

EXPLICAÇÕES TELEOLÓGICAS E TELEONÔMICAS EM BIOLOGIA

A. BRITO DA CUNHA

A adaptação dos organismos ao meio em que vivem é um dos problemas centrais da teoria da evolução. Entende-se por adaptação a interação entre organismo e meio que promove a sobrevivência e a reprodução do ser vivo no ambiente em que ele normalmente vive. A adaptação é um fenômeno geral e um dos grandes méritos de Lamarck foi acentuar a sua importância. Quando se estudam adaptações é difícil evitar a impressão de que o organismo aparentemente sabe o que deve fazer para sua sobrevivência. Um homem que recebe excesso de açúcar em sua dieta, retira da circulação o excesso da glicose armazenado-a no fígado em forma de moléculas de glicogênio. Diminuída a quantidade de açúcar na alimentação o glicogênio é degradado e moléculas de glicose são lançadas na circulação. Dessa forma, a quantidade de glicose no sangue é mantida constante. Se a temperatura ambiental se eleva o homem passa a suar mais e a evaporação do suor refresca o corpo. Ao mesmo tempo a circulação periférica aumenta promovendo a perda de calor. No frio, a sudação é diminuída, a intensidade de circulação periférica é reduzida e a queima de glicose aumentada. Há então, ao mesmo tempo economia e produção de calor. O organismo humano modifica a sua fisiologia promovendo a constância de sua temperatura.

Quando se estuda a estrutura de órgãos verifica-se a mesma relação adaptativa entre estrutura, funcionamento e sobrevivência. Se examinarmos o olho humano veremos que há enorme semelhança entre a sua estrutura e a de um aparelho fotográfico. A quantidade de luz é regulada por um diafragma, a íris, e por células pigmentadas da retina. A câmara posterior do olho é uma câmara escura onde se acha uma camada sensível, a

retina, onde se forma a imagem. Intercalada entre a abertura da íris e a camada sensível acha-se uma lente formadora de imagem, o cristalino.

Quando se examina um aparelho elaborado pelo homem, a máquina fotográfica, por exemplo, verifica-se que cada uma das peças foi elaborada em função de uma finalidade desejada pelo homem, no caso a obtenção de fotografias. O homem, para obter a imagem, usa diafragma-íris, lentes, câmara escura e para fixá-las lança mão de filmes sensíveis sobre os quais a imagem é formada e perpetuada. O homem constrói seus aparelhos finalisticamente.

Ao se pensar na origem das adaptações estruturais e fisiológicas dos organismos a idéia finalista surge intuitivamente. Aparentemente as adaptações orgânicas, como o funcionamento dos artefatos humanos devem ter sido elaborados tendo em vista finalidade determinadas. A explicação deísta da origem dos organismos consiste em admitir a existência de uma divindade que teria criado os organismos da mesma forma que o homem cria as suas máquinas, elaborando-os de acordo com as finalidades a serem atingidas. Explicações finalistas ateístas foram formuladas. São explicações chamadas teleológicas, segundo as quais os organismos evoluíam em vista de um fim ou alvo remoto atingido gradualmente. O processo evolutivo seria guiado por causas futuras. Essa explicação lança mão de *forças* características dos seres vivos. É intuitivo pensar que o olho, no exemplo acima, tenha sido elaborado como uma máquina fotográfica, por uma divindade, ou por uma força especial dos seres vivos.

Lamarck, na sua *Filosofia Zoológica*, ressuscitou uma idéia antiga, existente desde a Idade Média, de uma tal força. É a idéia de que os organismos teriam uma força intrínseca que os levaria a se modificarem no sentido de uma complexidade e perfeição cada vez maiores. Lamarck associou essa idéia à de efeitos do uso e do desuso e da transmissão de caracteres adquiridos para explicar a evolução dos organismos. Essa idéia de Lamarck foi retomada pelo Teilhard de Chardin que no seu livro mais famoso *O Fenômeno Humano* apresenta a evolução como sendo devida a uma tendência da matéria viva de progredir no sentido de um grau de perfeição cada vez maior. O grau de perfeição maior para o qual os organismos todos convergiriam, seria o ponto ômega, na realidade equivalente à idéia de Deus. Os organismos se tornariam ou tenderiam a se tornar cada vez mais perfeito em direção a

