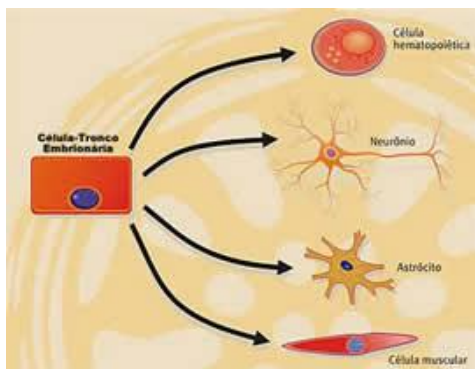
Atualmente, aqui no Brasil, utilizam-se células-tronco retiradas da medula óssea e de cordões umbilicais. O que os cientistas afirmam é que o potencial dessas células-tronco é limitado, sendo que elas originam apenas alguns tecidos do corpo.

Quem é contra as pesquisas

A alegação de Fonteneles e também da Igreja Católica é a de que o embrião (mesmo que esteja congelado) é protegido pelo artigo 5º da Constituição que rege sobre a “inviolabilidade do direito à vida” (essa é uma cláusula pétrea, que não pode ser modificada nem por emenda constitucional). Os católicos defendem que a vida começa na concepção.

Além disso, a corrente contra as pesquisas acredita que a liberação das pesquisas com células-tronco embrionárias poderia levar à criação de um mercado negro de comércio de embriões, onde mulheres pobres seriam estimuladas a ovular em grande quantidade e vender clandestinamente seus embriões para pesquisa.

Membros da corrente contra as pesquisas afirmam, ainda, não haver provas comprovadas da eficiência das células-tronco embrionárias na cura de doenças em outros países em que as pesquisas são liberadas.



Células-tronco embrionárias: grande potencial de transformação (clique na imagem para ampliar)

Quem á favor das pesquisas

A comunidade científica defende a cura de milhões de pessoas com a pesquisa de células-tronco embrionárias. De acordo com os cientistas, essas células são “curingas” que podem transformar-se em qualquer outra célula do corpo humano. Assim, elas poderiam ajudar na cura de doenças como diabetes e mal de Parkinson.

Sobre a polêmica da “vida” dos embriões, os cientistas acreditam que tais embriões têm pouco ou nenhum potencial para se tornarem humanos. Além disso, eles acreditam na idéia de que o aborto só acontece quando há interrupção da gravidez e, no caso dos embriões congelados, nem há gravidez. Outro detalhe importante lembrado pela comunidade científica é que depois de 04 anos congelados os embriões são simplesmente descartados pelos laboratórios.

Adiamento

Os trabalhos no STF chegaram a começar na última quarta-feira, mas, o ministro Carlos Alberto Direito pediu vistas do processo (uma espécie de “revisão” ou tempo para estudar melhor antes de tomar um partido) e interrompeu o julgamento por até 30 dias.

Até agora, o presidente Lula, os ministros do Supremo Carlos Ayres (relator do processo) e Ellen Gracie (presidente do STF) e o ministro da saúde José Gomes Temporão mostraram-se favoráveis às pesquisas com células-tronco embrionárias. Temporão afirmou que os investimentos para as pesquisas serão liberados se a decisão final do Supremo também for favorável.

Resta esperar até abril, quando os 11 ministros do STF decidirão sobre o futuro das pesquisas no Brasil.

E você, acha que essas pesquisas violam o direito à vida? De qual lado você está: dos cientistas ou dos que acreditam na inconstitucionalidade das pesquisas? Opine e tire suas dúvidas!

Fonte: <http://www.vestibular.brasilecola.com/blog/quando-comeva-vida.htm>

ANEXO B – REPORTAGEM 2: ENTREVISTA EXCLUSIVA/JAMES EDGAR TILL



James Edgar Till: pai das células-tronco

"As pesquisas renderão muitas surpresas"

Em 1963, ele descobriu que as células transplantadas da medula óssea no baço de ratos se auto-replicavam. Com a pesquisa, o cientista canadense James Edgar Till, hoje com 76 anos, ganhou o apelido de "pai das células-tronco". Em entrevista exclusiva ao site Células-Tronco Esperança, Till -- Ph.D. em Biomedicina pela Universidade de Yale -- falou sobre o pioneirismo nas pesquisas com essas estruturas diferenciadas e suas perspectivas na promissora área terapêutica.

Rodrigo Craveiro (rodrigo.craveiro@gmail.com)

Muitos cientistas o consideram o pai das pesquisas com células-tronco. Como o senhor encara esse apelido?

No final da década de 1950, comecei um programa de pesquisa cooperativa com o Dr. Ernest McCulloch. Com poucos anos, nossa pesquisa nos levou a uma grande mudança na maneira como as células-tronco eram estudadas. Antes dessa época, a principal ênfase era em torno de especulações sobre a morfologia das células-tronco. Com o que elas se pareciam? Depois disso, a principal ênfase era na função das células-tronco. O que elas poderiam fazer? Experiências cruciais foram feitas em colaboração com os doutores Andrew Becker e Ernest McCulloch e divulgadas na revista científica Nature em 1963. Essas experiências mostraram que colônias derivadas da medula, formadas no baço de ratos que receberam radiação pesada, eram clones derivados de células singulares. Esses clones continham mais de um tipo de célula formadora de sangue diferenciada. Então, fortes evidências foram oferecidas, pela primeira vez, que a medula óssea do rato adulto contém células progenitoras multipotentes.

