

Coordenação:

Dr. Héctor Ricardo Leis

Vice-Coordenação:

Dr. Selvino J. Assmann

Secretaria:

Liana Bergmann

Editores Assistentes:

Doutoranda Marlene Tamanini

Doutoranda Sandra Makowiecky

Doutorando Sérgio Luiz Pereira da Silva

Doutorando Fernando Oliveira Noal

Linha de Pesquisa

TEORIAS CONTEMPORÂNEAS SOBRE A MODERNIDADE

RICARDO WAIZBORT

A ERA DO CONTROLE BIOLÓGICO: QUANDO A CULTURA INVADE A

NATUREZA - Uma abordagem darwinista

N17-abril – 2001

Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas

A coleção destina-se à divulgação de textos em discussão no PPGICH. A circulação é limitada, sendo proibida a reprodução da íntegra ou parte do texto sem o prévio consentimento do autor e do programa.

A ERA DO CONTROLE BIOLÓGICO: QUANDO A CULTURA INVADE A NATUREZA - UMA ABORDAGEM DARWINISTA

RICARDO WAIZBORT*

RESUMO

O desenvolvimento de novas técnicas moleculares, como a do DNA recombinante e a da clonagem, aliado a projetos que pretendem mapear o material genético de vários seres vivos, inclusive o do homem (*Homo sapiens*), já começou a interferir com as relações sociais em vários níveis. Considerando-se a importância teórica e prática dessas inovações biotecnológicas, o presente trabalho pretende discutir em que sentido tais metodologias modificam nossas idéias tradicionais de como enfrentar doenças genéticas, de como utilizar seres vivos para produção de bens alimentares e medicinais, além de questionar como tais técnicas alteram, entre outras coisas, nossas concepções de espécie biológica e da reprodução dos seres vivos. No curso dessa reflexão o debate sobre as rupturas e liames entre as ciências naturais e as ciências sociais reaparece em cena. Iluminado pelo foco da teoria neodarwinista (ou teoria sintética da evolução), defendemos que, embora os adeptos do neodarwinismo sejam acusados de reducionistas pelos inimigos da abordagem genética eles estariam buscando, na verdade, um balanço equilibrado entre os níveis macroscópicos e microscópicos da matéria viva da qual nossa espécie faz parte.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto Genoma – Transgênicos – Clonagem – Neodarwinismo – Reduccionismo

Nota sobre o autor

* Pesquisador no departamento de pesquisa Casa de Oswaldo Cruz (Fundação Oswaldo Cruz -FIOCRUZ). Bacharel e especialista em Genética, pelo Instituto de Biologia da UFRJ. Mestre e Doutor em semiologia (teoria literária) pela Faculdade de Letras da UFRJ.

A ERA DO CONTROLE BIOLÓGICO: QUANDO A CULTURA INVADE A NATUREZA – UMA ABORDAGEM DARWINISTA

Por que fui agregar à infinita
série um símbolo mais, e dei àquela
meada vã que no eterno se enovela
outra causa, outro efeito e outra desdita.¹

1 – Introdução

Atualmente, no interior das chamadas ciências biológicas, existe um debate que engloba duas fortes tendências mas ou menos entrincheiradas: o neodarwismo ortodoxo - que engloba a sociobiologia, a psicologia evolutiva, a teoria do gene egoísta) (WILSON, 1975, 1978; DAWKINS, 1979; DENNETT, 1998; RIDLEY, 2000) - e a teoria do saltacionismo pontuacionista representada principalmente por GOULD e LEWONTIN (1979), e GOULD e ELDREDGE (1993), enriquecidas pelas teorias da auto-organização cujos dois dos principais defensores são KAUFMANN (1993), e ATLAN (1991). Esquematisando bastante, o debate reside em torno do grau de importância dado à seleção natural. Esse não é um problema menor. Segundo o filósofo da mente e da biologia Daniel Dennett (1998) a teoria da evolução por seleção natural é como um ácido universal que tem se infiltrado na base de todo conhecimento científico, e conseqüentemente nas ciências sociais, corroendo postulados que eram considerados imperturbáveis. Grosso modo, o pontuacionismo e o auto-organizacionismo negam a grande importância dada à seleção natural pelos neodarwinistas. A meu modo de ver não se pode negar a importância da seleção na acumulação de variações que levam a estruturas grandes e complexas como os olhos, os corações, os ossos, as asas, etc. Na minha opinião, acompanhando a tradição neodarwinista, essa abordagem, desde que provida das necessárias mediações, deveria ser estendida, com reservas e vantagens, ao estudo das sociedades.

Como se sabe há um verdadeiro abismo teórico entre as chamadas duas ciências: as da natureza e as da cultura. Entretanto, na medida em que o código genético dos seres vivos, no século XX, foi compreendido, explicado e utilizado, novas biotecnologias conquistaram cada vez mais espaço, tanto no universo estritamente científico como também no mundo social como um todo. Assim a reflexão teórica e filosófica se vê desafiada a dar conta de processos que não só interferem com a natureza “natural” mas também afetam diretamente e internamente a própria natureza humana. Pressionados por um estado de coisas inteiramente novo e por um futuro em que se vislumbram, realisticamente ou não, realizações que superam as mais ousadas obras de ficção literária, somos levados a pensar nas conseqüências desejáveis e indesejáveis de conquistas que já estão afetando drasticamente a consciência e a materialidade da vida do homem sobre a pequena Terra.