esse sentido de perfeição máxima. Essas idéias teleológicas ou as explicações teleológicas não têm sentido nenhum nas ciências, inclusive nas Ciências Biológicas onde tais idéias são, simplesmente, devidas a uma falta de compreensão da maneira como os organismos evoluem e como se transformam. Elas implicam na necessidade que estados de cousas futuros determinem as maneiras como estados de cousas presentes se desenvolvem. Causas futuras conduziriam à formação dos seres vivos.

Voltando às idéias teleológicas, teríamos os organismos se transformando com vistas a certos alvos que seriam atingidos devido à própria natureza da matéria viva, causada por existência de uma força viva condutora como essa que Teilhard de Chardin postula no *O Fenômeno Humano*. Bergson pressupôs força semelhante no livro chamado *Evolução criadora* em que chamou essa força de *elan vital*. Ninguém conseguiu demonstrar a existência de tais forças e de causas futuras. Reagindo contra essa idéia teleológica é comum evitar o uso de expressões que indiquem uma função. É comum dizer-se que afirmativas como a de que o pulmão humano existe para que o homem respire, estão erradas. Para se evitar qualquer idéia teleológica costuma-se inverter a idéia e dizer que o homem respira porque tem pulmão.

Na maior parte das ciências, as indagações mais comuns são perguntas do tipo: *Como esse fenômeno aconteceu?*. Um outro tipo de pergunta válido é: *De que modo tal coisa se originou?*. Ou *Como se formou?*. As respostas às perguntas deste último tipo são chamadas explicações históricas. Explicações históricas são mais comuns nas Ciências Biológicas, Geológicas e Humanas do que nas chamadas Ciências Exatas.

Se tomarmos a Física como exemplo, a pergunta *Como os vários elementos se formaram?* tem sentido, mas perguntas como essa são raras nessa ciência.

Pergunta que não tem sentido em Física é *Para que?*. Respostas a esse tipo de pergunta são respostas que envolvem funções. Por exemplo, não tem sentido na Física perguntar *Para que a pedra cai?*. A impropriedade da pergunta *Para que?* na Física tem levado à generalização da sua impropriedade na Biologia. Explicações teleológicas costumavam ser oferecidas à pergunta *Para que?* em Biologia. O erro das explicações teleológicas levou à idéia de que a pergunta *Para que?* também não tem sentido em Biologia.

Vamos ver que a pergunta *Para que?* juntamente com a pergunta *Como se originou?* são básicas nas Ciências Biológicas mas que a sua explicação não é teleológica. Elas são explicadas por fenômenos objetivos como mutação, recombinação genética, oscilação genética e seleção natural.

Na teoria atual da Evolução não se invoca força alguma característica de seres vivos como elan vital, enteléquia ou qualquer outra dessas forças imaginárias. Vamos ver como é que são explicadas as respostas às perguntas do tipo *Para que?*

Repetindo o que foi dito acima, perguntas *Para que?* são evitadas pela maior parte das pessoas que trabalham em Filosofia da Ciência, quase todas com formação em Ciências Exatas. Essa pergunta é tida como uma indagação que envolve causas futuras e explicações teleológicas, e por isso imprópria cientificamente. Por esse motivo muitos filósofos da Ciência preferem evitar expressões que impliquem em funções usando *O homem respira porque tem o pulmão* em vez de *O pulmão é o órgão que existe para o homem respirar*.

É importante salientar que esse tipo de pergunta *Para que?* não só é legítimo em Biologia, mas é relacionado com características da natureza dos seres vivos. Os órgãos têm funções mas elas não são criadas por processos teleológicos. Não é nenhuma finalidade remota que conduz o processo que cria e desenvolve os órgãos com suas funções.

Antes de prosseguirmos é bom lembrar que não existe *matéria viva*. O que existe são sistemas ou organismos vivos. *O organismo vivo é um sistema complexo de macromoléculas constituindo uma unidade independente de estruturas e de funções integradas capaz de dar origem a complexos idênticos* como muito bem define Lwoff (1970).

