

O CORPO COMO INFORMAÇÃO: CIBERNÉTICA E GENÉTICA COMO DOGMAS DO CORPO CONTEMPORÂNEO¹

*BODY AS INFORMATION:
CYBERNETICS AND GENETICS AS DOGMAS OF CONTEMPORARY BODY*

Marko MONTEIRO²

Resumo:

O trabalho busca retomar a associação entre corpo e informação como uma das bases da Biologia Molecular atual, a partir de um comentário sobre a crescente hegemonia dessa ciência sobre outros ramos da Biologia. Tal associação, como é argumentado no texto, fundamenta processos de busca de controle e manipulação do corpo a partir da análise e manipulação da informação genética. Tal contexto sugere que visões “cartesianas” do corpo são insuficientes para a compreensão dos dilemas éticos e culturais que as atuais tecnologias nos trazem.

Palavras-chave: Corpo, Genética, Antropologia, Biotecnologia

Abstract

This article retraces the association between bodies and information as one of the basic premises of contemporary Molecular Biology, by commenting on the increasing hegemony of this branch of Biology over others in the field. This association, it is argued here, is at the basis of some attempts to control and manipulate the body through the manipulation of genetic information. This suggests that “Cartesian” views of the body are insufficient to understand the contemporary cultural and ethical dilemmas that emerge with these new technologies.

Keywords: Body, Genetics, Anthropology, Biotechnology

¹ Texto apresentado no I Seminário Brasileiro e III Jornada Paranaense de Antropologia da Saúde, Curitiba, 19 a 23 de novembro de 2003.

² Doutor em Ciências Sociais, IFCH-UNICAMP, 2005. Professor da Faculdade de Ciências Sociais, CCH-PUC-Campinas. E-mail: markosy@uol.com.br

A materialização do gene

Um relato a respeito de como o corpo existe na contemporaneidade³, mas especificamente a partir do impacto da ciência e da tecnologia, deve necessariamente compreender como a biologia molecular, em especialidades como a genética, adquiriu a legitimidade quase absoluta de exprimir a verdade da natureza. Ou seja, configurando-se como uma meta-biologia (YOXEN, 1982), ou como ciência hegemônica no campo do estudo da natureza e do corpo, a biologia molecular desenvolveu um programa reducionista, que busca as explicações mais simples da vida em termos da organização peculiar da matéria, passando assim a ser o lócus predominante de construção de verdades a respeito do corpo nas sociedades contemporâneas. Em outros termos, ao propor uma solução para o problema da vida que se tornou hegemônica nas ciências biológicas, através de uma explicação materialista e baseada na teoria da informação, a biologia molecular passou a configurar-se em novo dogma da vida, organizando uma visão de mundo particular baseada no corpo como organização particular da matéria e portador de informação.

Os pressupostos da genética e da biologia molecular, como será exposto no decorrer do texto, são descendentes próximos das explicações mecanicistas presentes em Descartes e na chamada visão cartesiana do corpo (ver, por exemplo, DESCARTES, 1999; DOBZHANSKY, 1969; DONATELLI, 2000). Se no século XVI e XVII, sob o impacto da Renascença e da chamada Modernidade a natureza passou a ser vista como sendo domínio do material, em oposição aos mundos espirituais, subjetivos e do pensamento, essa natureza poderia (e deveria) ser desvendada a partir da ciência experimental, como fica claro a partir dos trabalhos de filósofos como Thomas Hobbes e Francis Bacon, marcos do nascimento do pensamento “moderno”. Com esse otimismo da ciência experimental e da superioridade do conhecimento sobre a mágica ou a religião, com o qual os pensadores modernos romperam com as tradições filosóficas medievais, configuraram-se as bases do que hoje chamamos de ciência.

O desenvolvimento do pensamento moderno em torno do corpo como entidade material explicável pela ciência desembocou, grosso modo, na especialização da biologia no século XIX e no surgimento, ao longo do século XX, da genética e da biologia molecular como meta-explicações que unificariam uma visão reducionista da vida em termos de organização da matéria.

