

RESPOSTAS EXTREMAS: GENÓTIPO E AMBIENTE

EXTREMES RESPONSES: GENOTYPE AND ENVIRONMENT

Luciene Conte Kube (1)

Maria Beatriz Rocha Ferreira (2)

Maria Alice Rostom de Mello (3)

(1-3) Laboratório de Biodinâmica, Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências
UNESP- Rio Claro

(2) Departamento de Educação Física Adaptada, Faculdade de Educação Física Unicamp.

Resumo

A herança genética confere ao ser vivo individualidade biológica. O estudo das diferenças e da expressão destas, bem como o significado evolutivo de tais diferenças, tanto no plano individual, como no coletivo, é muito importante na área da Antropologia Biológica. Uma sub-área dentro da Antropologia Biológica, trabalha constantemente com características biológicas quantitativas, como peso, estatura, espessura de dobras cutâneas, entre muitos outros parâmetros. O significado dos fenótipos que ocupam os extremos das curvas de distribuição de caracteres na população, numa análise estatística, deve representar importante fonte de dados das verdadeiras diferenças no relacionamento desses organismos com o meio-ambiente. As variações quantificáveis no desempenho motor não fogem a esse fato e tais diferenças podem ser importantes fatores para o estudo das gradativas respostas dos organismos aos mesmos métodos de exercícios físicos e treinamento e ainda outros estresses.

Palavras Chaves: Adaptabilidade, Diferenças biológicas, Herança genética

Abstract

The inherence gives to alive beings a biological individuality. The study of genetic differences and its expression, as well as, the evolution meanings of them are important issues in biological anthropology. One of the area of this field deals with the anthropometric measurement of quantitative biological characteristics such as weight, height, skinfold thickness, among other variables. The meanings of phenotypes that are in the extremes of statistic's distribution curves represent important source of explain biological adaptation. The variation on the motor performance scores fits in this matter. These differences are important factors showing the slow responses from the organism to the training methods and other stresses.

Keywords: Adaptability, Biological differences, Genetic heredity.

Introdução

O meio ambiente constitui-se de influências climáticas, culturais, geográficas e biológicas, entre outras. Cada ser biológico com seu genoma quimicamente determinado para agir e reagir a qualquer estímulo interno e externo, torna o habitat rico em interações. Segundo JACQUARD (1989)

“... a natureza tem horror à uniformidade”, mas estatisticamente o fenótipo de vários caracteres é quase sempre muito semelhante na mesma espécie. Suas respostas biológicas mostram valores próximos. Onde está a variedade ?

Aqueles que não são tão iguais, diferem em aspectos que não são claramente visíveis, mas podem determinar algumas modificações no relacionamento de seu desempenho e o meio ambiente.

A hipótese que se propõe nesse ensaio diz respeito à busca de respostas que se encontram nas extremidades da curva de distribuição de características contínuas para um dado caráter a ser investigado. Especula-se como essas respostas diferenciadas podem dotar favoravelmente ou não o seu portador, se considerada determinada tarefa, bem como a significação que esse fato possa ter no curso evolutivo.

A Base Genética para a Diferenciação

O ser vivo recebe de seus progenitores, heranças diversas. Elas podem ser de ordem material, de ordem morfológica, de ordem funcional e energética, entre outras, mas são basicamente informações. Na verdade existem duas contribuições paralelas. A informação genética dos pais e a contribuição do meio-ambiente. Essa última bastante extensa e variada, porém não menos que a primeira. Em ambas, um fator é predominante: o acaso.

A informação genética passada entre uma geração e a outra está acondicionada nas células gaméticas. Já a informação vinda do meio-ambiente, condicionada a outros tantos fatores, é complexa e variada e acaba por combinar-se à expressão desse material genético (DNA, RNA, íntrons, éxons, príons, etc...) produzindo fenótipos

diferenciados. Assim, nem tudo o que “parece” ser é realmente como se mostra.

A molécula de DNA tem propriedades como: replicar-se a si mesma, reger e determinar a produção de outros tipos de moléculas que são as proteínas. Estas por sua vez são produzidas a partir de um código determinado por um ou mais locus gênico. Cada locus desse é composto por um par de genes. Se forem de estrutura idêntica, são chamados de homozigotos, se de diferente estrutura, então são heterozigotos.