Que tipo de impactos o senhor imaginava que a descoberta dessas células auto-renováveis poderia produzir na Medicina?

O trabalho de autorenovação das células formadoras de colônia no baço foi feito em colaboração com os Drs. Ernest McCulloch e Louis Siminovitch. Como resultado desse trabalho, nós propusemos um modelo de definição funcional de células-tronco. A nova definição enfatizava três propriedades funcionais cruciais das células-tronco: a capacidade de auto-renovação, a capacidade de diferenciação e uma capacidade para proliferação extensiva. Essa definição funcional ainda é útil nos dias de hoje. Não pensávamos muito, naquele tempo, sobre os possíveis impactos futuros de nosso trabalho. Estávamos principalmente interessados em explorar mais as capacidades funcionais das células-tronco. Por exemplo, poderiam existir células-tronco multipotentes que poderiam aumentar não apenas as células do sangue (como os eritrócitos), mas também outras células (como células de formação de anticorpos)? O trabalho subsequente, feito em colaboração com o Dr. Alan Wu, mostrou que tais células existem em ratos adultos. A evidência obtida foi de que células o sistema de formação do sangue e do sistema imunológico poderia ser derivadas da mesma célula-tronco.

Como o senhor descobriu as células-tronco? Foi um processo acidental?

Todo o nosso trabalho subsequente com células-tronco começou com uma descoberta acidental. O Dr. McCulloch estava fazendo autopsia em ratos como parte de um experimento em que ratos irradiados tinham recebido, 10 dias antes, transplantes de entre 10 mil e 100 mil células nucleadas da medula óssea. Ele descobriu que havia blocos inesperados (pequenos inchaços) visíveis nos baços desses ratos. O Dr. McCulloch contou o número de blocos e ficou surpreso ao descobrir que, quanto mais células da medula tivessem sido transplantadas, mais números de blocos eram detectados.

Rapidamente concordamos que os blocos eram colônias de células derivadas de células individuais da medula óssea transplantada. Mas como ter certeza? Por isso, o trabalho crucial desenhado para testar essa hipótese foi realizado em colaboração com o Dr. Andrew Becker. Nosso trabalho confirmou a hipótese.

Qual é o verdadeiro potencial das células-tronco como ferramentas para ajudarem a curar graves doenças? Elas poderão produzir uma revolução na medicina terapêutica?

O transplante de medula óssea que contém células-tronco viáveis tem sido, por muitos anos, um tratamento bem-sucedido para algumas doenças do sistema de formação do sangue, como as leucemias. Eu compartilho com muitos outros cientistas a esperança de que os tratamentos com células-tronco serão capazes de produzir importantes contribuições para outros aspectos da medicina terapêutica, como a medicina regenerativa. De qualquer modo, ainda há muitas pesquisas básicas e translacionais para serem feitas. A única previsão que eu desejo fazer é que tal pesquisa renderá muitas surpresas. Eu espero que muitas delas sejam agradáveis!

Como o senhor vê o conflito entre ciência e religião, no qual a Igreja Católica se opõe à manipulação de células-tronco embrionárias?

Quando a pesquisa é apoiada por fundos do governo, o dinheiro pode vir de impostos pagos por membros de várias religiões. Se há preocupações justificáveis sobre a pesquisa, então os representantes eleitos pelo povo precisam desenvolver políticas públicas apropriadas. Tais políticas precisam levar em conta quaisquer conflitos de valores entre membros de diferentes religiões. Isso tem ocorrido no Canadá, e acho que as atuais leis e medidas relacionadas à pesquisa com células-tronco no país têm produzido um modo politicamente aceitável de se permitir a realização de pesquisas inovadoras.

Quando pessoas doentes e incapacitadas começarão a ter benefícios das pesquisas com células-tronco? Como o senhor vê a atitude de alguns governos, como o dos Estados Unidos, que tentam boicotar algumas pesquisas?

Como eu já disse, a única previsão que eu gostaria de fazer é que as células-tronco continuarão sendo fonte de surpresas. O atual governo norte-americano não é muito entusiasta de alguns tipos de pesquisa com células-tronco. Em vez disso, Estados individuais (como a Califórnia) estão tentando fornecer apoio substancial aos tipos de pesquisa com células-tronco que os líderes científicos e políticos pensam ser importantes. Pesquisas inovadoras com células-tronco serão feitas. As únicas incertezas são: quando, onde e por quem?

As células-tronco são o futuro da medicina terapêutica?

Previsões muitas vezes se provam erradas. De qualquer modo, eu espero que notícias muito boas virão da pesquisa de alta qualidade com células-tronco. Eu também espero que haverá muito poucas más notícias. Exemplo de má notícia é a ciência fraudulenta e falsa. Também o são más notícias os testes clínicos mal-planejados -- como aqueles sem grupo de controle, sem examinadores independentes e sem relatos na nobre literatura revisada. A pesquisa de baixa qualidade pode não apenas provocar muitos danos aos pacientes, mas também minar a credibilidade de todos os tipos de pesquisas com células-tronco. Isso seria uma notícia péssima.

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=70>

ANEXO C – REPORTAGEM 3: Aborto é assassinato? Quando, afinal, começa a vida humana?