A legitimidade da biologia molecular foi adquirida, como mostra Yoxen (1982), em parte pelo desenvolvimento de técnicas de manipulação da vida em seu núcleo mais fundamental, segundo uma concepção particular de vida, que será explorado aqui, como sendo função de informações contidas no DNA. Essa configuração particular da biologia molecular como detentora do privilégio da verdade sobre a vida tem sido analisada em diversos autores, como a feminista Evelyn Fox Keller:

Uma crença antiga entre os geneticistas (e uma que tem adquirido maior difusão em anos recentes entre o público mais abrangente) é a de que os genes são os agentes primários da vida: eles são as unidades fundamentais da análise biológica; eles *causam* o desenvolvimento de características biológicas; e o fim último da ciência biológica é a de alcançar uma compreensão de como atuam. Tanta confiança no poder e na ação dos genes – codificada naquilo que chamo de “discurso da ação do gene” – tem sido importante na história da genética e, mais recentemente, no lançamento do Projeto Genoma Humano. (Keller, 1995:3; ênfase original da autora).⁴

Falk (1986) afirma, na mesma linha de raciocínio, que o conceito de gene, antes utilizado como metáfora, passou com os anos a adquirir uma materialidade específica (incorporado na bioquímica do DNA) e a representar a explicação essencial da biologia. Ou seja, de um construto abstrato nos trabalhos de Mendel, sem relação com nenhuma estrutura concreta na célula e usado apenas para agrupar algumas propriedades, a idéia de gene rapidamente ganhou legitimidade absoluta e tornou-se construto hipotético, ou seja, passou a denominar a realidade da hereditariedade e da vida. O gene como essa metáfora que

³ Esse texto é parte de uma pesquisa maior desenvolvida no âmbito do meu doutorado em Ciências Sociais na UNICAMP, financiado pela FAPESP e concluído em junho de 2005.

⁴ “A belief long standing among geneticists (and one that has acquired greater currency in recent years for the public at large) is that genes are the primary agents of life: they are the fundamental units of biological analysis; they *cause* the development of biological traits; and the ultimate goal of biological science is the understanding of how they act. Such confidence in the power and agency of genes – codified in what I call “the discourse of gene action” – has been of immense importance to the history of genetics and, most recently, to the launching of the Human Genome Initiative.”

busca compreender propriedades específicas, segundo ele, pode ser percebido como descendente histórico da idéia de *fator*, elaborada por Mendel em 1866, para sugerir uma explicação dos padrões de hereditariedade em seus experimentos com ervilhas. Mendel falava em termos da hereditariedade como definida por *Merkmale*, literalmente caracteres ou marcadores (FALK, 1986).

No começo do século XX, segundo o mesmo Falk, o conceito de gene, em conjunto com a distinção entre fenótipo e genótipo foram elaboradas pelo botânico dinamarquês Wilhelm Ludvig Johannsen. Mesmo achando útil a utilização da noção abstrata de gene, Johannsen deixa claro em seus trabalhos que nenhuma hipótese poderia ser feita a respeito da sua natureza específica. Mas a busca por uma base material para os fatores ou genes enquanto unidades mínimas da hereditariedade e da vida continuaram no século XX. Em 1926, num trabalho para o *International Congress of Plant Sciences*, o geneticista Herman J. Muller sugere uma definição de gene bastante próxima da atual compreensão do conceito:

O que é entendido... pelo termo material ‘genético’ é qualquer substância que, em um meio dado, protoplásmico ou outro – é capaz de causar a reprodução da sua própria composição específica, mas que pode, não obstante, mudar repetidamente – sofrer ‘mutações’ – e mesmo assim manter a propriedade de reproduzir-se nas suas mais variadas formas. (MULLER⁵ apud FALK, 1986:150).⁶

A visão de Muller, além de estabelecer a prioridade ontológica e temporal do gene em relação às outras estruturas da célula, como o protoplasma, concede ao gene a qualidade de agente da vida, capaz de causar por si os processos vitais (KELLER, 1995). A definição de vida implícita (ou explícita) nessa visão nos acompanha até hoje, sendo seminal quando do advento da cibernética e da elaboração do modelo bioquímico da molécula do DNA por James Watson e Francis Crick em 1953 (WATSON e CRICK, 1953). Com Muller, abre-se a possibilidade de buscar o gene como ente material, como molécula discreta e não mais como uma idéia abstrata usada apenas com fins explicativos. A busca da Biologia pelo gene tornou-se ao mesmo tempo uma busca de uma explicação final e reducionista capaz de esclarecer os mistérios da vida.