O processo de desenvolvimento desse patrimônio gênico do indivíduo, que é também influenciado variavelmente pelos diversos componentes do meio-ambiente, é denominado ontogênese. JACQUARD (1989) observa que quanto mais rica a herança genética do ser, tanto maior será o nível de interação deste com o meio ambiente. Na verdade o genótipo é inato, mas aquilo que se evidencia é a combinação deste último com fatores ambientais, resultando no fenótipo.

O genótipo é transferido nos processos de transcrição e tradução, realizados pelas moléculas de RNA, a partir do DNA. Alterações nesse sistema, sinalizam com mudanças genotípicas e fenotípicas; essa última com diversas gradações. As modificações mais drásticas ocorrem através de mutações, que devem ter influenciado, em muitos aspectos, a evolução dos seres vivos, tanto de forma favorável e que permaneceram, quanto de forma desfavorável, que provavelmente desapareceram ou estão em vias de desaparecer.

O que se sabe porém é que as mutações são muito raras e freqüentemente neutras, há uma certa “estabilidade” nesses processos de transcrição e tradução, garantidos por alguns elementos que têm, talvez, essa própria finalidade. Assim as mutações acabam por não explicar satisfatoriamente a evolução dos organismos, mesmo porque algumas teorias acabaram por desconsiderar o possível papel do citoplasma no processo bioevolucionário. A relação dos componentes do citoplasma e de seus processos numa estreita e contínua relação com o genoma nuclear, pode interferir na organização da informação e mesmo na qualidade dessa informação.

A Evolução do Material Genético

Em uma das teorias evolucionistas de inspiração molecular, Ohno (1980) conforme referências de BOURGUIGNON (1990) propõe um modelo fundamentado na duplicação genética, onde os *introns*

(seqüências não codificadas) seriam resquícios fósseis, talvez inovações abortadas, devido ao não aparecimento de um sítio ativo no locus gênico, em outras palavras, não teve chance de combinar-se ao material já existente. Pode-se explicar daí, a evolução de grande número de proteínas como as hemoglobinas, mioglobinas, imunoglobulinas e hormônios protéicos, entre outras tantas moléculas, que possuem diversas variantes.

Ao ocorrer mutação em um gene, esse pode ficar inativo até que novas mutações façam aparecer um sítio ativo, ou seja, uma combinação entre esse componente do código. Caso o produto seja "útil" ao seu portador, esse caráter tende a não ser eliminado.

Na década de 70, S.J. Gould e seu colega N. Elderedge, conforme relato de BOURGUIGNON (1990) desmistificaram a aparente simplicidade da afirmação Darwiniana de que a evolução é um processo gradual e de velocidade contínua e constante. Para eles, a explicação pode estar nos *equilíbrios puntiformes*, ou seja, uma descontinuidade evolucionária, na qual ocorrências drásticas podem modificar indivíduos em *pequenos grupos marginais* e esses *extremos* podem, pela mudança de território, ter evoluído de forma diferente do grupo original. O que se pode destacar é o fato dos saltos evolutivos tenderem a ocorrer em população fundadora e na forma de herança poligênica, ou seja, comandada por muitos genes.

Complexidade e Variedade da Herança Poligênica

A herança poligênica compreende um genótipo e um fenótipo bastante complexo, dada a combinação de muitos fatores. Estatisticamente

pode-se dizer que os filhos de pais que ocupam os extremos de uma curva de variáveis contínuas, para um dado caráter, são em média menos extremos do que seus pais, mas sua média se encontra mais próxima das extremidades do que a média da população em geral.

Características quantitativas, como a estatura, peso, comprimento de ossos, densidade óssea, entre outros tantos, não se explicam pela presença de apenas um par de genes e sim de muitos genes em loci (plural de locus) diferentes e segundo FROTA-PESSOA (1976) eles podem sofrer efeitos aditivos. Podemos dizer que as características citadas acima são multifatoriais, ou seja, recebem influências do meio e do genótipo.

Pode-se notar, com referência a estudos da estatura, que em diversos países e, conseqüentemente, do resultado das mais variadas origens e combinações genéticas, que o referido parâmetro apresenta-se quase sempre com a mesma distribuição, se comparados os dados com sujeitos do mesmo sexo e idade cronológica.