¹ BORGES, Jorge Luis. *O Golem. Nova antologia pessoal*. São Paulo: Difel, 1986, p 29

2 - “Em muitas ocasiões é necessário salvar a Sociobiologia dos Sociobiólogos” (RUSE, 1983)

Quando se trata de perguntar algo sobre a natureza humana não se pode esquivar da consideração de que nós, seres humanos, somos, a um só tempo, objetos de estudo tanto da biologia quanto da sociologia. A ruptura que há tanto separa os estudos da natureza e os da cultura clama por ser preenchida e isso, pelo menos conceitualmente falando, deve ser tarefa tanto das investigações no campo da vida como um todo, quanto da vida do homem em particular. Provavelmente esse é um trabalho para muitas gerações e não apenas para indivíduos isolados: partindo do debate, construir uma ciência que compreenda o homem de uma forma integrada, como bicho e como subjetividade, como natureza e como cultura, sem querer reduzir um ao outro, ou eliminar ambos.

A premissa sobre a qual me assento não é econômica, nem biológica mas repousa em uma proposição de senso comum: a sociedade humana em que vivo, em que vivemos, está em crise. Essa crise se coloca como um problema de larga escala que, como a semiótica, segundo John Deely, diz respeito a todos os homens e não concerne apenas aos especialistas (1990). Ocorre que muitos desses problemas são de ordem material – inflação, recessão, acumulação de riquezas, violência, miséria, fome, doença - embora eu reconheça que talvez os problemas mais profundos e interessantes sejam de ordem subjetiva, dizem respeito a valores. Também é importante considerar que alguns problemas materiais talvez afetem a tal questão dos valores, oferecendo mais um bom motivo para estudar problemas materiais tentando compreendê-los e, com sorte e muito trabalho, superá-los.

Meu ponto é que em meio a essa crise, alguns dos problemas mais importantes vivem mesmo em uma terra sem dono, como uma espécie de cão selvagem, localizada entre os estudos da vida como um todo e os da sociedade humana em particular. Essa disputa não é nada pacífica e às vezes está longe de ser cordial ou educada. O caso da Sociobiologia talvez seja paradigmático, pois pretendendo ser mais um programa de pesquisa do que uma ciência madura, a sociobiologia e muitos de seus difundidores começaram segundo Ruse a generalizar idéias bombásticas expressa em frases tais como principalmente: “o comportamento humano é determinado pelos genes”, “a cultura é um sub-produto secundário da natureza biológica do homem”, etc... Talvez a grande especialização de biólogos e sociólogos, fenômeno que é causado ou causa bibliografias e idioletos próprios, impeça uma comunicação que nos faça avançar. Talvez as trincheiras tenham tido sua razão de ser, mas sinto agora uma espécie de vontade, dos dois lados da contenda, de avaliar o que resultou após um período de radicalismos. No meu modo de ver nenhum biólogo sério pretende dizer que todo o comportamento humano é completamente determinado por genes, mas sim que o comportamento humano tem um forte componente genético (MAYR, 1998), o que está longe de ser a mesma coisa. É próprio de uma disciplina que se enfrente com essas questões, encontrar dificuldades em estabelecer nitidamente as fronteiras entre o biológico e o cultural.

3 - A era do controle biológico: Quem se beneficia? (Cui bono?)

Como solução a alguns importantes problemas do cenário em crise estão sendo desenvolvidas, desde as últimas décadas, algumas técnicas biológicas que alteram no nível molecular a natureza da própria matéria viva. Desconfio que falar da natureza da vida,

assim como falar de natureza humana, envolva um interminável debate sobre essências e significados. Todavia, tais técnicas, que não aparecem do nada, mas de um contexto histórico internamente bem conhecido (FOLHA DE SÃO PAULO, 1998), são respostas a perguntas científicas e filosóficas muito antigas, tais como: qual é o princípio material da herança genética? É possível interferir diretamente nesse legado? Quais serão as conseqüências dessa intervenção?

Provenientes de pesquisas empíricas em diversas áreas das ciências as referidas técnicas começam a ganhar uma considerável importância econômica (e, portanto, também política). São eles, principalmente, os transgênicos (a técnica do DNA recombinante) e as clonagens (sobretudo as clonagens por transferência de núcleos celulares). Consideradas isoladamente essas técnicas representam a conquista da ciência sobre aspectos fundamentais da vida, nos níveis químicos, celular e genético. Consideradas conjuntamente simbolizam possibilidades e problemas ainda não de todo suspeitados, de ordem material e subjetiva. Acresce-se a isso o interesse cada vez maior de cientistas e empresas pelo conhecimento do genoma dos mais variados seres vivos, e não apenas do humano.