O corpo informação

Um outro fator central na compreensão de como o dogma da Biologia molecular se configurou é a sua associação com a teoria da informação a partir dos anos 40 (WIENER, 1948 e 1970; SHANNON, 1948), e concomitantemente com a elaboração do modelo físico-químico do DNA. Assim como a metáfora do gene acabou consolidando-se como a “realidade” da vida no decorrer do século XX, a idéia de gene somente materializou-se a partir de uma associação com uma forma física palpável pelas teorias bioquímicas – o DNA – e da chamada metáfora da informação (KAY, 2000; HAYLES, 1999; OYAMA, 2000).

Assim como a idéia do gene começa a materializar-se no decorrer do desenvolvimento da genética, a associação da vida com a idéia de informação vinda da cibernética – que elaborou teorias para conceituar os sistemas de troca de informação entre o corpo e o ambiente – foi cada vez mais transformando uma metáfora explicativa em uma realidade concreta. A materialidade do corpo muda de qualidade a partir da sinergia entre o modelo bioquímico do DNA enquanto molécula capaz de armazenar e ordenar toda a informação da vida e os conceitos da cibernética, que parecem fornecer uma explicação científica do funcionamento desses processos. Em outros termos, é a partir do desenvolvimento da noção do DNA como molécula central da vida, organizadora e armazenadora da informação (da forma) do organismo, que uma solução explicativa reducionista vai sendo cristalizada para explicar como a matéria inerte adquire ordem e, portanto, vida.

A noção de informação elaborada pela cibernética, ao mesmo tempo em que permite explicar a materialidade do corpo a partir do DNA como molécula informacional, exclui a matéria do substrato da vida. No modelo cibernético, a vida é explicada a partir da informação que define a forma a qual adquire a matéria. Como sugere Hayles (1999), portanto, há uma continuidade entre as teorias biológicas atuais com os mandamentos cartesianos, no sentido de dar prioridade ontológica à forma (ou mente) sobre o mundo material. Assim podemos compreender o que tem se denominado a desmaterialização do corpo: este, a partir das explicações biológicas, é visto cada vez mais como uma função de informações contidas na célula, que

⁵ MULLER, Herman J. The Gene as the Basis of Life. In *International Congress of Plant Sciences* 1, 1926, pp.897-921.

⁶ What is meant... by the term ‘gene’ material is any substance which, in given surroundings, protoplasmic or other wise – is capable of causing the reproduction of its own specific composition, but which can nevertheless change repeatedly – ‘mutate’ – and yet retain the property of reproducing itself in its various new forms.

podiam ser replicadas em qualquer meio. Ou seja, o que define a vida não é a sua incorporação específica, mas sim a informação ali contida, que corretamente armazenada, explorada e copiada, pode ser infinitamente manipulada.

Mas o que vem a ser essa metáfora da informação na biologia? Fortemente influenciada pela cibernética desenvolvida por Norbert Wiener (1948, 1970) e Claude Shannon (1948), entre outros, a idéia de informação que se associou à genética tem conseqüências específicas para a forma como o corpo é interpretado pela biologia atualmente. Wiener trata a informação como função da relação entre homens e máquinas (ou tecnologia). Para ele, a forma como um ser humano se relaciona com um sinal qualquer não difere da forma como uma máquina se relaciona com esse mesmo sinal (uma afirmação derivada da prioridade ontológica da informação, ou forma, sobre a matéria). Assim podemos colapsar a diferença entre organismos e máquinas pela percepção de que ambos são, fundamentalmente, dirigidos e definidos a partir da informação. Sobre o conceito de informação em si ele escreve:

Informação é o termo que designa o conteúdo daquilo que permutamos com o mundo exterior ao ajustarmos a ele, e que faz com que nosso ajustamento seja nele percebido. O processo de receber e utilizar informação é o processo de nosso ajuste às contingências do meio ambiente e de nosso efetivo viver nesse meio ambiente. (WIENER, 1970:18).