Eliza Muto e Leandro Narloch

Ao lado de "paz" e "amor", "vida" é uma daquelas poucas palavras capazes de provocar unanimidade. Quem pode ser contra? "Amor" e "paz", no entanto, são conceitos cuja definição não desperta polêmica. Com "vida" é diferente. Ninguém é capaz sequer de explicar o que é vida. Só no Aurélio há 18 tentativas. Por mais de 2 mil anos, essa indefinição foi motivo de inquietação só para poucos filósofos. Em geral, nos contentamos em falar que vida é vida e pronto. Hoje, porém, a ciência mexe fundo neste conceito. Expressões como "proveta" e "manipulação genética" estão cada vez mais presentes no cotidiano. E a pergunta sobre o que é vida, e quando ela começa, virou uma polêmica que vai guiar boa parte da sociedade em que vamos viver. A resposta sobre a origem de um indivíduo será decisiva para determinar se aborto é crime ou não. E se é ético manipular embriões humanos em busca da cura para doenças como o mal de Alzheimer e deficiências físicas.

"Ter embriões estocados em laboratório é um evento tão novo e diferente para a humanidade que ainda não tivemos tempo de amadurecer essa idéia", diz José Roberto Goldim, professor de bioética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. "Biologicamente, é inegável que a formação de um novo ser, com um novo código genético, começa no momento da união do óvulo com o espermatozóide. Mas há pelo menos 19 formas médicas para decidir quando reconhecer esse embrião como uma pessoa."

Vida é quando acontece a fecundação? Isso significa dizer que cerca de metade dos seres humanos morre nos primeiros dias, já que é muito comum o embrião não conseguir se fixar na parede do útero, sendo expelido naturalmente pelo corpo. Vida é o oposto de morte - e então ela se inicia quando começam as atividades cerebrais, por volta do 2º mês de gestação? Vida é um coração batendo, um feto com formas humanas, um bebê dando os primeiros gritos na sala de parto? Ou ela começa apenas quando a criança se reconhece como indivíduo, lá pelos 2 anos de idade? Para a Igreja, vida é o encontro de um óvulo e um espermatozóide e, portanto, não há qualquer diferença entre um zigoto de 3 dias, um feto de 9 meses e um homem de 90 anos. Mas então por que não existem velórios com coroas de flores, orações e pessoas de luto para embriões que morrem nos primeiros dias de gravidez? Essa é uma discussão cheia de contradições e respostas diferentes. Um debate em que a medicina fica mais perto de ser uma ciência humana do que biológica e em que frequentemente se encontram cientistas usando argumentos religiosos e religiosos se valendo de argumentos científicos. Por isso, o melhor a fazer é começar pela história de como a idéia de vida apareceu entre nós.

A história da vida

Saber onde começa a vida é uma pergunta antiga. Tão velha quanto a arte de perguntar - a questão despertou o interesse, por exemplo, do grego Platão, um dos pais da filosofia. Em seu livro República, Platão defendeu a interrupção da gestação em todas as mulheres que engravidassem após os 40 anos. Por trás da afirmação estava a idéia de que casais deveriam gerar filhos para o Estado durante um determinado período. Mas quando a mulher chegasse a idade avançada, essa função cessava e a indicação era clara: o aborto. Para Platão, não havia problema ético algum nesse ato. Ele acreditava que a alma entrava no corpo apenas no momento do nascimento.

As idéias do filósofo grego repercutiram durante séculos. Estavam por trás de alguns conceitos que nortearam a ciência na Roma antiga, onde a interrupção da gravidez era considerada legal e moralmente aceitável. Sêneca, um dos filósofos mais importantes da época, contou que era comum mulheres induzirem o aborto com o objetivo de preservar a beleza do corpo. Além disso, quando um habitante de Roma se opunha ao aborto era para obedecer à vontade do pai, que não queria ser privado de um filho a quem ele tinha direito.

A tolerância ao aborto não queria dizer que as sociedades clássicas estavam livres de polêmicas semelhantes às que enfrentamos hoje. Contemporâneo e pupilo de Platão, Aristóteles afirmava que o

feto tinha, sim, vida. E estabelecia até a data do início: o primeiro movimento no útero materno. No feto do sexo masculino, essa manifestação aconteceria no 40º dia de gestação. No feminino, apenas no 90º dia - Aristóteles acreditava que as mulheres eram física e intelectualmente inferiores aos homens e, por isso, se desenvolviam mais lentamente. Como naquela época não era possível determinar o sexo do feto, o pensamento aristotélico defendia que o aborto deveria ser permitido apenas até o 40º dia da gestação.

A teoria do grego Aristóteles sobreviveu cristianismo adentro. Foi encampada por teólogos fundamentais do catolicismo, como São Tomás de Aquino e Santo Agostinho, e acabou alçada a tese oficial da Igreja para o surgimento da vida. E assim foi por um bom tempo - até o ano de 1588, quando o papa Sixto 5º condenou a interrupção da gravidez, sob pena de excomunhão. Nascia aí a condenação do Vaticano ao aborto, você deve estar pensando. Errado. O sucessor de Sixto, Gregório 9º, voltou atrás na lei e determinou que o embrião não formado não poderia ser considerado ser humano e, portanto, abortar era diferente de cometer um homicídio. Essa visão perdurou até 1869, no papado de Pio 9º, quando a Igreja novamente mudou de posição. Foi a solução encontrada para responder à pergunta que até hoje perturba: quando começa a vida? Como cientistas e teólogos não conseguiam concordar sobre o momento exato, Pio 9º decidiu que o correto seria não correr riscos e proteger o ser humano a partir da hipótese mais precoce, ou seja, a da concepção na união do óvulo com o espermatozóide.