O filósofo da ciência Karl Popper, a certa altura de sua obra, argumenta que uma das tarefas mais importantes das ciências sociais é tentar prever as virtuais conseqüências negativas de uma teoria social, e tentar evitá-las. No caso da Biologia trata-se de idéias inventadas por seres humanos que ameaçam invadir não só o cenário social, mas também, o natural. Para mim é impossível abordar essa já chamada revolução tecnobiológica sem avaliar a importância da revolução darwiniana e seu impacto na biologia e na sociologia atuais.

Nem todos os sociólogos tem levado Darwin e suas conseqüências muito à sério. É diferente o que ocorre entre a maioria dos biólogos. Embora existam sérias contendas sobre a *vera causa* da evolução biológica, todos consideram importante o papel da hereditariedade (dos genes), das variações ao acaso (mutações genéticas e os mecanismos de difundi-las) e da seleção natural (e também da seleção artificial). Ocorre que justamente as três abordagens supra citadas (PORJETO GENOMA, TRANSGENIA, CLONAGEM) pretendem ser responsáveis:

- 1) Por mapear o genoma de todas as espécies, e em especial do *Homo sapiens*,
- 2) Por permitir inserir genes específicos no DNA de um organismo vivo da mesma, ou de outras espécies, e expressá-lo in vivo,
- 3) Por clonar um organismo inteiro a partir do material genético contido em apenas uma única célula (somática ou embrionária). As conseqüências desse domínio sobre a matéria viva ainda não forma de todo vislumbradas, embora várias empresas multi- e transnacionais estejam fazendo investimentos vultuosos em pesquisa e desenvolvimento. (ver bibliografia)

A realização de um futuro no qual homens, mulheres e outros seres vivos seriam planejados anteriormente em laboratórios pode parecer uma estória fantástica de horror sobrenatural, mas as realizações mais recentes da biotecnologia já começaram a alterar o nosso horizonte de expectativas a esse respeito. E ameaçam modificar também a divisão do capital². Além disso, a história da vida em nosso planeta que até agora parece ter seguido à

² Cientistas, filósofos e políticos aceitam hoje que embora o Norte possua capital financeiro em abundância para investir pesado na tecnobiologia são os países do Sul, do terceiro mundo, que possuem a biodiversidade evidentemente mais rica. O debate acirrado em torno da questão das patentes é marca

revelia de qualquer intencionalidade natural ou sobrenatural, pode ser, em tese, dirigida pela ciência humana, ao menos em parte. Pois somos agora capazes de conhecer, modificar e multiplicar organismos e suas estruturas em laboratório, partindo de abordagens moleculares e celulares, e conseqüentemente dirigir mais diretamente o curso da matéria viva e de seus produtos.

Muitos são os problemas, mas também as reais possibilidades dessas técnicas. Por um lado, é claro, ninguém seria ingênuo a ponto de considerar que o simples advento dessas abordagens irá revolucionar as formas de relacionamento social, no sentido de uma maior democratização e divisão de riquezas. Por outro lado, as condições abertas por esse novo conhecimento permitem pensar em soluções para problemas aparentemente insolúveis. Por exemplo, a possibilidade de modificar (engenheirar) e depois clonar animais e plantas representa a chance de se aumentar a produção alimentar muitas vezes. É claro que, a essa altura, não se pode esquecer que o mercado dos OGMs (organismos geneticamente modificados) já está nas mãos de umas poucas e ricas corporações com interesses provavelmente nada altruístas. As ações dessas empresas subiram de forma estonteante nas últimas décadas e os interesses por detrás das patentes são declaradamente financeiros. Pressões sociais legítimas apontam que as novas descobertas da biologia molecular não teriam sido suficientemente testadas em laboratório, e são oferecidas no mercado, para consumo humano, sem que usuário tenha consciência dos riscos envolvidos e se os há realmente.

Por outro lado, temos também as terapias genéticas. Basicamente tais estratégias laboratoriais permitem cultivar genes em tecidos doentes e prometem, para as próximas décadas, a solução para inúmeros casos de doenças. Outro constructo biológico de importância médica e humana é a vacina de DNA. Como essa abordagem a Biologia parece que vem descobrindo um modo de estimular uma resposta imunológica mais específica e segura, inoculando nos indivíduos moléculas de DNA (vetores, veículos contendo o gene em questão) que expressam uma ínfima e provavelmente inofensiva parte do inimigo que nossos anticorpos procuram atacar e destruir.

A questão é que talvez fosse importante saber por que devemos aceitar ou rejeitar no nível ético e no moral, no econômico e no ecológico, tais descobertas científicas e tecnológicas. O problema é ainda mais crítico por que muitas empresas, como apontado acima, já estão aqui, participando ativamente da economia mundial, entrando inclusive no Brasil e outros países em desenvolvimento. Como em outros lugares, alguns setores da sociedade civil têm se organizado no sentido de tentar garantir acesso a informações fundamentais para o exercício consciente do papel do consumidor (cliente) nesses tempos globalizados. Infelizmente os debates se tornaram polarizados rapidamente. A discussão está apenas começando.