Essa idéia de informação não pressupõe nenhuma forma de conteúdo. Informação é feita de sinais permutados, é a própria relação entre esses sinais, não fazendo diferença conteúdos semânticos específicos. Se uma entidade tecnológica, como uma televisão, envia sinais de ruído, sem nenhum conteúdo semântico aparente, ainda assim há troca de informação com o meio. A separação entre informação e significado foi postulada por Claude Shannon que ao lado de Wiener é tido como fundador da teoria da informação tal qual a conhecemos hoje. Shannon publica seu *Mathematical Theory of Communication* ao mesmo tempo em que o *Cybernetics* de Wiener, ambos trabalhos aproximando-se no que concerne à informação enquanto conceito matemático aplicável à realidade. Segundo Shannon, o problema da informação não é seu conteúdo, mas a logística da sua transmissão:

O problema fundamental da comunicação é o da reprodução, em um ponto, exatamente ou aproximadamente, de uma mensagem selecionada de outro ponto. Frequentemente as mensagens têm *significado*, isto é, referem-se ou são correlacionadas, por algum sistema, a entidades físicas ou conceituais. Esses aspectos semânticos da comunicação são irrelevantes para o problema de engenharia. O aspecto significativo é que a mensagem ela mesma é uma *selecionada dentro um conjunto* de mensagens possíveis. (SHANNON *apud* KAY, 2000:96, ênfase original do autor).⁷

Shannon desenvolveu a sua teoria trabalhando com códigos binários de transmissão, no qual duas posições (sim e não, ligado e desligado ou 0 e 1) compunham um código que conseguia reproduzir a complexidade de uma mensagem a partir de diferentes permutações dessas duas posições. É de Shannon a introdução do *bit*, ou *binary digit*, dígito binário, como unidade mínima de informação. Os computadores, filhos desse mesmo período, ainda trabalham com essas unidades de informação e por isso mesmo são chamados, junto com outras máquinas, de *digitais*, por usarem esses dois dígitos (em oposição a analógico).

Para Wiener as máquinas, assim como os seres humanos ou o processo vital, dependem de ações complexas de entrada e saída de dados (*input* e *output*), pelo meio do qual percebem-se sinais vindo de fora do sistema e efetuam-se ações no ambiente que circunda o sistema. Pelo processo de realimentação (*feedback*) os sistemas cibernéticos (autômatos ou seres vivos) controlam os sinais de entrada, avaliando as alterações do meio, e organizam-se concomitantemente para adaptar-se a essas condições, enviado também sinais de saída.

Esses conceitos cibernéticos, quando aplicados à explicação da vida, partem do pressuposto de que seres vivos precisam ir contra a lei da entropia, a segunda lei da termodinâmica, segundo a qual todo o universo tende ao caos. A vida seria então a matéria que, ao invés de esvaí-se em desordem, adquire ordem crescente e consegue, inclusive, reproduzir essa ordem e mantê-la por várias gerações. Através do processo de realimentação ou *feedback* a vida consegue violar, mesmo que temporariamente, essa lei da física. E por meio desse mesmo

⁷ The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point. Frequently the messages have *meaning*; that is they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem. The significant aspect is that the actual message is one *selected from a set* of possible messages.

sistema comunicativo conseguimos alcançar grandes feitos de engenharia, construindo máquinas complexas como os computadores os quais realizam também essas operações para nosso benefício.

A cibernética e a teoria da informação foram inspiração para outros autores reconstruírem metáforas do que seria a vida. Assim como Wiener, outros buscaram nos conceitos da teoria da informação formas de construir modelos explicativos para o corpo e a vida, como, por exemplo, John von Neumann. Num texto de 1950⁸, von Neumann elabora uma hipótese cibernética da vida que serviria de base para toda uma nova gama de pesquisas atuais nesse campo, como inteligência artificial, vida artificial, entre outros. A partir da construção do modelo do que seria um autômato, baseado na cibernética e na informática, autores como von Neumann buscavam explicações para a vida e seu funcionamento lógico e material. Como esclarece Kay:

Na visão de von Neumann seu modelo era suficientemente flexível para englobar não somente os mecanismos de auto-catálise, mas também mutações e hetero-catálise. Alterando um conjunto de instruções poder-se-ia “exibir certos traços típicos que aparecem em conexão com mutação, via de regra letais, mas com a possibilidade de reprodução continuada e de modificação de traços”. Um conjunto adicional de instruções poderia supostamente estimular/simular (*s[t]imulate*) a produção de enzimas específicas de um gene. Dessa forma a solução para o seu dilema evolucionário era a de que abaixo de um certo nível de complexidade, autômatos eram degenerativos (produzindo autômatos menos complexos que si mesmos), mas acima do qual poderiam reproduzir a si mesmos e originar entidades de maior complexidade. A construção

desses autômatos requer vários pressupostos simplificadores, concede von Neumann, mas essas simplificações contêm grande valor heurístico: são predicados para a compreensão de fenômenos naturais mais complexos. Tais simulações abriram uma nova categoria de representações da vida. Estrutura discursiva e semiótica prometia ser epistemologicamente e tecnicamente compatível com os nascentes sistemas cibernéticos dos anos 1950: organismos como computadores e computadores como organismos. (KAY, 2000:111).⁹

Para Kay (2000) a guerra e o contexto criado por ela e depois dela alteraram profundamente as práticas das ciências da vida, e definiram a forma como hoje compreendemos tanto a ciência quanto a genética, perpassada pela idéia de código:

Naquela ordem mundial pós-guerra as práticas materiais, discursivas e sociais da biologia molecular transformaram-se. Teoria da informação, cibernética, análise de sistemas, computadores eletrônicos e tecnologias de simulação alteraram fundamentalmente as representações de fenômenos animados e inanimados. Essas novas ciências da comunicação começaram a reorientar a biologia molecular (como fizeram, em graus variados, a outras ciências da vida e sociais) mesmo antes dela sofrer uma mudança de paradigma (1953), de uma explicação hereditariedade baseada em proteínas para outra baseada no DNA. Foi dentro desse discurso da informação que o código genético constituiu-se enquanto objeto de estudo e enquanto tecnologia escritural, e o genoma textualizado como um Livro da Vida contemporâneo. (KAY, 2000:5).¹⁰

A importância do tipo de histórico do DNA feito por Kay e outros (HAYLES, 1999) é de mostrar que nem as

⁸ VON NEUMANN, John. The General and Logical Theory of Automata. In Lloyd Jeffress (ed.) **Cerebral Mechanisms and Behavior**. New York: Hafner, 1951.

⁹ As von Neumann saw it, his model was flexible enough to encompass not only mechanisms of autocatalysis but also mutations and heterocatalysis. By altering a set of instructions one “can exhibit certain typical traits which appear in connection with mutation, lethally as a rule, but with a possibility of continuing reproduction with modification of traits.” An additional set of instructions supposedly could s(t)imulate the production of gene-specific enzymes. Thus the solution to his evolutionary dilemma was that below a certain level of complexity automata were degenerative (producing less complex automata) but above which they could reproduce themselves and higher entities. The construction of such automata required several simplifying assumptions, von Neumann conceded, but these simplifications had great heuristic value: they were predicates for understanding the more complex natural processes. Such simulations opened a new category of representations of life. Discursive and semiotic structure promised to be epistemically and technically compatible with the burgeoning cybernetic systems of the 1950s: organisms as computers and computers as organisms.

¹⁰ In that postwar world order, the material discursive, and social practices of molecular biology were transformed. Information theory, cybernetics, systems analyses, electronic computers, and simulation technologies fundamentally altered the representations of animate and inanimate phenomena. These new communication sciences began to reorient molecular biology (as they did, to various degrees, other life and social sciences) even before it underwent a paradigm shift (1953) from protein- to DNA-based explanation of heredity. It is within this information discourse that the genetic code was constituted as an object of study and a scriptural technology, and the genome textualized as a latter-day Book of Life.

representações da genética como código supremo da vida (tal como aparecem em alguns discursos da mídia e de cientistas ligados, por exemplo, ao Projeto Genoma), nem os debates em torno da validade ou não do gene como unidade material da vida e da hereditariedade, são novos e podem ser associados a um contexto atual de impacto dos projetos de sequenciamento. Toda a atenção dada e o debate mundial criado em torno do sequenciamento do genoma humano, por exemplo, e a enxurrada de discursos a respeito da quebra do código da vida, de uma nova era de controle biológico, do fim das doenças e do melhoramento da espécie, são datados e possuem uma história relativamente longa, mesmo que recente.