A opinião atual do Vaticano sobre o aborto, no entanto, só seria consolidada com a decisão dos teólogos de que o primeiro instante de vida ocorre no momento da concepção, e que, portanto, o zigoto deveria ser considerado um ser humano independente de seus pais. "A vida, desde o momento de sua concepção no útero materno, possui essencialmente o mesmo valor e merece respeito como em qualquer estágio da existência. É inadmissível a sua interrupção", afirma dom Rafael Llano Cifuentes, presidente da Comissão Episcopal Pastoral para a Vida e a Família da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB).

O catolicismo é das únicas grandes religiões do planeta a afirmar que a vida começa no momento da fecundação e a equiparar qualquer aborto ao homicídio. O judaísmo e o budismo, por exemplo, admitem a interrupção da gravidez em casos como o de risco de vida para a mãe (veja quadro na pág 61). Isso mostra que a idéia de vida e a importância que damos a ela varia de acordo com culturas e épocas. Até séculos atrás, eram apenas as crenças religiosas e hábitos culturais que davam as respostas a esse debate cheio de possibilidades. Hoje, a ciência tem muito mais a dizer sobre o início da vida.

A ciência explica

O astrônomo Galileu Galilei (1554-1642) passou a vida fugindo da Igreja por causa de seus estudos de astronomia. Ironicamente, sem uma de suas invenções - o telescópio, fundamental para a criação do microscópio -, a Igreja não teria como fundamentar a tese de que a vida começa já na união do óvulo com o espermatozóide. Foi somente no século 17, após a invenção do aparelho, que os cientistas começaram a entender melhor o segredo da vida. Até então, ninguém sabia que o sêmen carregava espermatozóides. Mais tarde, por volta de 1870, os pesquisadores comprovaram que aqueles espermatozóides corriam até o óvulo, o fecundavam e, 9 meses depois, você sabe. Foi uma descoberta revolucionária. Fez os cientistas e religiosos da época deduzir que a vida começa com a criação de um indivíduo geneticamente único, ou seja, no momento da fertilização. É quando os genes originários de duas fontes se combinam para formar um indivíduo único com um conjunto diferente de genes.

Que bom se fosse tão simples assim. Hoje sabemos que não existe um momento único em que acontece a fecundação. O encontro do óvulo com o espermatozóide não é instantâneo. Em um primeiro momento, o espermatozóide penetra no óvulo, deixando sua cauda para fora. Horas depois, o espermatozóide já está dentro do óvulo, mas os dois ainda são coisas distintas. "Atualmente, os pesquisadores preferem enxergar a fertilização como um processo que ocorre em um período de 12 a 24 horas", afirma o biólogo americano Scott Gilbert, no livro *Biologia do Desenvolvimento*. Além disso, são necessárias outras 24 horas para que os cromossomos contidos no espermatozóide se encontrem com os cromossomos do óvulo.

Quando a fecundação termina, temos um novo ser, certo? Também não é bem assim. A teoria da fecundação como início de vida sofre um abalo quando se leva em consideração que o embrião pode dar origem a dois ou mais embriões até 14 ou 15 dias após a fertilização. Como uma pessoa pode surgir na fecundação se depois ela se transforma em 2 ou 3 indivíduos? E tem mais complicação. É bem provável que o embrião nunca passe de um amontoado de células. Depois de fecundado numa das trompas, ele precisa percorrer um longo caminho até se fixar na parede do útero. Estima-se que mais de 50% dos óvulos fertilizados não tenham sucesso nessa missão e sejam abortados espontaneamente, expelidos com a menstruação.

Além dessa visão conhecida como "genética", há pelo menos outras 4 grandes correntes científicas que apontam uma linha divisória para o início da vida. Uma delas estabelece que a vida humana se origina na gastrulação - estágio que ocorre no início da 3ª semana de gravidez, depois que o embrião, formado por 3 camadas distintas de células, chega ao útero da mãe. Nesse ponto, o embrião, que é menor que uma cabeça de alfinete, é um indivíduo único que não pode mais dar origem a duas ou mais pessoas. Ou seja, a partir desse momento, ele seria um ser humano.

Com base nessa visão, muitos médicos e ativistas defendem o uso da pílula do dia seguinte, medicação que dificulta o encontro do espermatozóide com o óvulo ou, caso a fecundação tenha ocorrido, provoca descamações no útero que impedem a fixação do zigoto. Para os que brigam pelo o direito do embrião à vida, a pílula do dia seguinte equivale a uma arma carregada.