4 – Biotecnologia: desenvolvimento científico e econômico: desafios

Seres estranhos

Embora o século XIX reconheça a existência de microrganismos e de suas estruturas e componentes microscópicos é só a partir da segunda metade do século XX que a biologia irá penetrar decididamente na compreensão molecular da matéria viva. Da descoberta da estrutura do ADN, em 1953, até os dias de hoje, pouco mais de cinquenta anos se passaram, mas os avanços científicos e tecnológicos na Biologia foram espantosos. Pode-se dizer, em um certo sentido, que a ciência vem desvendando, nesse ínterim, alguns dos processos fundamentais da vida, que ocorrem em níveis de organização invisíveis ao olho nu. Bactérias, vírus, protozoários, entre outros grupos de seres microscópicos, configuram um rico universo de moléculas e sinais químicos. Além disso, todas as células que compõem nossos corpos humanos são formadas por moléculas muito semelhantes, bioquimicamente, àquelas encontradas em microrganismos e em outros seres. O código genético inscrito no DNA é universal, ou seja, está presente em todos os seres vivos da Terra³. Além disso, muitas das proteínas que nos constituem são também encontradas, em cópias muito pouco alteradas, ao longo de uma extensa série de espécies animais, e em certos casos, até de espécies vegetais e de outras classes de seres.

Entretanto, além da pretensão de adquirir conhecimento, a ciência tem se interessado por essas diminutas criaturas também por que elas produzem substâncias químicas que são caras, literal e metafóricamente, aos homens e mulheres em sociedade. O processo de descoberta da natureza química do código genético⁴, que veio culminar com o modelo de dupla-hélice do DNA, proposto por Watson e Crick, permitiu que os cientistas pudessem, a partir de então, interferir com os fenômenos que ocorrem tanto nas células quanto nas moléculas que as compõem.

Tecnicamente falando, a importância das descobertas reside no fato dos genes, as unidades materiais das características hereditárias, realizarem duas funções importantes:

- 1) Eles são responsáveis pela transmissão do código genético de geração a geração;
- 2) Eles são responsáveis por dirigir a síntese de proteínas. Embora a primeira das funções seja vital para a perpetuação da espécie humana e de todas as outras espécies de seres vivos, é a capacidade de produzir proteínas, no ambiente celular, que confere aos genes um grande interesse tecnológico. Pois a biologia está aprendendo a dirigir a síntese de proteínas, a construir criaturas híbridas para responder a necessidades humanas, sociais, econômicas e políticas. A seguir apresento um pouco mais sistematicamente as três técnicas revolucionárias, chamando a atenção para a miríade de descobertas científicas (FOLHA DE SÃO PAULO), de outros conhecimentos e técnicas, que permitiram o aparecimento do quadro atual.

³ Alguns tipos de vírus talvez sejam as exceções, pois o seu material genético é constituído de RNA e não de DNA.

⁴ Esse processo se inicia ao final da década de 1920, com o experimento de transformação de Griffith

Seres produtivos – O DNA recombinante e os transgênicos

A transgênia, ou engenharia genética, é o conjunto de técnicas que permite alocar - através de procedimentos laboratoriais, molecularmente - um fragmento do material genético de um organismo (que pode ser, não por acaso, um gene) no material genético de outro organismo. A transferência pode ser feita entre organismos da mesma espécie ou de espécies diferentes. Em Vida de laboratório o etnógrafo Bruno Latour quer provar que a ciência é apenas uma espécie de convenção edificada no registro escrito. O que a ciência produz são textos: artigos (papers), relatórios, protocolos, gráficos, mapas, teses, etc. Infelizmente Latour descarta da face, digamos assim, material do processo. O homem aprendeu a ordenhar vacas e consegue leite com isso. Selecionando através das gerações os melhores animais (com relação à característica “produzir leite”) o homem obteve rebanhos melhorados. Na ciência, produz-se também textos, partes significativas do processo de comunicação, descrição e argumentação, mas também são produzidos objetos concretos de valor prático e/ou teórico.

A partir de 1970, as descobertas das chamadas ‘enzimas de restrição’ (que cortam fitas de DNA em sítios específicos), e de outras enzimas chamadas polimerases (responsáveis pela polimerização⁵ dos ácidos nucleicos), permitiram a criação de sistemas artificiais capazes não só de reproduzir in vitro os ácidos nucleicos, mas também de cortá-los em sítios previamente escolhidos e ali introduzir um fragmento vindo de outra parte ou de outro organismo (da mesma espécie ou de uma diferente).

A importância dessa técnica de engenharia genética (transgenia) reside no fato de que, a partir de então, é possível modificar diretamente o patrimônio genético de um organismo, fazendo com que ele expresse um gene alienígena, para interesse, naturalmente, do homem. É possível melhorar os seres vivos. Bioquimicamente, os seres vivos podem nos servir como micro-indústrias produtoras de certas proteínas, cujos genes estamos aprendendo a colocar dentro das células dos organismos que nos são mais convenientes. Animais e plantas transgênicos são criações artificiais e foram considerados nos EUA e na Europa como invenção. Sendo assim eles devem respeitar as leis referentes à propriedade intelectual e, portanto, o inventor de um transgênico pode solicitar uma patente para o organismo engeheirado. Essa condição atraiu quase que imediatamente um vultoso capital de outras empresas interessadas em explorar a potencialidade comercial dos organismos geneticamente modificados. A verdadeira guerra que se travou acerca das patentes demonstra o quão importante, política e economicamente, é essa técnica. (The ecologist)