A idéia de como os organismos, suas estruturas e suas funções são criados é brilhantemente sintetizada por Jacob (1970) *O ser vivo representa a execução de um plano, mas plano que nenhuma inteligência concebeu. Ele tende para um fim, mas um fim que nenhuma vontade escolheu. O fim é preparar um programa idêntico, para a geração seguinte. É reproduzir-se*.

O que Jacob chama de programa é a mensagem contida no ma-

terial genético, o DNA. Jacob diz *O que é transmitido de geração a geração são as instruções especificando as estruturas moleculares. São os planos da arquitetura do futuro organismo. São os meios de por os planos em execução e de coordenar as atividades do sistema. O organismo é a realização de um programa prescrito pela herança.* Esse programa contido no DNA interagindo com fatores ambientais vai dar o fenótipo do organismo. Esse fenótipo, por sua vez, interagindo com o ambiente, de acordo com o seu maior ou menor grau de adaptação, vai ter uma probabilidade maior ou menor de sobrevivência e de deixar descendentes na geração seguinte. Essa interação do organismo com o ambiente, é que vai determinar a probabilidade de sobrevivência.

Em cada geração, o programa genético que dá origem a um indivíduo, é testado no ambiente onde esse organismo vive e o resultado dessa triagem é transmitir ou não os elementos desse programa à geração seguinte.

Isso significa que cada um de nós contem no seu DNA um programa que foi testado nas gerações passadas. Os programas são escritos através das gerações. Esse programa é escrito em cada geração através da seleção de novas mutações que surgem e de novas recombinações produzidas pela meiose e pela reprodução sexuada. O material para esses programas é fornecido pela variabilidade existente nas populações. As variantes, mutações e recombinações gênicas surgem ao acaso. É a seleção natural que dirige o processo evolutivo escolhendo os programas, os quais aparecem em cada geração na dependência dos programas que foram selecionados nas gerações anteriores. Monod (1970) usou a expressão *as mutações são os ruídos que a seleção natural usa para compor música.* A música seria cada programa que consegue sobreviver e se perpetuar.

É interessante vermos que a seleção natural, reprodução diferencial resultante da interação da variabilidade com o ambiente dá origem a funções sem que se tenha um processo do tipo teleológico. O exemplo mais simples que se pode ter e que mostra como uma função desse tipo é criada foi fornecido por Jacob e Monod analisando o chamado *operon da lactose* e está descrito de forma muito clara em Monod (1970). A *Escherichia coli*, bactéria comum no intestino humano, apresenta linhagens de dois tipos no que se refere à utilização da lactose, linhagens do tipo *adaptativo* e do tipo *constitutivo*.

A utilização da lactose por *Escherichia* é permitida pela presença das enzimas β -galactosidase, que desdobra a lactose, permease, que determina a capacidade de absorver a lactose, e transacetilase de função ainda mal conhecida. Para que *Escherichia coli* use a lactose é preciso que tenha as três enzimas.

A bactéria da linhagem *constitutiva* sempre fabrica essas enzimas, exista ou não lactose no ambiente. A bactéria do tipo *adaptativo* só fabrica as enzimas em presença da lactose. A bactéria do tipo adaptativo é, do ponto de vista econômico, muito mais eficiente do que a do tipo constitutivo. Para formar as três enzimas é necessário fabricar RNAs mensageiros e sintetizar as três enzimas e outras proteínas. Para sintetizar tais enzimas, bem como para sintetizar RNAs mensageiros, não só há gasto de matéria prima como nucleotídeos e ácidos aminados, mas também há necessidade de energia.