Para complicar ainda mais, há uma terceira corrente científica defendendo que para saber o que é vida, basta entender o que é morte. E países como o Brasil e os EUA definem a morte como a ausência de ondas cerebrais. A vida começaria, portanto, com o aparecimento dos primeiros sinais de atividade cerebral. E quando eles surgem? Bem, isso é outra polêmica. Existem duas hipóteses para a resposta. A primeira diz que já na 8ª semana de gravidez o embrião - do tamanho de uma jabuticaba - possui versões primitivas de todos os sistemas de órgãos básicos do corpo humano, incluindo o sistema nervoso. Na 5ª semana, os primeiros neurônios começam a aparecer; na 6ª semana, as primeiras sinapses podem ser reconhecidas; e com 7,5 semanas o embrião apresenta os primeiros reflexos em resposta a estímulos. Assim, na 8ª semana, o feto - que já tem as feições faciais mais ou menos definidas, com mãos, pés e dedinhos - tem um circuito básico de 3 neurônios, a base de um sistema nervoso necessário para o pensamento racional.

A segunda hipótese aponta para a 20ª semana, quando a mulher consegue sentir os primeiros movimentos do feto, capaz de se sentar de pernas cruzadas, chutar, dar cotoveladas e até fazer caretas. É nessa fase que o tálamo, a central de distribuição de sinais sensoriais dentro do cérebro, está pronto. Se a menor dessas previsões, a de 8 semanas, for a correta, mais da metade dos abortos feitos nos EUA não interrompem vidas. Segundo o instituto americano Allan Guttmacher, ong especializada em estudos sobre o aborto, 59% dos abortos legais acontecem antes da 9ª semana.

Apesar da discordância em relação ao momento exato do início da vida humana, os defensores da visão neurológica querem dizer a mesma coisa: somente quando as primeiras conexões neurais são estabelecidas no córtex cerebral do feto ele se torna um ser humano. Depois, a formação dessas vias neurais resultará na aquisição da "humanidade". E essa opinião também é compartilhada por alguns teólogos cristãos, como Joseph Fletcher, um dos pioneiros no campo da bioética nos EUA. "Fletcher acreditava que, para se falar em ser humano, é preciso se falar em critérios de humanidade, como autoconsciência, comunicação, expressão da subjetividade e racionalidade", diz o filósofo e teólogo João Batistiole, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Para o filósofo Peter Singer, da Universidade de Princeton, nos EUA, levado às últimas consequências o critério da autoconsciência pode ser usado para considerar o infanticídio moralmente aceitável em algumas situações. Segundo ele, é lícito exterminar a vida de um embrião, feto, feto sem cérebro ou até de um recém-nascido extremamente debilitado se levarmos em conta que o bebê não tem consciência de si, sentido de futuro ou capacidade de se relacionar com os demais. "Se o feto não tem o mesmo direito à vida que a pessoa, é possível que o bebê recém-nascido também não tenha", afirma o filósofo australiano, que atraiu a ira de grupos pró-vida que o acusam de ser nazista, embora 3 de seus avós tenham morrido no holocausto. "Pior seria prolongar a vida de um recém-nascido com deficiências graves e condenado a uma vida repleta de sofrimento."

É o caso de bebês com anencefalia, que não têm o cérebro completamente formado. Dos fetos anencéfalos que nascem vivos, 98% morrem na 1ª semana. Os outros, nas semanas ou meses

seguintes. Nesse caso, é melhor prolongar a existência do bebê ou abortar para evitar o sofrimento da criança? "Provavelmente, a vida de um chimpanzé normal vale mais a pena que a de uma pessoa nessa condição. Assim, poderia dizer que há circunstâncias em que seria mais grave tirar a vida de um não-humano que de um humano", alega Singer. A tese é recebida com desprezo no campo adversário. "Há testemunhos entre pais de pacientes desenganados pela medicina de que é possível viver uma positividade mesmo dentro da situação de sofrimento", afirma Dalton Luiz de Paula Ramos, professor da USP e coordenador do Projeto Ciências da Vida, da PUC-SP. Em julho de 2004, o Supremo Tribunal Federal (STF) concedeu liminar liberando o aborto de fetos anencéfalos no país. A decisão final da Justiça, que pode legalizar definitivamente o aborto de anencéfalos no Brasil, deve sair a qualquer momento.

A cura dentro de nós

Perto da deficiência física, porém, o nascimento de fetos anencéfalos é um problema pequeno. Segundo o IBGE, existem 937 mil brasileiros paraplégicos, tetraplégicos ou com um lado do corpo paralisado. Sem conseguir se mexer, muitos acabam morrendo por causa das escaras, feridas na pele criadas pela falta de circulação do sangue. Foram elas que mataram, em outubro de ano passado, o ator americano Christopher Reeve, célebre no papel do Super-Homem e ativista em prol dos estudos com células-tronco. Desde a década de 1980, esse tipo de células vem dando esperança a quem antes pensava que nunca voltaria a andar. Mas o futuro dessas pesquisas também está ligado à polêmica sobre onde começa a vida humana.

Do mesmo modo que as primeiras células que formam o embrião humano, as células-tronco são como curingas: ainda não foram diferenciadas para formar os tecidos que compõem o organismo. Podem se transformar em células ósseas, renais, neurônios, dependendo da necessidade e do poder de regeneração de cada órgão. Mesmo depois do nascimento, o corpo conserva essas células, sobretudo no cordão umbilical e na medula óssea. Injetando ou incentivando a migração de células-tronco adultas da medula para o coração, por exemplo, os cientistas estão conseguindo fazer o principal órgão humano se regenerar. Em pouco mais de um mês, pacientes com insuficiência cardíaca provocada por infartos ganham vida nova. A idéia é que a técnica das células-tronco, eleita pela revista Science como a mais importante pesquisa biológica do milênio, possa curar problemas renais, hepáticos, lesões da medula espinhal, mal de Alzheimer e até possibilitem a criação de órgãos em laboratório.