⁵ Polimerização é o processo no qual uma molécula polimérica é sintetizada. Uma molécula polimérica é formada por uma cadeia de monômeros, blocos de construção, quimicamente equivalentes. Assim, os blocos de construção dos DNAs são os nucleotídeos; os blocos de construção das proteínas são os aminoácidos. Por sua vez, os nucleotídeos do DNA são moléculas formadas por outras três moléculas: um radical fosfato, um açúcar (no caso a desoxirribose) e uma base nitrogenada. As bases nitrogenadas podem ser de quatro tipos: Adenina, Citosina, Timina e Guanina. Como o DNA é uma cadeia de nucleotídeos, o que pode variar entre os nucleotídeos, digamos, de posição 1 e da posição 2 é a base nitrogenada. Por isso, quando se representa hoje uma fita de DNA, usa-se apenas as iniciais das bases nitrogenadas: A, T, C, G. Assim, um fragmento de DNA poderia ter a seguinte composição: AATTGCCGGTCACTCTA. Uma mudança pontual na ordem linear das bases nitrogenadas (por exemplo, a modificação do primeiro A da

Projeto Genoma

Em 1990 o governo dos Estados Unidos se engajou, com a quantia de dois bilhões de dólares, no que ficou conhecido como Projeto Genoma Humano. Esse ambicioso empreendimento se destinava a seqüenciar até o ano 2005 todos os 3,1 bilhões de pares de bases nitrogenadas do DNA humano. Como se sabe, os genes são fragmentos de DNA que codificam proteínas. Saber como as bases nitrogenadas se dispõem em um gene é conhecer a linguagem química para fabricar uma determinada proteína. As proteínas são a base material de tudo que é vivo. Da membrana das células à pele, do sangue aos ossos, dos órgãos como coração e os pulmões aos tecidos, tudo deve sua aparência e funcionamento a proteínas. É claro que existem outras substâncias e outras entidades químicas importantes para a vida tais como a água, os açúcares, os próprios ácidos nucleicos (que codificam as proteínas), os íons. Mas as proteínas são a matéria de que somos feitos. Ocorre então que o sonho é descobrir a linguagem em que está escrita a informação química para produzir todas as proteínas que nos constituem.

Talvez, na totalidade, esse parecesse um sonho parecesse impossível. Entretanto, no dia 26 de junho do ano 2000 Francis Collins do National Institute of Health (NIH) e Craig Venter, da Celera Genomics, anunciaram juntos na verdade, a realização do Projeto, o seqüenciamento das bases de todos os 46 cromossomos humanos. Esse é um passo importantíssimo para decifrar a estrutura molecular dos genes humanos, e as doenças decorrentes de defeitos nessa estrutura. Mas ainda não se tem a idéia muito exata o que fazer com esse conhecimento. É como se soubéssemos a ordem de todas as letras de um grande livro (ou de uma grande biblioteca) mas nos fosse impossível interpretá-lo claramente. Mas, sem dúvida, antes de tudo a descoberta da estrutura e da localização dos genes humanos, abre caminho para uma compreensão mais profundas de várias doenças de origem hereditária.

Os ensaios que agora chegam ao homem não começaram obviamente com a nossa espécie. François Jacob demonstra, em seu último livro traduzido no Brasil, como as experiências biológicas com os genes rumaram das bactérias, que são mais simples e mais fáceis de criar e manipular, para criaturas como as moscas, em especial as drosófilas, depois para os camundongos, até chegar a partir da década de setenta ao homem.

Embora o conhecimento do genoma humano constitua uma revolução fundamental sobretudo para a medicina, esse não é todo o seu alcance. Projetos Genoma de outros organismos já estão em curso. Além do interesse em conhecer como é constituída seqüência de bases nitrogenadas dos genes de outros seres vivos, sabe-se que muitos genes selvagens⁶ dirigem a síntese de proteínas que possuem um valor econômico incalculável. Constata-se então que os projetos Genoma fornecem o conhecimento sobre genes importantes sob a ótica da transgenia.

Clonagem

Em 1996 foi anunciado o nascimento do primeiro animal clonado a partir de uma célula somática, diferenciada: a ovelha Dolly. A técnica de clonagem envolvida residiu em

cadeia para um C ou T) é chamada tecnicamente de mutação genética e pode levar a mudanças profundas ou não, dependendo de vários fatores.

⁶ Um gene selvagem é aquele que ocorre na natureza sem interferência humana.

implantar o núcleo de uma célula da glândula mamária (célula somática) de uma primeira ovelha no citoplasma de um óvulo retirado de uma segunda ovelha. O primeiro animal, o que cedeu a célula somática, foi o ser clonado. O óvulo receptor teve seu núcleo retirado como parte da operação. A célula resultante se dividiu algumas vezes 'in vitro' até se tornar um embrião que foi então implantado em uma terceira ovelha. Todas as três ovelhas envolvidas nessa experiência eram de raças diferentes, de forma que, quando Dolly nasceu pôde se verificar que ela possuía o fenótipo da primeira ovelha, aquela cedeu o núcleo celular com o DNA.