A idéia de código da vida como aparece normalmente no debate público também não foi criação de Watson e Crick, quando propuseram um modelo químico e físico para a molécula do DNA, mas já circulava no campo da biologia por algum tempo antes disso. Como relata Kay (2000), a associação de especificidades de proteínas com a permutação de nucleotídeos data do começo do século XX; e sua associação com um código cifrado, ou a ser decifrado, existe pelo menos desde os anos 1930. Mesmo representações tidas como absolutamente novas, como as que tratam da especificidade genética representada a partir de propriedades combinatórias que armazenam e transportam informação através de um código não são novas, nem derivam do modelo de Watson e Crick (1953).

Tais representações da hereditariedade surgiram desde o final dos anos de 1940 com o impacto da cibernética e da teoria da informação. Apesar dos limites explicativos da metáfora da informação com respeito ao código genético, o poder retórico da metáfora tem sido enorme e foi incorporado ao jargão da genética até os dias de hoje, influenciando a forma como essa especialidade cresce e se desenvolve, interferindo também nos discursos dirigidos ao grande público por parte de industriais, cientistas e governantes.

Kay mostra que, no decorrer do empreendimento científico de “decodificar” o código genético, as tentativas de uso da teoria da informação para o deciframento desse código não foram muito adiante, nem proporcionaram resultados animadores. Essas tentativas buscavam decifrar matematicamente a relação entre aminoácidos e as proteínas produzidas, tratando o processo de síntese de proteínas como caixa-preta (ou seja, como processo cujo funcionamento era inacessível). Tais tentativas foram infrutíferas e foi-se percebendo que a relação entre a molécula do DNA e a expressão de proteínas não poderiam

ser conceituadas enquanto código. Esse tratamento do modelo não dava conta da forma complexa como o DNA se relacionava dentro da célula com as organelas de modo a produzir proteína e organizar o funcionamento da mesma.

A relação entre as seqüências de DNA e as proteínas foi “decifrada” em 1961, através de métodos bioquímicos de tentativa e erro, por via de experimentos que determinaram a existência do tRNA. Essa molécula, que faz a tradução da informação do DNA para efetuar a síntese de proteínas, foi descoberta a partir de experimentos com síntese *in vitro* de aminoácidos. Tais experimentos usaram sistemas homogêneos de organelas em tubos de ensaio, buscando reproduzir o funcionamento da célula fora do contexto celular (RHEINBERGER, 1992a e 1992b). Ao mesmo tempo em que ficava cada vez mais claro que a criptografia e a teoria da informação não eram modelos explicativos coerentes com a realidade celular, o conceito de gene enquanto unidade de informação também ficou desacreditado (FALK, 1986).

Para Falk, a idéia de gene elaborada e cristalizada no decorrer do desenvolvimento da Biologia Molecular entra em crise paulatinamente a partir dos anos 60, quando estudos apontam, por exemplo, uma enorme redundância no código genético. Ou seja, a teoria de que cada gene codificava uma proteína estava falho e descobriu-se que grande parte do DNA não codificava nenhuma proteína ou não tinha nenhuma função conhecida. Também não havia uma seqüencialidade perfeita na molécula quando da leitura ou tradução do DNA pelo RNA. Ou seja, numa seqüência específica de DNA, por exemplo, há vários íntrons, ou pequenos trechos de DNA não-codificante, que precisam ser extirpados no decorrer do processo de tradução a fim de se obter uma seqüência que realmente expressava alguma proteína.

Ao mesmo tempo em que finalmente elaboravam-se as correspondências entre ácidos nucléicos e proteínas, surge o modelo dos códon (unidade formada por três pares de bases no DNA), que postulava que cada códon continha a informação para a síntese de uma parte da proteína. Com o fim aparente dos segredos em torno do funcionamento da célula, outras certezas ruíam ao mesmo tempo, como a simplicidade dos modelos nos quais o DNA era visto como o comandante geral de todo o processo vital. A cada nova descoberta ficava mais complicado sustentar hipóteses como a de que o DNA centralizava os processos celulares; e o papel das outras organelas, da relação entre as partes da célula e a interferência do meio celular precisou ser levado em consideração. Isso não

impediu que desde os anos 60 proliferassem discursos ufanistas da “quebra do código da vida” e do “desvendamento dos mistérios da natureza” (KAY, 2000) na imprensa em geral. Assim como atualmente os projetos de sequenciamento de genomas trazem a tona discursos que evocam o “fim da história” no campo da Biologia, onde todos os segredos estariam em vias de serem revelados.