Até aí, nenhum conflito ético. Em 1998, porém, descobriu-se que as células-tronco mais potentes, capazes de se transformar em qualquer um dos 216 tecidos humanos e se replicar com grande velocidade, são as originais, o resultado da fecundação do óvulo com o espermatozóide. Os cientistas utilizam embriões com 3 a 4 dias de desenvolvimento (e entre 16 e 32 células), que sobram do processo de fertilização in vitro em clínicas especializadas. No laboratório, as células-tronco são retiradas num processo que provoca a destruição do embrião. Mas, se a vida começa na fecundação, os cientistas estariam lidando, em seus tubos de ensaio, com seres humanos vivos. O mesmo problema ético acontece com a inseminação artificial, que cria diversos embriões em laboratório e depois os descarta ou os congela. Não só os religiosos consideram essas técnicas um absurdo.

"Assim como não dá para dizer que matar um jovem é melhor que matar um adulto, não há diferença de dignidade entre um embrião e um feto de 6 meses", afirma o professor Dalton, da USP.

Um embrião, apesar de ser um amontoado de meia dúzia de células, muito menos complexo que uma mosca, carrega toda a informação genética necessária para a formação de um indivíduo. Nos seus 23 cromossomos paternos e 23 maternos, estão os 30 mil genes que determinarão os traços, a cor dos olhos, da pele, do cabelo, além de doenças como a síndrome de Down. Pensando nisso, países como a França chegaram a proibir pesquisas com células-tronco embrionárias. Hoje, os franceses permitem esses estudos, assim como a maioria dos outros países europeus e do Brasil. Desde março deste ano, a Lei de Biossegurança permite o uso de embriões descartados por clínicas de fertilização e congelados há pelo menos 3 anos - o prazo foi definido para evitar a produção de embriões exclusivamente para estudos. Há no país 20 mil embriões em condições de pesquisa dentro da lei. Mas uma ação de inconstitucionalidade movida pelo ex-procurador-geral da República Claudio Fonteles coloca o assunto em xeque.

Quer dizer então que o governo brasileiro proíbe o aborto mas permite a manipulação de embriões humanos vivos? Depende do que você considera humanos vivos. "A vida começou há milhões de anos e cada um de nós é fruto contínuo daquele processo", afirma Fermin Roland Schramm, presidente da Sociedade de Bioética do Estado do Rio de Janeiro (Sbrío). "A pergunta pertinente não é quando começa a vida, mas quando começa uma vida relevante do ponto de vista ético. Um embrião num tubo de ensaio é apenas uma possibilidade de vida, assim como eu sou um morto em potencial, mas ainda não estou morto." Como logo após a fertilização o zigoto tem grande probabilidade de não se tornar uma gravidez e ainda pode se dividir, alguns cientistas preferem chamar o embrião que ainda não se fixou no útero de "pré-embrião". "A ética considera relações entre seres, entre um 'eu' e um 'tu'. É difícil considerar um embrião um 'tu'", diz Fermin. "Já quando ele começa a estabelecer uma relação com a mãe, a interrupção do processo passa a ser mais problemática do ponto de vista moral."

Outro ponto a favor dos que estão mexendo com os embriões é que novidades da ciência sempre assustaram. Foi assim com a fertilização artificial, com o transplante de coração e até com a transfusão de sangue. Hoje, esses avanços são essenciais para a saúde pública. "A única certeza que temos em relação às células-tronco adultas, encontradas no cordão umbilical, é que elas podem se diferenciar em células sanguíneas", afirma a geneticista Mayana Zatz, do Instituto de Biociências da USP, considerada a principal voz da classe científica na aprovação do dispositivo da Lei de Biossegurança que trata da pesquisa com células-tronco embrionárias. "Nunca vamos descobrir o potencial das células-tronco embrionárias se não pudermos estudá-las."

Polêmicas à parte, às células-tronco embrionárias mostram que a solução para os males que perturbam o ser humano pode estar em nós mesmos. Ao contrário da discussão sobre o aborto, a polêmica das células-tronco surgiu com o esforço de fazer aleijados levantar e andar, doentes renais ganhar órgãos novos, cardíacos ter o coração reforçado. É um jeito de usar a essência da vida para encarar o maior inimigo da ciência: a morte, que também está no grupo das palavras que provocam unanimidade. É impossível gostar dela. O problema é que também não sabemos exatamente o que é morte. É quando o coração pára? Quando o cérebro deixa de funcionar? Cenas para a próxima edição da Super.

Fecundação

Espermatozoides tentam fecundar no óvulo. Quando um deles vence a disputa, ainda são necessárias 24 horas até que as duas estruturas se fundam num único zigoto.

40 HORAS

Depois da fecundação, o número de células do zigoto dobra a cada 20 horas.

14 DIAS

O embrião chega à parede do útero. A menstruação pára e a mãe começa a suspeitar que está grávida.

4ª SEMANA

Uma versão rudimentar do que um dia será o coração começa a bater. O embrião mede cerca de 4 milímetros, o tamanho de um feijão.

