

DESNUTRIÇÃO E COMPORTAMENTO: UM ENSAIO SOBRE O MODELO DE ISOLAMENTO FUNCIONAL

ARI BASSI DO NASCIMENTO¹

RESUMO: A avaliação da etiologia da desnutrição calórico-protéica tem mostrado que ela é multifatorial, tendo como base a pobreza e as deficiências nutricionais como fatores mais graves. A partir desta definição, a discussão a seguir procurou enfatizar o fenômeno da desnutrição dentro de aspectos sociais e sob o ponto de vista dos modelos teóricos. Há vários modelos que tentam dar conta da desnutrição, quer seja sob o aspecto da causação, ou da experimentação ou ainda da profilaxia desta condição. Todavia, o modelo do isolamento funcional parece ser o mais polêmico dentre eles quando considera que os déficits de ajustamento apresentados por um organismo desnutrido não são conseqüências da desnutrição, mas sim conseqüências da maneira que o animal enfrenta a situação ambiental frente ao prejuízo nutricional. O modelo não considera os efeitos da desnutrição como respostas patológicas, mas como um conjunto de respostas fisiológicas e comportamentais bem organizado que otimiza as chances do organismo sobreviver. Entretanto, o modelo apresenta deficiências conceituais na medida em que induz facilmente no leitor a noção de propósito. Esta noção surge no momento em que o modelo prevê que este conjunto de resposta passa a ser uma "estratégia" que garante a sobrevivência do organismo. Além desta dificuldade, várias outras questões de natureza tautológica relacionadas ao modelo são discutidas e uma nova forma de isolamento funcional é proposta no final do trabalho. Durante o desenvolvimento desta idéia o leitor poderá notar que a variável experimental manipulada será a temperatura e não a restrição de dietas.

PALAVRAS-CHAVE: Desnutrição; modelos de desnutrição; isolamento.

Urr: bom observador certamente se aperceberá, no mínimo indignado, ao constatar o quadro grave induzido pela desnutrição, principalmente se a população observada for humana. Para constatar isso não é necessário que o observador se esforce muito: devido a vários problemas de ordens social, cultural, política e econômica, como também por uma distribuição de renda altamente irregular, o fenômeno está tornando-se cada vez mais comum e sua distribuição espacial é cada vez mais frequente.

A avaliação dos elementos envolvidos na facilitação e manutenção desse fenômeno tem sido um trabalho quase constante de cientistas sociais. Entretanto, essa situação é bem melhor demonstrada e, sem o menor preceito ético, naqueles períodos pré-eleitorais. Em função do impacto social que provoca, qualquer comprometimento verbal no sentido de que a situação de desnutrição será, no mínimo atenuada, é bem aceita pela população geral; a regra tem mostrado que uso de estratégias como essa reverte-se em ganhos para aqueles que se comprometem com mudanças no quadro negativo da desnutrição.

Um bom observador pode ver também que cientistas e políticos são bons para levantar os fatores que produzem o fenômeno da desnutrição. O levantamento é o primeiro passo. Se se deseja que essa situação mude é preciso manipular esses fatores. Neste ponto os interesses são divergentes. As políticas eleitoral, econômica e

governamental mostram-se confusas, desarticuladas e, o que é mais grave, desinteressadas em manipular esses fatores, de tal forma que o fenômeno da desnutrição não só continua como atinge um número maior de indivíduos a cada dia. Por outro lado, a ciência tem seu campo de ação restringido pelas esferas normativas e legais, por não ser uma entidade independente uma vez que depende de recursos econômicos de agências governamentais. Por outras vezes está insegura com suas metodologias e com suas formas de intervenção, e por último têm também as restrições de natureza ética.

A etiologia da desnutrição protéico-calórica é multifatorial, tendo como a base a pobreza, as deficiências nutricionais específicas como fatores mais graves e as infecções e parasitismos como complicações adicionais. Assim, várias são as variáveis que deveriam ser mudadas caso se deseje amenizar os efeitos da desnutrição sobre as populações. Uma análise mais apressada concluiria facilmente que um suprimento adicional de alimento retiraria muitos dos problemas induzidos pela desnutrição. Mas nenhuma política conduzida nesta direção teria sucesso se o objetivo fosse mesmo diminuir os efeitos desta condição. E a manipulação estrita dessa variável não é de competência da ciência, embora esta possa ser capaz de viabilizar procedimentos adequados sobre como manipulá-la.