As pequenas variações que acabam aparecendo, provavelmente, podem ser atribuídas a diferentes condições de vida e fatores econômicos, nutricionais, presença da atividade motora freqüente, e, condições climáticas que acabam por influenciar na qualidade das respostas adaptativas. De uma forma geral, isso demonstra a distribuição poligênica, tendendo para a curva normal da estatura em humanos.

Para avaliar tais características, é necessária uma análise dos fenômenos exibidos através de uma curva de distribuição de caracteres na população em questão. A maioria dos fenótipos na população ocupa a posição central dessa curva. Isso ocorre quando e quanto maior for o número de pares de genes envolvidos na composição do caráter e quanto mais vulnerável esse organismo é em relação às influências ambientais.

Para um fenótipo como a estatura, aqueles indivíduos situados nos extremos da curva de distribuição podem estar lá não pelo fato de possuírem menor ou maior número de pares de genes regendo tal caráter e, sim, provavelmente, devido

à maior ou menor suscetibilidade a fatores internos e/ou externos, que eventualmente exacerbam ou deprimem o efeito do conjunto de genes envolvido, sendo que dentre estes fatores podem-se destacar a nutrição, as condições metabólicas do organismo e os estímulos de ordem motora-corporal, entre as muitas manifestações das tendências seculares.

Acredita-se que existam *genes modificadores*, ou seja, os que têm a finalidade de modificar a expressão de outros genes, para LEVINE (1977) esses genes parecem ter um papel importante nos traços quantitativos, talvez pelo fato de terem maior tendência em receber influências do ambiente. A título de ilustração, isso pode ocorrer com o caráter estatura, o caráter peso, o caráter composição corporal, o caráter idade de maturação sexual, e outras tantas variáveis.

Um fato bastante importante de se destacar é a notável variedade das proteínas humanas. THOMPSON & THOMPSON (1976) afirmam que se em determinado locus, manifestam-se dois ou mais alelos juntos na mesma população, cada um deles com uma frequência maior que 1 em 100 casos, pode-se dizer que existe um polimorfismo.

Em termos evolutivos, sabe-se que pelo fato de existirem, para muitas proteínas, pelo menos duas variantes comuns e se isso acontece na população, que por exemplo, apresente o seguinte genótipo (aa) ou (AA), uma pode estar em processo de substituir a outra, ou os dois podem se manter numa distribuição equilibrada na população, demonstrando uma possível vantagem do heterozigoto (Aa). Parece que a seleção mantém os polimorfismos, talvez porque estes garantem uma certa "flexibilidade" perante a problemas de cruzamentos e sobrevivência em condições drásticas, mas esse é um assunto ainda controverso e poderá ser abordado em outro ensaio.

De qualquer forma os polimorfismos e a heterogenicidade se expressam das mais variadas formas, interagindo com algumas características do meio-ambiente, influenciando e sendo influenciados pela cultura, gerando essa ampla diversidade biológica da qual somos testemunhas e participantes.

Genética e Desempenho Motor

Para BOUCHARD (1989) um baixo nível de heterogenicidade pode ter considerável implicação no desempenho motor humano. Senão, como explicar por que os mesmos programas de exercícios físicos, as mesmas tarefas motoras e outras variáveis igualmente controladas, mostram diferentes respostas em cada indivíduo, sendo que uns respondem muito bem a certas condições e outros nem tanto.

Provavelmente, a primeira explicação fundamenta-se na composição genética do indivíduo. Estudos indicam influências dos genes na morfologia, no ritmo maturacional, no desenvolvimento motor e nos níveis de absorção de fármacos e outras substâncias, bem como nos níveis de substratos metabólicos e enzimas envolvidas também na atividade motora.

Destacam-se duas classes de efeitos genéticos para o desempenho motor. Um deles é a contribuição exclusivamente genética, sem considerar o meio-ambiente e o estilo de vida da população. A esse fator dá-se uma denominação de senso comum como se fosse um "dom", ou seja uma capacidade intrínseca e específica que se evidencia na forma de um fenótipo bastante peculiar num determinado indivíduo ou grupo de indivíduos. Na outra classe está uma alta ou baixa disponibilidade de interação (flexibilidade) genótipo-esforço físico, que pode representar uma maior ou menor sensibilidade do indivíduo às atividades motoras, os exercícios físicos e treinamento.