A bactéria que só fabrica essas enzimas na presença de lactose tem um comportamento econômico. Ela não gasta energia nem material fabricando substâncias inúteis. A bactéria constitutiva está sempre gastando material e energia para formar essas enzimas mesmo quando não existe substrato para ser utilizado. Quando se coleta *Escherichia coli* na Natureza, as linhagens que se obtêm são do tipo adaptativo. As linhagens constitutivas são eliminadas pela seleção natural. As bactérias do tipo constitutivo estudadas são de linhagens surgidas no laboratório por mutação e mantidas artificialmente livres de competição com bactérias do tipo adaptativo. Aparentemente a bactéria do tipo adaptativo, *sabe* o que deve fazer enquanto a constitutiva é *ignorante*. Ela *sabe* que na presença de lactose é interessante produzir enzimas enquanto que na ausência de lactose a produção de enzimas que não vão ser utilizadas é comportamento anti-econômico, com perda de material e de energia. Uma bactéria adaptativa tem em média 3.000 moléculas de β -galactosidase na presença de lactose e menos de 3 na ausência de lactose. Nesse caso da *Escherichia coli* adaptativa temos um tipo de comportamento aparentemente teleológico. Aparentemente a bactéria funciona tendo em vista determinada finalidade: a economia de matéria prima e de energia na fabricação de enzimas, a produção de enzimas só quando necessário, e, conseqüentemente, melhor adaptação e maior probabilidade de sobreviver e deixar descendentes.

Vejamos como esse mecanismo adaptativo é constituído. Os

genes que regulam a síntese dessas três enzimas são chamados genes estruturais porque determinam a estrutura das enzimas e estão ligados, um em seguida ao outro na molécula de DNA. Eles são também ligados a outro gene chamado *operador* que vai determinar se esses três genes vão ou não ser transcritos em RNA. Em outras palavras, o gene operador é que vai determinar se os RNAs mensageiros que dirigirão a síntese dessas três enzimas irão se formar ou não.

Há mais um gene que é chamado *gene promotor*. Esse é um gene no qual a enzima que determina a formação do RNA mensageiro, vai se fixar para começar a síntese do RNA mensageiro. Essa enzima é a chamada polimerase de RNA. A polimerase se prende ao gene promotor e depois ela vai se deslocando sobre a molécula do DNA e dando origem ao RNA mensageiro.

Finalmente, há mais um gene, também ligado aos já mencionados, que é chamado *gene regulador*. A descoberta desse conjunto de genes que é chamado de *operon*, e da maneira como eles estão fisiologicamente relacionados foi um grande progresso na compreensão da ação gênica e da organização do material hereditário. Seus descobridores François Jacob e Jacques Monod receberam o Prêmio Nobel por essa descoberta.

O gene regulador forma uma substância que é uma proteína chamada de proteína repressora. Essa proteína repressora liga-se ao gene operador na ausência de lactose. A ligação dessa proteína no gene operador determina a inibição da formação dos RNAs mensageiros que presidem à síntese das três enzimas. O operador fica inibido por essa proteína na ausência da lactose e os três genes estruturais não são copiados em RNA. Não havendo RNAs mensageiros não há síntese das três enzimas.

Quando se coloca lactose no meio a situação muda. Na presença de galactosídeo a molécula de proteína repressora se desliga do gene operador. As moléculas de proteína repressora que estão livres são alteradas e não têm mais afinidade pelo gene operador.

O gene operador livre da proteína repressora, permite que a polimerase se ligue ao gene promotor e que essa polimerase determine a síntese dos RNAs mensageiros. Forma-se uma grande molécula de RNA que

contém a mensagem para a formação das três enzimas. Esse RNA mensageiro, se quebra dando três RNAs mensageiros, um para cada enzima. É possível até mostrar porque a síntese do RNA se dá na direção β -galactosidase \longrightarrow permease \longrightarrow transacetilase porque pode-se ter moléculas do RNA mensageiro codificando as três proteínas, outras codificando apenas as duas primeiras e outras ainda codificando somente a primeira. Quando a polimerase chega até ao fim da série dos três genes estruturais tem-se o RNA mensageiro codificando as três enzimas, quando chega até ao fim do segundo gene estrutural surge o RNA codificando somente para as duas primeiras enzimas. Somente a primeira enzima é codificada quando a polimerase atinge apenas o fim do primeiro gene.