As discussões da literatura sobre os efeitos da desnutrição não são nada animadoras. Por um lado porque

1 - Departamento de Psicologia Geral e Análise do Comportamento/CCB - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970.

apontam quão grave a situação é, por outro porque os dados mais confundem que esclarecem. Um pouco dessa confusão é devido às restrições éticas ao se tentar alcançar ou atingir o objeto de estudo. Embora o que motiva os estudos dos efeitos da desnutrição seja essencialmente as conseqüências desta situação sobre a população humana, a maioria dos estudos dos efeitos da desnutrição é conduzida utilizando-se animais de laboratório como sujeitos. De qualquer forma não poderia ser diferente, mas na população humana o pesquisador elabora estudos sobre uma situação já induzida, ou seja, ele observa os efeitos da restrição de dietas. Já em populações de animais de laboratório o pesquisador pode induzir alguns dos efeitos já observados em humanos, mas há divergências entre os dados quando a comparação é feita apenas entre os diferentes modelos animais de desnutrição. Generalizações de resultados de estudos da desnutrição experimental para populações humanas são pouco tentadas. A desnutrição humana não é conseqüência única da mesma variável manipulada no laboratório, mas sim ela é ao mesmo tempo causa de vários efeitos estruturais e funcionais observados em organismo desnutrido, como também ela é principalmente conseqüência de múltiplas contingências presentes no meio onde vive o organismo. As divergências observadas na comparação dos efeitos da desnutrição entre os diversos modelos são às vezes correlacionadas com a duração do insulto nutricional, natureza da variável experimental, tipo de restrição nutricional imposta (qualitativa X quantitativa) e qual tipo de variável dependente observada (morfologia ou anatomia de regiões ou células do SNC, alterações neuroquímicas ou comportamentais). Às vezes todas essas variáveis são observadas, mas uma correlação entre elas e a desnutrição nem sempre é obtida. Na maioria dos modelos animais de desnutrição parece haver concordância de que a estimulação ambiental tem efeitos benéficos na reversão, ainda que parcial, de alterações comportamentais e bioquímicas da desnutrição precoce (CELEDON et al, 1979; LEVITSKY & BARNES, 1972; MORGAN & WINICK, 1980), o que é confortante para um campo onde resultados experimentais conflitantes parecem ser a norma (CRNIC, 1983).

Sobre a estimulação ambiental, a literatura tem mostrado que a presença de uma "tia" junto com a ratamãe influencia a atividade no campo aberto e facilita a aprendizagem de posição da ninhada, enquanto que formas de manuseio aumentam os níveis de gangliosídeos (MORGAN & WINICK, 1980). A estimulação ambiental também pode agir diretamente no cérebro aumentando o tamanho das células mesencefálicas e provendo estimulação necessária para reverter déficits produzidos pelo isolamento funcional em ratos desnutridos no início da vida (MASSARO et al, 1974; MORGAN & WINICK, 1980; CINES & WINICK, 1979).

A hipótese do isolamento funcional foi proposta inicialmente por Levitsky em 1972 e pretendia ser uma alternativa para explicar porque animais desnutridos comportavam-se como que isolando-se dos estímulos do

seu meio. A economia de energia parece ser uma das conseqüências desta forma de isolamento, e a vantagem disto é que tal economia poderia aumentar a probabilidade de sobrevivência do organismo numa situação tão adversa. O isolamento funcional tomado como uma hipótese de trabalho comporta-se como um modelo que tenta dar conta daqueles efeitos que as hipóteses do **cérebro protegido** e a do **dano cerebral** não conseguiram. A hipótese do cérebro protegido propunha que em função da impressionante estabilidade do cérebro, os insultos nutricionais não provocariam alterações suficientes neste para justificar o aparecimento de déficits cognitivos. Todavia, LEVITSKY & STRUPP (1983) relataram que a principal falha dessa hipótese foi ter baseado suas fundamentações preditivas sobre um modelo no qual os efeitos de dietas empobrecidas foram verificados em indivíduos adultos e não em jovens. Ainda contra essa hipótese, COWLEY & GRIESEL (1966) encontraram que ratos mantidos com dietas hipoprotéicas demonstraram uma deterioração significativa do aprendizado, e este deterioração não foi revertida com a reabilitação nutricional. Estes efeitos também foram observados pelos mesmos autores na segunda geração desses animais.