Apesar de ser inviável uma exegese de toda a teoria genética atual, o que significaria um trabalho paralelo sem muita utilidade para os objetivos desse trabalho, alguns conceitos merecem ser tratados, na forma como aparecem em livros textos atuais, de forma a percebermos como as bases da Biologia e da genética permanecem centradas no DNA e na transferência de informação do núcleo para a célula. A explicação materialista e reducionista proposta por esses modelos genéticos ainda é o dogma central da biologia, e conceitos como o de gene possuem definições bastante precisas nos modelos atuais. Em um livro contemporâneo largamente usado no ensino de alunos de graduação, por exemplo, (HAWKINS, 1996) o gene ou cistron é definido como a unidade funcional da molécula de DNA.

A descrição de Hawkins repete as análises citadas anteriormente, que se consolidaram na Biologia a partir da quebra do código do DNA e da descoberta do RNA de transferência (tRNA). O autor descreve o gene como receptáculo a informação que dirige a síntese de outras moléculas. A maior parte da informação do genoma, ele esclarece, serve para especificar a seqüência de aminoácidos que forma as proteínas, essas servindo a uma gama de processos vitais na célula. A expressão dessa informação contida nos genes é mediada pelo ácido ribonucleico, ou RNA, formado a partir do DNA pelo processo conhecido como transcrição.

Assim como nos modelos cibernéticos da vida, como o modelo proposto por Von Neumann em 1951, Hawkins usa a informação e mutações para explicar a evolução da vida. Ele explica que fatores externos como poluição e radiação podem causar erros e interromper processos como a transcrição, afetando a correta expressão dos genes. Apesar de poderem ser corrigidos, tais erros podem eventualmente ser incorporados ao genoma. O ritmo dessas mutações é lento, não afetando o curso da vida de um organismo, mas ao longo do tempo alteram a vida no processo de evolução.

Conclusão

A continuidade dos modelos materialistas e cartesianos de vida e Biologia, como temos visto em relação

ao desenvolvimento da teoria biológica atual, nos coloca frente ao desafio de compreender como o corpo, visto enquanto mecanismo cibernético, é tornado cada vez mais problemático na situação contemporânea. Não somente pela Biologia ou pela Engenharia Genética, mas na percepção geral e na cultura. A meu ver, os desenvolvimentos contemporâneos da Biotecnologia, mesmo que derivados dos esquemas cartesianos da genética, colocam em cheque esse sistema, e uma compreensão mais rica dos dilemas ao redor do corpo tornam necessárias visões que coloquem oposições como matéria/espírito e natureza/cultura em debate.

As perspectivas do corpo digital ou corpo informação, que são base da visão da Biologia Molecular ao mesmo tempo em que continuam a tradição cartesiana de priorizar a forma sobre a matéria acelerando os mandamentos modernistas de manipulação da natureza, colocam um impasse ético e filosófico importante na medida em que possibilitam a manipulação sem limites da esfera natural (a partir da Engenharia Genética, por exemplo), apagando assim a matéria da oposição cartesiana como relevante para o pensamento do “real”.

A problematização da oposição natural/artificial, portanto, causa uma certa “insegurança existencial” e sugerem dilemas éticos inusitados, para os quais ainda não temos respostas cristalizadas (RABINOW, 1999), nem um aparato de pensamento que permita pensar corretamente tais questões. A ruptura da separação entre natural/artificial, ou entre natureza/cultura (ver também RABINOW, 2000 e RHEINBERGER, 2000), fica sugerida, quando não efetuada, por desenvolvimentos como a Biotecnologia atual, que busca técnicas cada vez mais sofisticadas de intervenção e manipulação das bases de organização da matéria viva, ou o DNA. Dentro de um contexto científico no qual a materialidade da vida é vista apenas como suporte para a sua essência informacional, as técnicas da Biotecnologia buscam controlar a vida a partir da manipulação da informação.