Temos aqui um mecanismo do tipo cibernético em que essa aparente capacidade da bactéria de *saber ou não* o que ela *deve* fazer, é simplesmente uma consequência da maneira como esses genes estão associados nesse sistema, o operon, e de que o funcionamento do referido sistema pode ser alterado pelo substrato que determina o funcionamento ou a inibição dos genes. A lactose presente no meio de cultura funciona como agente indutor da síntese das enzimas.

Sistemas cibernéticos são comuns e muito bem estudados em microrganismos. Esses estudos são feitos em microrganismos porque as facilidades para análise bioquímica e para análise genética são muito maiores do que em organismos mais complexos. Exemplo bem conhecido é o da síntese da isoleucina, um dos ácidos aminados, em *E. coli*. A taxa de síntese de isoleucina é determinada pela quantidade de isoleucina existente na célula. Quando há pouca isoleucina, as enzimas que determinam a cadeia de reações que levam à produção de isoleucina funciona ativamente. A cadeia de reações é treonina \longrightarrow α -cetobutirato \longrightarrow acetoidroxibutirato \longrightarrow diidroxiisoleucina \longrightarrow α -cetoleucina \longrightarrow isoleucina. Quando a concentração de isoleucina atinge certo valor, ela passa a inibir a transformação da treonina em α -cetobutirato. Essa inibição se faz através da combinação da isoleucina com a enzima desaminase de treonina que determina a transformação de treonina. A cadeia de reações é então bloqueada e a produção de isoleucina diminuída. Dessa forma a isoleucina controla a sua própria formação e a bactéria não produz mais isoleucina do que o necessário. Neste exemplo o processo cibernético é controlado no nível das reações metabólicas enquanto que no caso do operon da lactose o controle é no nível gênico.

Esses sistemas de controle, muito bem conhecidos na síntese de muitas substâncias, principalmente em bactérias, como *E. coli*, e fungos, como *Neurospora*, mostram como as células e os organismos se adaptam ao ambiente, funcionando de acordo com fatores internos e ambientais, levando a um máximo a probabilidade de adaptação e sobrevivência. A adaptação consiste, no caso, nesse comportamento econômico de evitar a síntese de substâncias quando desnecessário e ao mesmo tempo, ser capaz de fabricá-las assim que necessário. É interessante lembrar que uma bactéria *Escherichia coli* é capaz de produzir de 2.000 a 4.000 tipos diferentes de proteínas. Consideremos somente um tipo de proteína, β -galactosidase. Numa bactéria do tipo adaptativo, na ausência de lactose, existem, em média, menos de 3 moléculas por bactéria. O número médio de moléculas de β -galactosidase sobe acima de 3.000 quando se dá lactose à célula.

Se lembrarmos o tamanho diminuto da bactéria e que fabricam de 2.000 a 4.000 proteínas diferentes, podemos facilmente compreender qual o significado adaptativo da economia nas bactérias adaptativas e o prejuízo do desperdício nas bactérias constitutivas. O comportamento adaptativo da bactéria é aparentemente do tipo teleológico. Aparentemente a bactéria funciona tendo em vista uma finalidade, a economia metabólica e a síntese da enzima quando há substrato a ser utilizado.

Como é que se desenvolvem essa organização e esse funcionamento? Eles se desenvolvem através da seleção de mutações. Quanto mais perfeito o controle maior a probabilidade de sobrevivência. O controle vai sendo aperfeiçoado pela seleção das mutações que aumentam a sua eficiência. O funcionamento das bactérias, das células, dos animais e das plantas é criado, não por mecanismos do tipo teleológico, dirigido por uma finalidade afastada, mas é construído de uma forma oportunística através da seleção das mutações, das variantes genéticas existentes no momento.

As funções são criadas, desenvolvidas gradualmente e de acordo com a probabilidade de sobrevivência que elas determinam naquela geração.