Várias evidências demonstraram que os efeitos deletérios da desnutrição são devidos ao fato de que esta, imposta durante o desenvolvimento do cérebro, provoca alterações estruturais e funcionais neste, que alterado seria o responsável pelos déficits cognitivos, de aprendizagem e de ajustamento. A diminuição de peso corporal e a redução de níveis de DNA são alterações verificadas no cerebelo de ratos submetidos a uma desnutrição precoce. O cerebelo parece mais vulnerável aos insultos nutricionais por ser uma das últimas estruturas a se desenvolver durante a ontogênese do cérebro (BEDI, 1987). Embora o cerebelo desempenhe um papel importante no controle do movimento, seu papel sobre cognições e aprendizagem é ambíguo (LEVITSKY & STRUPP, 1983). Estes autores reportaram que em função dessas dúvidas, os interesses voltaram-se para a investigação daquelas áreas que modulam a atividade neuronal de processos superiores. Como a sinapse é o principal sítio da atividade neuronal, alguns estudos nesta linha de investigação mostraram que a desnutrição produz uma redução destes sítios ao nível cortical, mas esta redução foi revertida com recuperação nutricional do organismo (CRAGG, 1972; GAMBETT et al, 1974; BEDI, 1987). A proposição de que a desnutrição reduz o número de sinapses corticais é ambígua. WARREN & BEDI (1984) relataram não ter encontrado nenhuma diferença no número destas sinapses entre ratos desnutridos e controles, mas BEDI (1987) observou que os desnutridos apresentavam uma razão sinapses X neurônios menor que os controles. WARREN & BEDI (1984) relataram também que não observaram redução no número de sinapses corticais mesmo após prolongados períodos de restrição alimentar. De acordo com o trabalho deles, uma diminuição da razão sinapses X neurônios corticais não só retorna ao normal após a reabilitação nutricional do desnutrido como também tor-

na-se maior que a razão sinapses X neurônios de animais controle. A aparente discrepância observada nestes dois trabalhos mostra que a área de investigação possui um objeto de estudo sensível e que nossos próprios delineamentos experimentais necessitam de refinamentos.

Tendo em vista as dificuldades em identificar as estruturas responsáveis pelo funcionamento de processos superiores e que pudessem ser afetadas pela desnutrição do início da vida, LEVITSKY & STRUPP (1983) reportaram não ser possível concluir que o cérebro é protegido dos efeitos da desnutrição precoce. Assim, as investigações das conseqüências dessa variável voltaram-se para o estudo do comportamento animal em testes de aprendizagem. Nestes testes têm sido demonstrados déficits em alguns aspectos da aprendizagem, porém a deterioração do aprendizado tem sido atribuída ao aumento da "emocionalidade" nos ratos desnutridos precocemente (BARNES et al, 1966; LEVITSKY & BARNES, 1970; SMART, 1981; OLIVEIRA, 1985). Dessa forma, parece não haver evidências suficientes para fundamentar a proposição de que a desnutrição causa diminuição na capacidade dos animais para aprender (LEVITSKY & STRUPP, 1983). Para estes autores, esse problema pode ter três explicações: "a) o estudo do comportamento animal não pode ser usado para avaliar as perturbações dos mecanismos cerebrais causados pela desnutrição precoce; b) a taxa de aprendizagem é um índice pobre de uma perturbação cerebral; ou c) a desnutrição não limita permanentemente a função do cérebro". E consideram que "os mecanismos que provocam mudanças cognitivas e comportamentais a longo prazo não se apresentam como alterações drásticas da estrutura cerebral", propondo que o isolamento funcional, enquanto hipótese de trabalho, explica porque os efeitos da desnutrição sobre o comportamento são dependentes do ambiente no qual o animal é mantido e não de quaisquer alterações estruturais do cérebro.

A hipótese clássica da literatura aponta que deficiências nutricionais durante o período crítico de desenvolvimento do cérebro teriam graves conseqüências adaptativas para o organismo, mas estas conseqüências não seriam efeitos diretos do prejuízo nutricional e sim conseqüências das maneiras do animal enfrentar a situação frente ao prejuízo. Ao se ater a estratégias que lhe garantam a sobrevivência, o organismo limitaria suas iniciativas exploratórias, restringindo assim o seu repertório comportamental. Desta feita, frente a uma condição de dietas pobres, "o que" o animal precisa fazer para sobreviver é o fator importante. Parece ser esse "o que" que irá determinar os efeitos nas diferenças entre os "controles" e os "desnutridos". Esse "o que" é chamado de isolamento funcional. O mecanismo proposto para esse modelo é uma alteração na resposta comportamental do organismo desnutrido ao seu ambiente imediato (LEVITSKY & STRUPP, 1983). O modelo não considera os efeitos da desnutrição como respostas patológicas, mas como um conjunto de respostas fisiológicas e comportamentais bem organizado que otimiza as chances do organismo sobreviver, diminuindo o processo normal de

crescimento. Todavia, a conseqüência dessa "estratégia" pode ser uma deterioração de outros tipos de comportamentos úteis na formação de adultos saudáveis, produtivos e competentes (LEVITSKY & STRUPP, 1983). Ainda segundo estes autores, uma diminuição da taxa de crescimento e demora do desenvolvimento psicomotor, interpretadas como adaptação, significa priorização na distribuição de energia, sendo mais importante a manutenção do corpo, depois o crescimento, e por último qualquer atividade cognitiva ou comportamental não associada diretamente com a obtenção de nutrientes.