As implicações sociais, econômicas, filosóficas, morais, entre outras, do domínio da técnica da clonagem são ainda muito confusas. Embora os cientistas mais diretamente envolvidos nessa abordagem achem, em sua maioria, repugnante a idéia de clonar seres humanos, o conhecimento e o controle dos processos celular e embrionário de mamíferos como a ovelha, abrem caminho para pesquisas de clonagem com animais da nossa espécie.

Mas, talvez, como indicam os cientistas que clonaram a Dolly, e um ano mais tarde o 'fármaco' Polly, as perspectivas abertas pela clonagem são enormes para a medicina, para a agricultura e para a pecuária. Naturalmente, OGMs poderiam ser clonados (não foi o caso da Polly) para produzir várias cópias do mesmo organismo cujo genoma está modificado. Além disso, a clonagem permite, em termos teóricos, pensar na preservação de espécies de animais e plantas ameaçadas de morte pela ação predatória do homem. (WILMUT et al 2000)

Como nos outros casos as perspectivas e os problemas relativos à clonagem são enormes. Também aqui o debate é acirrado pelo fato de que a tecnologia anda na frente do conhecimento, e interesses econômicos escusos, no passado e no presente, tem levado a um indiscutível abuso de procedimentos científicos muito mais para o ganho de poucos em detrimento de muitos. A esse respeito, talvez, a clonagem seja a mais assustadora das três técnicas pois ela permite borrar os limites conhecidos entre a vida e a morte, interferindo na reprodução natural dos seres vivos, perpetuando artificialmente um genoma escolhido sabe se lá por qual critério.

5 – Seleção artificial e evolução humana

O zoólogo e escritor Richard Dawkins despendeu várias páginas de seu controverso livro O gene egoísta tentando demonstrar que a metáfora do genoma como uma biblioteca tem várias limitações. Ele discute que o título "gene egoísta" não é muito adequado, pois trata-se de complexos gênicos compartilhados pelas espécies, integrados pela evolução conjunta durante milhões de anos. Nossos corpos são a expressão de interações complexas entre os genes que recebemos de nossos pais e o meio ambiente onde estamos encerrados como em uma cela. Não podemos deixar de comer, de beber água, de amar, de nos locomover pois o espaço e o tempo nos quais nascemos exigem todos esses movimentos. E somos providos pela natureza, por mais distante que ela pareça estar no cenário urbano, de uma estrutura óssea e sanguínea, nervosa e muscular, perceptiva e intelectual. A estrutura física de todas essas partes do ser humano estão codificadas, pelo menos em grande parte, nos genes.

Hoje não parece mais ficção científica saber sobre o estado de saúde de um futuro filho, estudando o mapa genético dos pais. Também podemos planejar intervenções moleculares e genéticas capazes de suprimir uma deficiência fatal. Devemos estar

preparados para enfrentar o desafio de um mundo onde as empresas deterão as patentes de vários genes, o que significa dizer, de várias proteínas e enzimas que podem se tornar importantíssimas social e economicamente. Tais conquistas são também arriscadas. Como mencionado, já não se permite a ingenuidade de imaginar que a revolução biotecnológica transformará também necessariamente as relações sociais no sentido de promover a democracia. Será que as técnicas moleculares estarão disponíveis, ao menos a princípio, para todos? Ou cairão nas mãos de empresários que desejarem fazer dinheiro com os genes, assim como fazem com os remédios, ou com os alimentos? A idéia de eugenia, é claro, também está no horizonte: o sonho (ou será o pesadelo?) de melhorar a ‘raça’ humana, a perigosa idéia de que possa haver algo como raças superiores e inferiores, e que através de um processo genético qualquer se possa purificar ou aperfeiçoar a espécie.

No segundo semestre de 1999, esse amargo tema foi revivido pelo filósofo alemão Peter Sloterdijk em uma palestra na Baviera intitulada Regras para o parque humano, gerando uma aguda polêmica com outro filósofo alemão, Jürgen Habermas. Retomando Nietzsche para criticar Heidegger, Sloterdijk argumenta que a sociedade ocidental desde Platão tem sido o resultado da domesticação do homem pelo homem. Partindo de uma seleção psicológica e da lição escolar o humanismo teria construído artificialmente uma cultura que prezava a inibição das forças destrutivas que também compõem o homem. A cultura humanista estaria hoje vencida, evidentemente soterrada no lixo midiático produzido pelas novas formas de dar vazão à barbárie, como a televisão e a internet. (Sloterdijk, 2000) Esse autor então vê na biologia molecular a nova bateria tecnológica capaz de dirigir o curso genético da evolução humana, como no passado a lição e a escola – a educação humanística – dirigiu a evolução da psicologia individual e das massas. Como teria frisado Nietzsche, segundo Sloterdijk, somos criados para nos apequenarmos. Sloterdijk clama, no meu modo de ver, justamente, por regras explícitas para a criação dessa humanidade do futuro.