Vamos deixar de lado os microrganismos e estudar a adaptação que foi descoberta quando se estudou a resistência de *Drosophila melanogaster* ao DDT. Em algumas linhagens a resistência se desenvolveu através de uma só mutação. Apareceu nessa linhagem certa mutação que conferiu resistência elevada ao DDT. Essa mutação foi selecionada e fixada na população. Noutras linhagens, a resistência ao DDT foi obtida através da seleção de várias mutações, cada qual com um efeito pequeno e aditivo. Obtiveram-se assim linhagens de *Drosophila* com a mesma resistência elevada, ora determinada por um gene apenas, ora determinada por um número grande de genes. O que aconteceu é que essa resistência ao DDT foi desenvolvida a partir da matéria prima existente na população no momento. Numa população apareceu mutação que dava resistência elevada e essa foi imediatamente fixada. A resistência foi construída numa base monogênica. Numa outra linhagem as mutações que apareceram eram mutações que conferiam resistência fraca. Esses genes foram reunidos por seleção e a resistência foi construída numa base poligênica.

O que aconteceu na evolução dos nossos órgãos foi uma construção gradual, de maneira oportunística, de acordo com os genes presentes na população. Em cada geração há seleção daqueles tipos que dão uma probabilidade maior de sobrevivência e de reprodução. Em cada geração se tem uma escolha de programas em função da sobrevivência que determinam nos seus portadores.

A mensagem genética que cada um de nós tem, é um programa que foi escrito gradualmente em cada geração dos nossos ancestrais e essa redação dos programas é feita em função do ambiente, através da seleção natural, que em cada geração escolhe aqueles programas que dão um grau de sobrevivência maior.

Van Valen (1973) diz muito bem que *A evolução é o controle do desenvolvimento pela Biologia.*

É então perfeitamente legítimo em Biologia o uso de perguntas do tipo *Para que?*. Voltemos ao exemplo do pulmão humano. É perfeitamente legítimo dizer que ele existe no homem para que ele respire. O pulmão foi construído e aperfeiçoado gradualmente em função da capacidade que ele dava aos indivíduos de ter uma troca de gases cada vez mais

eficiente nas condições ambientais em que viveram os ancestrais do homem . A função do pulmão ou as funções de qualquer órgão são funções que não se desenvolveram em vista de uma finalidade remota, mas foram construídas gradualmente de um modo oportunístico.

Uma consequência dessa maneira oportunística de construção de órgãos e funções é o fato de que nossos órgãos apresentam muitas imperfeições. Se uma pessoa fosse construir vários de nossos órgãos, com os conhecimentos tecnológicos hoje disponíveis poderia corrigir uma porção de defeitos que se encontram em nosso corpo, defeitos que existem porque nossas estruturas foram construídas oportunisticamente, com o material genético disponível e não idealmente induzidas por causas futuras. Um dos exemplos mais característicos de imperfeição é a nossa coluna vertebral. Ela ainda é um órgão extremamente imperfeito para a posição erecta. Uma prova dessa afirmativa é o número enorme de pessoas que com o tempo desenvolvem anomalias da coluna. Se nosso organismo tivesse sido planejado por um engenheiro competente, muitas falhas existentes poderiam ser corrigidas.

A ocorrência de funções é um fato nos seres vivos. Explicações funcionais são perfeitamente legítimas em Biologia. Todavia, não há finalismo e nem teleologia. Os mecanismos aparentemente teleológicos que conferem adaptação aos organismos passaram a ser chamados de *teleonômicos*, expressão criada por Pittendrigh (1958) e consagrada por Monod.

A diferença entre teleonomia e teleologia é que a primeira rejeita causas futuras, que acontecimentos futuros sejam agentes ativos na realização de estruturas, formas ou funções. Monod chama de teleonômicos os mecanismos e as estruturas que levam à sobrevivência e à reprodução.

Uma das razões pelas quais as explicações do tipo teleológico são comuns, principalmente entre pessoas sem conhecimentos é a confusão de fenômenos humanos com fenômenos biológicos. Um dos que primeiro chamou a atenção para a existência de um tipo de evolução que é típico do homem e que não existe nos outros organismos foi J. Huxley e essa idéia foi também desenvolvida por Teilhard de Chardin. No homem temos evolução biológica, que é a evolução do tipo que acabamos de ver, do tipo teleonômico. A evolução biológica produziu uma programação genética que permite ao homem, ao lado da evolução biológica, um outro tipo de evolução: a evolu-