Segundo MALINA & BOUCHARD (1991), estima-se que haja cerca de 15% de genes que codificam enzimas que se mostram na versão heterozigota, isso se considerar apenas as regiões codificantes, pois muitos estudos apontam para a participação das regiões não codificantes que contribuem sobremaneira na variedade da expressão gênica e na complexidade da expressão fenotípica desse caráter.

Com base nas informações aqui discutidas, é importante deixar claro que nossa preocupação fixa-se na *diferença* e parece-nos que as verdadei-

ras diferenças se expressam nos extremos de uma curva de distribuição de características contínuas, dentro de um N qualquer que seja objeto de investigação. Observamos que a maioria dos estudos tem uma preocupação demasiada com a média amostral, mas na verdade a média não explica todos os fenômenos humanos, não de forma totalmente satisfatória.

A média amostral é uma generalização de um estado e se a preocupação é estudar as verdadeiras origens e o valor da diferença na evolução do homem junto ao meio-ambiente, não há justificativa de ficar em torno de médias. Os indivíduos que tanto estão no extremo acima da média, podem denotar uma forte adaptação positiva do caráter em questão, se comparados aos valores médios; como aqueles que ocupam os extremos abaixo da média amostral, podem estar apresentando certas dificuldades de adaptação do referido caráter frente ao meio-ambiente, frente aos valores da média populacional. Ambos os casos devem ser estudados.

Numa visão mais ampla, é possível analisar a relação das variações nas respostas dos organismos, não só às tarefas motoras, mas em relação ao stress provocado pelo ambiente e pelo esforço físico, às respostas bioquímicas e imunológicas aos esforços induzidos, as respostas às interações farmacológicas e nutricionais, enfim; uma herança de características favoráveis, ou não, mas responsáveis pelo desenvolvimento do indivíduo e sua descendência. Essa abordagem pode oferecer subsídios para a implementação dos conhecimentos sobre adaptabilidade e evolução humana.

Conclusão

Os estudos da variedade e da diferença biológica justificam a preocupação da Antropologia Biológica em sua tarefa de entender o humano biológico, sem separá-lo de sua cultura e meio ambiente. Pode constituir-se numa opção de pesquisa no campo dos desempenhos motores em níveis utilitários, de vivência cotidiana. Pela afirmação de JACQUARD (1989), o valor genético de um indivíduo para a coletividade não depende da própria qualidade de seus genes, e sim desses genes não serem comuns. Investigar e preservar a diver-

sidade é um grande desafio para as ciências do homem.

Todos os fatores que influenciam as ações do ser vivo exercem uma influência direta ou indireta sobre sua biologia e se não são passíveis de serem transformadas geneticamente, são fortes o bastante para sugerirem adaptações, o que torna cada vez mais difícil a tarefa de superar, ao menos para estudo, a interdependência entre o biológico e o cultural. Cabe, à pesquisa, enriquecer os conhecimentos em ambos os aspectos e aumentar assim as informações sobre o homem e seu universo.

Referências Bibliográficas

BOUCHARD, C. et alii. Muscle genetic variants and relationships with performance and trainability, *Med.Sci.Sports.Exerc.*, 21:1, 71-77, 1989.

BOURGUIGNON, A.. **A História Natural do Homem - O Homem Imprevisto**, Rio de Janeiro, Jorge Zahar editor, 1990, 285 p.

FROTA-PESSOA, O. et alii. **Genética Humana**, 2a. ed., Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1976, 300p.

JACQUARD, A. **A Herança da Liberdade**, São Paulo, Martins Fontes, 1989, 193p.

LEVINE, L. **Biologia do Gene**, São Paulo, Edgard Blücher-Edusp, 1977, 405p.

MALINA, R.M. & BOUCHARD, C., **Growth, Maturation and Physical Activity**, Champaign, Illinois, Human Kinetics, 1991.

THOMPSON, J.S.& THOMPSON, M.W., **Genética Médica**, 2a.ed., Rio de Janeiro, Atheneu, 1976, 381p.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Av. Campinas, 1910, bloco 3, apt° 14.
Vila Independência - Limeira-SP
CEP-13480-955