Dobzhansky afirmou que "nada faz sentido em biologia senão à luz da evolução"⁷. Embora essas sejam as palavras de um evolucionista e, portanto, devam ser relativizadas, os alunos que abandonam o ensino médio e ingressam nas universidades do Brasil e do mundo provavelmente levam para a vida acadêmica e profissional uma imagem no mínimo distorcida da teoria da evolução (BIZO). Em meados de 1999 a mídia divulgou a disputa jurídica que culminou com a eliminação da obrigatoriedade de se ministrar a teoria da evolução no ensino médio das escolas do Kansas e de outros estados norte-americanos. Essa disputa reedita outras que ocorreram no passado e reflete a resistência dos chamados “criacionistas” em aceitar a evolução como um fato cientificamente corroborado (RUSE, BOWLER, GOULD). Embora no Brasil o problema religioso não seja tão acentuado, a teoria da evolução não recebe a ênfase que reclama para ela vários filósofos e cientistas. É o lugar do homem na história da vida na Terra que está em jogo.

E que lugar esse animal social ocupa na história da vida e da natureza? Estudos feitos em várias partes do mundo com alunos que já tinham passado pelo ensino formal da evolução darwiniana, na verdade pelo ensino da teoria sintética da evolução, demonstram pouca absorção dessas teorias. Os alunos apresentam especial dificuldade para promover a síntese entre a teoria da mudança de Darwin, a teoria da permanência de Mendel e a teoria

⁷ Todo o texto a seguir é uma pequena passagem do artigo “Teoria social e biologia: Perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas”, submetido a publicação na Revista *Manguinhos* no segundo semestre do ano 2000.

molecular do gene. E levam, sobretudo, para a vida profissional e acadêmica a idéia de que o homem é o ápice da evolução, de que o mundo é feito para as nossas necessidades, do indivíduo atomizado na sociedade de consumo. Uma visão lamarckista e cartesiana, sem dúvida.

Nosso conhecimento da natureza biológica hoje, a teoria da evolução, não é dado imediatamente, mas construído culturalmente, ou seja, faz parte de uma tradição científica, faz uso da linguagem humana e de muitas teorias. Ocorre que tais alunos de ensino médio confundem evolução biológica com evolução cultural, além de interpretarem a ciência como um conjunto de regras fixas para chegar a um resultado verdadeiro e definitivo. Sugiro que uma possível origem do problema da má assimilação de teorias evolutivas (históricas) por parte de alunos de segundo grau está enraizada, pelo menos no Brasil, na fragmentação do conhecimento, um grande problema de nossos currículos de ensino fundamental, de 5^a à 8^a série.

Na 5^a série estudamos o planeta Terra, um pouco de sua geologia, um pouco da evolução de sua vida, a transformação dos climas, um pouquinho de física, um outro tanto de química, e uma série de outras informações "científicas". Na 6^a série estudamos a evolução dos seres vivos, mas o foco ainda está na descrição e nomeação de espécies, estruturas e funções, sem muita atenção ao processo evolutivo que se desdobra por dezenas e centenas de milhões de anos. A evolução é ensinada como um assunto a mais, perdido no meio de nomes e de nomes de estruturas. Na 7^a série ensinamos o corpo humano, mas continuamos a incentivar a concepção de ciência como memorização ao invés de investir no espírito aventureiro da descoberta científica, vertiginoso e auto-crítico. Note-se que a biologia é um dos focos fundamentais dessa três séries consecutivas de "Ciências". Na 8^a o estudo da biologia e do homem é incrivelmente interrompido, substituído pelo estudo da Física e da Química como se essas disciplinas pouco ou nada tivessem que ver com as ciências da vida. A fragmentação não poderia ser mais dramática. Sobretudo quando na primeira série do ensino médio a Biologia volta com toda força reduzida ao estudo da célula invisível e de suas estruturas e processos microscópicos.

Na verdade, a nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB, de autoria do senador Darcy Ribeiro) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) prevêm um estudo integrativo da Biologia no qual a ecologia e a evolução ocupam um lugar primordial. Infelizmente a realidade das salas de aula hoje é outra. O professor enfrenta uma enorme dificuldade de lidar com um volume de conhecimentos muito grande, pois na verdade a Biologia atual exige que se saiba, pelo menos em uma boa base, um pouco de química, um pouco de física, um pouco de matemática (principalmente estatística), um pouco de geologia, de paleontologia, e, porque não também?, de história, de geografia, de sociologia. A disposição e o tempo requeridos para o professor se manter atualizado, como todos sabem, não é recompensada sequer minimamente com um salário digno. Vivemos nesses tempos de crise em que a ciência que procura descobrir as raízes do homem e de seu comportamento é encarada como uma disciplina teórica qualquer e ensinada aos futuros dirigentes das cidades e dos estados sem uma pergunta mais profunda sobre o lugar da espécie humana e de cada um de nós na "economia da natureza", para usar as palavras de Darwin.