Exatamente nesse ponto é que vemos uma possível ruptura com os fundamentos do moderno e do corpo cartesiano. Pois se antes a ciência buscava conhecer com precisão cada vez maior a natureza e dobrá-la aos desígnios do progresso humano, hoje em dia vemos que esses ideais levam a uma crescente manipulação do corpo e da sua própria materialidade, a ponto de perdermos a possibilidade de distinguir entre seres artificiais e naturais. Pois, na medida em que podemos manipular a vida na sua essência, como prometem as técnicas da Biotecnologia, abre-se a

possibilidade de podermos criar entes vivos e não somente robôs e “ciborgues”. Num contexto atual, teorias que recontextualizem a herança cartesiana e a Biologia são de extrema valia para uma compreensão mais rica dos novos tempos que surgem.

Referências bibliográficas

DESCARTES, René. **Meditações sobre filosofia primeira**. Tradução de Fausto Castilho. Campinas: Edições CEMODECON – UNICAMP, 1999 [1641].

DOBZHANSKY, Theodosius. The Cartesian and Darwinian Aspects of Biology. In Morgenbesser, S.; Supper, P.; White, M. (eds.) **Philosophy, Science and Method**. New York: St. Martin's Press, 1969, pp.165-178.

DONATELLI, Marisa. **Da máquina corpórea ao corpo sensível: A medicina de Descartes**. Tese de doutorado em Filosofia, Universidade de São Paulo, 2000.

FALK, Raphael. What is a Gene? In **Studies in History and Philosophy of Science**. 17(2), 1986, pp.133-173.

HAWKINS, John D.. **Gene Structure and Expression**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996).

HAYLES, Katherine. **How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature and Informatics**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

KAY, Lily E.. **Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code**. Stanford: Stanford University Press, 2000.

KELLER, Evelyn Fox. **Reconfiguring Life: Metaphors of Twentieth-Century Biology**. New York: Columbia University Press, 1995.

OYAMA, Susan. The conceptualization of Nature – Nature as design. In Thompson, W. I. (ed.) **Gaia 2 – Emergence – The new science of becoming**. New York: Lindisfarne Press, 1991, pp. 171-184.

OYAMA, Susan. **The Ontogeny of Information: Developmental Systems and Evolution**. Duke: Duke University Press, 2000.

RABINOW, Paul. **Essays on the Anthropology of Reason**. Princeton: Princeton University Press, 1996.

RABINOW, Paul. **French DNA: Trouble in Purgatory**. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.

RABINOW, Paul. Epochs, Presents, Events. Lock, M.; Young, A.; Cambrosio, A. (eds.) **Living and Working with the New Medical Technologies: Intersections of Inquiry**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, pp. 31-49.

RHEINBERGER, Hans-Jörg. Beyond Nature and Culture: Modes of Reasoning in the Age of Molecular Biology and Medicine. In Lock, M.; Young, A.; Cambrosio, A. (eds.) **Living and Working with the New Medical Technologies: Intersections of Inquiry**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, pp. 19-31.

RHEINBERGER, Hans-Jörg. Experiment, Difference and Writing: I. Tracing Protein Synthesis. In **Studies in the History and Philosophy of Science**, 23 (2), 1992 (a), pp.305-331.

RHEINBERGER, Hans-Jörg. Experiment, Difference and Writing: II. The Laboratory Production of Transfer RNA. In **Studies in the History and Philosophy of Science**, 23 (3), 1992(b), pp. 389-422.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, vol. 27, pp. 379-423 and 623-656, 1948

WATSON, J; CRICK, F. (1953). *Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid*. **Nature** 171 (4356): 737-8.

WIENER, Norbert. **Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos**. São Paulo: Cultrix, 1970 [1954].

WIENER, Norbert. **Cybernetics**. Cambridge: MIT Press, 1948.

YOXEN, Edward. Giving life a new meaning: The rise of the molecular biology establishment. In Elias, N.; Martins, H.; Whitley, R. (eds.) **Scientific Establishments and Hierarchies**. London: D. Reidel Publishing Co., 1982, pp. 123-145.