ção cultural. Este fenômeno se dá por processos completamente diferentes dos que orientam a evolução biológica. Por exemplo, todas as aquisições culturais podem ser transmitidas, podem ser acumuladas de uma geração a outra. No plano da evolução cultural há transmissão de caracteres adquiridos do tipo lamarckiano. Tudo aquilo que é adquirido numa cultura, numa geração, pode ser transmitido à geração seguinte. Uma grande biblioteca que tenha obras, desde pergaminhos até livros atuais, é uma demonstração de uma transmissão de caracteres adquiridos, é uma demonstração de um acúmulo de aquisições culturais através das gerações. Esse tipo de evolução cultural, é determinado por fatores diferentes dos fatores biológicos. Na evolução cultural tem-se fenômenos sociológicos que são diferentes dos biológicos.

No homem essa evolução cultural é possível graças aos programas que se desenvolveram de uma forma biológica. A evolução cultural necessita de uma base biológica, que são os genes do homem, um programa constituído pelo DNA humano. Uma vez existindo esse programa biológico básico as regras ou leis que determinam a evolução cultural são diferentes das que determinam a evolução biológica.

É verdade que no plano da evolução cultural existem fenômenos que apresentam uma analogia com fenômenos biológicos. O aparecimento de uma nova idéia, pode ser comparado ao surgimento de uma nova característica por mutação. A aceitação ou a recusa dessa idéia, pode ser comparada com a seleção de qualquer mutação. O desenvolvimento de culturas diferentes pode ser comparado ao desenvolvimento de raças ou espécies diferentes já que para se ter desenvolvimento de culturas diferentes é preciso que haja um certo isolamento entre as culturas e é preciso haver seleção de idéias diferentes em sociedades diferentes. O sucesso de idéias frequentemente tem um significado adaptativo. Um exemplo bom é o de religiões que determinam que certos alimentos não sejam usados. Há religiões que proibem comer carne de porco. Comer ou não determinado tipo de carne, é uma característica cultural que tem um significado adaptativo. Teve origem na necessidade de evitar parasitas perigosos existentes na carne de porco e foi posteriormente incorporada à religião. Há idéias, como essa, que são fixadas em culturas por terem um significado adaptativo. Têm significado importante no ambiente em que a população vive ou no contexto cultural da população e por isso são fixados.

Outras vezes há idéias que são fixadas sem qualquer significado adaptativo e que até mesmo podem ser prejudiciais. Há tribos africanas em que a gordura é considerada beleza. Tem-se uma seleção das pessoas que desenvolvem mais gordura e as mulheres são especialmente alimentadas de modo a desenvolver o máximo de gordura. Essa, claramente, não é uma idéia adaptativa, porque essas pessoas extremamente gordas apresentam uma série de dificuldades fisiológicas. Essas idéias, no contexto das culturas que as ostentam, são fixadas por aberrações estéticas e não por terem qualquer significado adaptativo. O desenvolvimento de uma idéia cultural anti-adaptativa como essa, não tem paralelo na evolução biológica onde qualquer característica prejudicial é eliminada. Outros exemplos de costumes não adaptativos e prejudiciais encontraríamos no uso de fumo e drogas, na nossa cultura.

Na evolução biológica nós temos, voltando ao que foi dito antes, uma construção gradual dos órgãos, uma construção gradual das funções e essa construção se dá através de mecanismos de mutação genética, recombinação, reprodução assexuada, oscilação genética, seleção natural e desenvolvimento de mecanismos de isolamento. A evolução biológica é teleonômica. Deu origem a uma programação que é única: a do homem. Esta permitiu outro tipo de evolução: a evolução cultural.

Enquanto a evolução biológica é teleonômica, a evolução cultural é predominantemente finalista e teleológica. O homem cria os artefatos finalisticamente, tendo um propósito em vista e a sua evolução cultural é predominantemente teleológica.

A confusão da evolução cultural, teleológica, com a evolução biológica teleonômica, tem trazido dificuldades para os dois campos de pesquisa.