6ª SEMANA

A aparência humana se define com o aparecimento dos primeiros órgãos. Já é possível reconhecer onde estão coração, cérebro, braços e pernas. O tamanho chega a 1 centímetro.

10ª SEMANA

O feto apresenta ondas cerebrais, podendo responder a estímulos, e ganha unhas. O fígado começa a liberar a biliar. Para muitos cientistas, neste estágio ele já é capaz de sentir dor.

17ª SEMANA

A mãe começa a sentir movimentos do feto, que já tem músculos e ossos. Nas próximas 3 semanas ele passará de 8,5 para 15 centímetros de tamanho.

5 MESES

O pulmão está pronto - é a última estrutura vital a se desenvolver. A partir daqui, o feto tem chances de sobreviver fora do útero.

5 Respostas da Ciência

Visão genética

A vida humana começa na fertilização, quando espermatozóide e óvulo se encontram e combinam seus genes para formar um indivíduo com um conjunto genético único. Assim é criado um novo indivíduo, um ser humano com direitos iguais aos de qualquer outro. É também a opinião oficial da Igreja Católica.

Visão embriológica

A vida começa na 3ª semana de gravidez, quando é estabelecida a individualidade humana. Isso porque até 12 dias após a fecundação o embrião ainda é capaz de se dividir e dar origem a duas ou mais pessoas. É essa idéia que justifica o uso da pílula do dia seguinte e contraceptivos administrados nas duas primeiras semanas de gravidez.

Visão neurológica

O mesmo princípio da morte vale para a vida. Ou seja, se a vida termina quando cessa a atividade elétrica no cérebro, ela começa quando o feto apresenta atividade cerebral igual à de uma pessoa. O problema é que essa data não é consensual. Alguns cientistas dizem haver esses sinais cerebrais já na 8ª semana. Outros, na 20ª.

Visão ecológica

A capacidade de sobreviver fora do útero é que faz do feto um ser independente e determina o início da vida. Médicos consideram que um bebê prematuro só se mantém vivo se tiver pulmões prontos, o que acontece entre a 20ª e a 24ª semana de gravidez. Foi o critério adotado pela Suprema Corte dos EUA na decisão que autorizou o direito do aborto.

Visão metabólica

Afirma que a discussão sobre o começo da vida humana é irrelevante, uma vez que não existe um momento único no qual a vida tem início. Para essa corrente, espermatozóides e óvulos são tão vivos quanto qualquer pessoa. Além disso, o desenvolvimento de uma criança é um processo contínuo e não deve ter um marco inaugural.

5 Respostas da Religião

Catolicismo

A vida começa na concepção, quando o óvulo é fertilizado formando um ser humano pleno e não é um ser humano em potencial. Por mais de uma vez, o papa Bento 16 reafirmou a posição da Igreja contra o aborto e a manipulação de embriões. Segundo o papa, o ato de "negar o dom da vida, de suprimir ou manipular a vida que nasce é contrário ao amor humano."

Judaísmo

"A vida começa apenas no 40º dia, quando acreditamos que o feto começa a adquirir forma humana", diz o rabino Shamai, de São Paulo. "Antes disso, a interrupção da gravidez não é considerada homicídio." Dessa forma, o judaísmo permite a pesquisa com células-tronco e o aborto quando a gravidez envolve risco de vida para a mãe ou resulta de estupro.

Islamismo

O início da vida acontece quando a alma é soprada por Alá no feto, cerca de 120 dias após a fecundação. Mas há estudiosos que acreditam que a vida tem início na concepção. Os muçulmanos condenam o aborto, mas muitos aceitam a prática principalmente quando há risco para a vida da mãe. E tendem a apoiar o estudo com células-tronco embrionárias.

Budismo

A vida é um processo contínuo e ininterrupto. Não começa na união de óvulo e espermatozóide, mas está presente em tudo o que existe - nossos pais e avós, as plantas, os animais e até a água. No budismo, os seres humanos são apenas uma forma de vida que depende de várias outras. Entre as correntes budistas, não há consenso sobre aborto e pesquisas com embriões.

Hinduísmo

Alma e matéria se encontram na fecundação e é aí que começa a vida. E como o embrião possui uma alma, deve ser tratado como humano. Na questão do aborto, hindus escolhem a ação menos prejudicial a todos os envolvidos: a mãe, o pai, o feto e a sociedade. Assim, em geral se opõem à interrupção da gravidez, menos em casos que colocam em risco a vida da mãe.

5 Respostas da Lei

Brasil

Aqui, só há duas situações em que o aborto é permitido: em casos de estupro ou quando a gravidez implica risco para a gestante. Em quaisquer outros casos a interrupção da gravidez é considerada crime. Espera-se ainda para este ano uma decisão final do Supremo Tribunal Federal que pode liberar ou proibir em definitivo o aborto de fetos anencéfalos no país.

EUA

O aborto é permitido nos EUA desde 1973, quando a Suprema Corte reconheceu que o aborto é um direito garantido pela Constituição americana. Pode-se interromper a gravidez até a 24ª semana de gestação - na época em que a lei foi promulgada, era esse o estágio mínimo de desenvolvimento que um feto precisava para sobreviver fora do útero.