BIBLIOGRAFIA

- ATLAN, Henri. **Entre o cristal e a fumaça**. Rio de Janeiro: Zahar, 1991.
- BEIGUELMAN, Bernardo. Saiba mais sobre clones. **Ciência Hoje** vol 23, no 137, 1998, p 39-43.
- CAMPOS, Francisco A. P. Mandioca espera recursos. **Revista Ciência Hoje**, vol 26, no 151, 1999, p 34.
- DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1979.
- DEELY, John. **Semiótica básica**. São Paulo: Ática, 1990.
- DENNETT, Daniel. **A perigosa idéia de Darwin**. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.
- ENRIQUEZ, Juan; GOLDBERG, Ray A. Transforming life, transforming business: the life-science revolution. **Harvard Business Review**, march-april, 2000, p 96-104.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Biologia desenha a cara do século 21. **Caderno especial de 6 de agosto de 1998** (modificado)
- GANDER, Eugen S. ; MARCELINO, Lucilia H. **Plantas transgênicas. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**.
- GOLDEN, Frederic; LEMONICK, Michael. The race is over. **Times**, July 3, 2000, 13-17.
- GOULD, S. J.; ELDREDGE, N. Punctuated equilibrium comes of age. **Nature**, vol 366, p 223-227, 1993.
- GOULD, S.J.; LEWONTIN, R. The spandrels of San Marco and the panglossian paradigm: a critique of the adaptationism programme. **Proceedings of the Royal Society**, vol B 205, p 581-598, 1979.
- KAUFFMAN, Stuart. **The origins of order: self-organization and selection in evolution**. Nova York: Oxford University Press, 1993.
- KOLATA, Gina. **Clone: os caminhos para Dolly**. RJ: Campus, 1998.
- LEMONICK, Michael. The genome is mapped. Now what? **Times**, July 3, 2000, p 18-23.
- LEIS, Hector Ricardo. A tristeza de ser sociólogo no século XXI. Trabalho apresentado no XXIV Encontro Anual da ANPOCS, GT 19 – Teoria Social. Petrópolis, outubro de 2000.
- LEWONTIN, Richard. The Dream of Human Genom. IN: LEWONTIN, Richard. **It ain't necessarily so: the dream of human genome and other illusions**. New York Review Books, 2000, p 133-186.
- LOVINS, Amory B.; LOVINS, Hunter. **A tale of two botanies**.
- MCNALLY, Ruth; WHEALE, Peter. Biopatenting and biodiversity: comparative advantages in the new global order. **The Ecologist**, vol 26, no 5, sept, oct, 1996, p 222-228.

- MONTES, Gregorio Santiago; Caldini, Élia Garcia; Caldini Jr., Nelson. A Homossexualidade masculina tem causas biológicas. **Ciência Hoje** vol 22, no 128, mai/jun 1997, p 52-59.
- MORAIS, Jomar. **Comida Frankstein**. Revista Super Interessante, novembro de 2000, p 48-54.
- PENA, Sérgio Danilo. Por que proibir clonagem humana. **Ciência Hoje**, vol 22, no 125, mar/abr 1997, p 26-33.
- REVISTA USP. **Dossiê Genética e Ética**. São Paulo: USP, nº 24, 1995.
- RIDLEY, Matt. **As origens da virtude**. Rio e Janeiro: Record, 2000
- ROSE, Steven. A perturbadora ascensão do determinismo neurogenético. **Ciência Hoje**, vol 21, no 126, jan/fev 1997, p 18-27.
- ROYAL SOCIETY Genetically Modified Plants for Food Use
URL: <http://www.sbpcnet.org.br/forum8/forum8.htm>
- RUMJANEK, Franklin. Potencial e limitações da clonagem de mamíferos. **Ciência Hoje** vol 22, no 127, mar/abr 1997, p 43- 45.
- RUSE, Michael. **Sociobiologia: senso ou contra-senso**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1983
- SBPC. Fórum de debates sobre transgênicos
URL: <http://www.sbpcnet.org.br/forum8/forum8.htm>
- SHAPIRO, A. James. Vies about evolution are evolving. **ASM News**, vol. 65, nº 4, 1999, p 201-207.
- SCHRAMM, Fremin Roland. O ‘fantasma’ Dolly e o ‘fármaco’ Polly. **Ciência Hoje** vol 22, no 132, outubro de 1997, p 28-60.
- UNESCO. **Proceddings of International Bioethics Committee of UNESCO**, 6^a session AND Intergovenamental Bioethics Committe, 1^a session, 1999, vol. 2.
- VENTURA, Armando A. Vetores não-virais na terapia genética. Revista **Ciência Hoje**, vol 26, no 151, 1999, p 35-36.
- WEINER, David B.; KENNEDY, Ronal C. **Genetic Vaccines**. Scientific american vol 281, no 1, july 1999, p 34-41.
- WERB, Zena. O caso Dolly: até onde a clonagem pode chegar? **Ciência Hoje** vol 22, no 127, mar/abr 1997, p 35-42.
- WILKINSON, John; Castelli, Pierina German. **A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: biotecnologias, patentes e biodiversidade**. Rio de Jaiero: ActionAid Brasil, 2000.
- Wilmut, Ian; Campbel, Keith; Tudge, Ian. Dolly: **a segunda criação**. RJ: Objetiva, 2000, pp 291-351.

WILSON, Edward O. **Sociobiology: The new synthesis**. Cambridge: Harvard University Press, 1975.

_____ **.Da natureza humana**. São Paulo: Edusp, 1981

WOLFF, Jon A.; LEDERBERG, Joshua. **An early history of gene transfer and therapy**. Human Gene Therapy 5: 2469-489, 1994