A importância da compreensão da evolução biológica é muito bem descrita por Jacob: *Na Biologia há muitas generalizações, mas muito poucas teorias. Entre elas, a teoria da evolução tem muito maior importância porque reúne, nos domínios os mais variados, uma soma considerável de observações que sem ela permaneceriam isoladas. Ela estabelece a ligação de todas as disciplinas correlatas, que tratam de assuntos pertinentes aos seres vivos. Ela põe ordem nos conhecimentos relativos a uma extraordinária*

variedade de organismos e liga tudo isso aos conhecimentos pertinentes aos restos da Terra, o meio físico em que ocorrem os seres vivos. Finalmente: ela fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade.

LITERATURA RECOMENDADA

- AYALA, F. J. 1968. Biology as an autonomous science. *American Scientist*, 56: 207-221.
- AYALA, F. J. 1970. Teleological explanations in Evolutionary Biology. *Philosophy of Science*, 37: 1-15.
- CANFIELD, J. V. ed. 1966. *Purpose in nature*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- CURIO, E. 1973. Towards a methodology of teleonomy. *Experientia*, 29: 1045-1058.
- DA CUNHA, A. B. e C. PAVAN. 1968. O futuro biológico do homem e alguns dos seus problemas. Em *A energia atômica e o futuro do homem*, C. Pavan e A. B. da Cunha org. Ed. da Universidade de São Paulo e Comp. Ed. Nacional, São Paulo, pg. 9-23.
- DOBZHANSKY, Th. 1968. On cartesian and darwinian Biology. *The Graduate Journal*, 8: 99-117.
- DOBZHANSKY, Th. 1972. *O homem em evolução*. Ed. da Universidade de São Paulo e Ed. Polígono, São Paulo.
- DOBZHANSKY, Th. 1973. *Genética do processo evolutivo*. Ed. da Universidade de São Paulo e Ed. Polígono. São Paulo.
- GLASS, B. 1963. The relation of the physical sciences to Biology. Indeterminacy and causality. Em *Philosophy of Science*. The Delaware Seminar vol. 1. B. Baumrin ed. John Wiley and Sons. New York. pg. 223-257.
- HARDIN, G. 1969. *A natureza e o destino do homem*. Comp. Ed. Nacional. São Paulo.
- JACOB, F. 1970. *La logique du vivant*. Ed. Gallimard. Paris.
- LWOFF, A. 1970. *L'ordre biologique*. Marabout Université. Verviers. (Bélgica).
- MAYR, E. 1965. Cause and effect in Biology. Em: *Cause and Effect*. Ed. D. Lerner. Free Press, New York, pg. 33-50.
- MONOD, J. 1970. *Le hasard et la nécessité*. Ed. du Seuil. Paris.

- PITTENDRIGH, C. S. 1958. Adaptation, natural selection and behavior. Em *Behavior and Evolution*, ed. A. Roe e G. G. Simpson. Yale University Press, New Haven, pg. 390—416.
- POPPER, Sir K. R. 1972. *Objective knowledge*. Oxford University Press. Oxford.
- RENSCH, B. 1971. *Biophilosophy*. Columbia University Press, New York .
- RUSE, M. E. 1971. Functional statements in Biology. *Philosophy of Science*, 38: 87—95.
- RUSE, M. E. 1973. *The Philosophy of Biology*. Hutchinson, Londres.
- SCRIVEN, M. 1959. Explanation and prediction in evolutionary theory. *Science*, 130: 477—482.
- SIMON, M. A 1971. *The matter of life*. Yale University Press. New Haven .
- SIMPSON, G. G. 1964. *This view of life*. Harcourt, Brace and World, New York, 1964.
- STEBBINS, G. L. 1970. *Processos de evolução orgânica*. Ed. da Universidade de São Paulo e Ed. Polígono. São Paulo.
- THODAY, J. 1967. Chance and purpose. *Theory to theory*, 2: 29—38.
- TOULMIN, S. E. 1967. The evolutionary development of Natural Science. *American Scientist*, 55. 456—471.
- VAN VALEN, L. 1973. Festschrift. *Science*, 180: 488.
- WRIGHT, S. 1964. Biology and the Philosophy of Science. Em *Process and divinity*. W. R. Reese e E. Freeman eds. The open court. Publ. Co. La Salle III. pg. 101—125.