Japão

Foi um dos primeiros países a legalizar o aborto, em 1948. A prática se tornou o método anticoncepcional favorito das japonesas - em 1955 foram realizados 1 170 000 abortos contra 1 731 000 nascimentos. Hoje, o aborto é legal em caso de estupro, risco físico ou econômico à mulher, mas apenas até a 21ª semana - atual limite mínimo para o feto sobreviver fora do útero.

França

Desde 1975 as francesas podem fazer abortos até a 12ª semana de gravidez. Após esse período, a gestação só pode ser interrompida se dois médicos certificarem que a saúde da mulher está em perigo ou que o feto tem problema grave de saúde. Em 1988, a França foi o primeiro país a legalizar o uso da pílula do aborto RU-486, que pode ser utilizada até a 7ª semana de gestação.

Chile

Proíbe o aborto em qualquer circunstância. A prática é considerada ilegal mesmo nos casos que colocam em risco a vida da mulher. Em casos de gravidez ectópica - quando o embrião se aloja fora do útero, geralmente nas trompas - a lei exige que a gravidez se desenvolva até a ruptura da trompa, colocando em risco a saúde da mulher.

Para saber mais

O Futuro da Natureza Humana

Jürgen Habermas, Martins Fontes, 2004

Bioética

Marco Segre e Cláudio Cohen (org.), Edusp, 2002

Vida Ética

Peter Singer, Ediouro, 2002

Biologia do Desenvolvimento

Scott F. Gilbert, Sociedade Brasileira de Genética, 1994

ANEXO D – REPORTAGEM 4: AS CÉLULAS-TRONCO

As células-tronco são células primárias encontradas em todos os organismos multicelulares que retêm a habilidade de se renovar por meio da divisão celular mitótica e podem se diferenciar em uma vasta gama de tipos de células especializadas. As pesquisas no campo das células-tronco humanas se expandiram após estudos realizados pelos canadenses Ernest A. McCulloch e James E. Till na década de 1960

CATEGORIAS

As três categorias de células-tronco são:

- Células-tronco embrionárias — derivadas de blastócitos
- Células-tronco adultas — encontradas em tecidos adultos
- Células-tronco da medula espinhal— encontradas na medula espinhal

No embrião em desenvolvimento, as células-tronco podem se diferenciar em tipos de tecidos especializados. Em organismos adultos, as células-tronco e as células progenitoras atuam como um sistema de reparo para o corpo, tornando a repovoá-lo de células especializadas. Como as células-tronco podem rapidamente crescer e se transformar em células especializadas com características consistentes com células de vários tecidos, como músculos ou nervos, seu uso nas terapias médicas tem sido proposta.

Em particular, as linhagens de células-tronco embrionárias, as células-tronco embrionárias originárias de clonagem terapêutica e células-tronco adultas do cordão umbilical ou da medula óssea são candidatas promissoras.

POTENCIAIS

O potencial das células-tronco especifica a sua capacidade de diferenciação (de se transformar em tipos diferentes de células)

- Células-tronco totipotentes — produzidas da fusão de um óvulo e um espermatozoide. São um produto das primeiras divisões do óvulo fertilizado. Essas células podem se diferenciar em células embrionárias e extraembrionárias
- Células-tronco pluripotentes — descendentes das células totipotentes, podem se diferenciar em células derivadas de três camadas de germes
- Células-tronco multipotentes — essas estruturas podem produzir apenas células de uma família restrita de células (por exemplo, as células-tronco hematopoiéticas se diferenciam em glóbulos vermelhos, glóbulos brancos, plaquetas etc)
- Células-tronco unipotentes — as células podem produzir apenas um tipo celular, mas têm propriedades de autorenovação

CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS

As células-tronco embrionárias (ES, pela sigla em inglês) são culturas de células derivadas do tecido do epiblasto da massa interior da célula de um blastócito. Um blastócito é um embrião em seu estágio inicial — aproximadamente 4 a 5 dias depois da fecundação, consistindo em de 50 a 150 células.

As ES são pluripotentes e podem se desenvolver em mais de 200 tipos de células do corpo adulto, quando recebem o estímulo necessário. Elas não contribuem com as membranas extraembrionárias

ou a placenta. Quando não recebem estímulo para a diferenciação, continuam se dividindo em cultura e cada célula produzida permanecerá pluripotente. Já se passaram 20 anos de pesquisas e não há tratamento aprovado ou testes em humanos para células-tronco embrionárias.

CÉLULAS-TRONCO ADULTAS

As células-tronco adultas são células indiferenciadas encontradas no corpo e que se dividem para repovoar células moribundas e regenerar tecidos danificados. Também conhecidas como somáticas, podem ser colhidas em crianças e em adultos. Uma grande vantagem da pesquisa com células-tronco adultas é a capacidade que elas têm de se dividir ou se autorenovar indefinidamente, além de seu potencial de diferenciação.

Enquanto o potencial com células-tronco embrionárias permanece teórico, os tratamentos com células-tronco adultas já são usadas com sucesso para tratar muitas doenças. O uso de células-tronco em pesquisas e terapia não é controverso como o das células-tronco embrionárias, pois a produção dessas estruturas adultas não demanda a destruição do embrião. Importantes avanços têm sido feitos nos tratamentos do mal de Parkinson, diabetes juvenil e lesões na medula.

Fonte: <http://www.celula-tronco.com/noticias.php?codigo=45>