Embora seja claro o valor heurístico do modelo de isolamento funcional e LEVITSKY & STRUPP (1983) tenham apresentados vários achados confirmando as validades preditiva e de constructo do modelo, há ainda alguns problemas conceituais e operacionais em sua definição. O mais sério é a facilidade com que leva o leitor a pensar em termos de propósito ou de finalidade. Parece claro que em função de sua precária condição de sobrevivência, qualquer estratégia do organismo que produza economia de energia poderia facilitar ou prolongar seus dias de vida. O período de restrição alimentar pode terminar e então daí tem-se condições para atingir a reabilitação nutricional. A sobrevivência e a reprodução culminariam ao final da restrição da dieta. É evidente que a sugestão do propósito está a menos de um passo. Basta colocar que o isolamento reveste-se de uma estratégia para facilitar a sobrevivência e a finalidade já estaria atribuída, estando assim um evento do futuro ou direcional controlando eventos no presente. É exatamente isto que se deve evitar. Por outro lado, parece não haver qualquer tipo de comprometimento finalístico ou de propósitos quando se afirma que o isolamento funcional é uma estratégia que aumenta a probabilidade de vida do animal, quando este está sendo ou é submetido a uma restrição alimentar. Mesmo assim o termo "estratégia" continua sendo antropomórfico.

Entretanto, mesmo como colocado aqui, a definição do modelo parece incorrer num problema tautológico. Isto é, o isolamento funcional é uma estratégia do animal quando este está sob certas condições ambientais e ele aumenta a probabilidade de sobrevivência ou, na verdade, são já as conseqüências das contingências ambientais que estão determinando um único padrão de respostas do animal, do tipo isolamento funcional? O animal evita outros estímulos do seu meio não relacionados com a obtenção de nutrientes, ou ele não tem meios necessários para responder a outros padrões de estímulos ambientais, que levariam ao desenvolvimento de outros tipos de comportamentos que formariam um adulto produtivo e competente? Certamente estas não são as únicas dúvidas. O isolamento funcional que acaba traduzindo-se por uma diminuição do input sensorial pode ser responsável por alterações estruturais de elementos cerebrais, ou são, ao invés disso, estas alterações cerebrais que provocam um retardo do crescimento e baixa atividade exploratória, levando ao isolamento e consequentemente a uma diminuição do input sensorial?

Mais certas ainda são as dificuldades em evitar a tautologia da definição e achar as respostas para as questões acima. No caso da terceira dúvida parece não haver necessidade de se assumir posições mais extremas do tipo: déficit sensorial é provocado pelo isolamento funcional, ou então é provocado por alterações estruturais de regiões cerebrais, induzidas pela desnutrição precoce. Há um fenômeno chamado de epistasia, descrito pela Genética de Populações, que leva o leitor a achar que uma posição interacionista (cérebro X ambiente) parece mais acertada. De acordo com o fenômeno da epistasia, os genes expressam seus efeitos nos fenótipos via reações bioquímicas. Isso indica que os seus efeitos dependem de um meio físico e químico para se expressarem. Acontece que as reações bioquímicas são fenótipos de outros genótipos, que para se expressarem dependem de um meio ambiente adequado durante os períodos iniciais da ontogênese (FUTUYAMA, 1986). Assim, aquelas partes do cérebro que se desenvolvem mais tardiamente podem ter os seus substratos bioquímicos já afetados pelos efeitos da desnutrição precoce, de forma que as informações dos genes que irão modelá-las estrutural e funcionalmente poderão não encontrar um ambiente físico e químico adequado para que a tradução ocorra. Isto é, informações genotípicas transformando-se em informações fenotípicas via aminoácidos, onde estes últimos poderiam não expressar a potencialidade total das informações presentes nos genes.

Uma outra maneira de tentar encontrar soluções para essa dúvida é propor novas formas de isolamento funcional sem precisar recorrer a procedimentos de restrição alimentar. Talvez uma maneira de fazer isso seria trabalhar com manipulação da temperatura ambiental. Um procedimento experimental seria conduzido por um sistema de três grupos, assim designado: Grupo Controle, com água e comida *Ad Lib* e temperatura normal; Grupo Desnutrido, água *Ad Lib*, temperatura normal e com dieta hipoprotéica; Grupo Temperatura, água e comida *Ad Lib*, mas mantido em câmara fria. Embora altamente especulativo e aparentemente simples de ser realizado, esta proposta experimental poderia produzir efeitos muito parecidos àqueles observados numa condição de desnutrição. A contribuição de um protocolo como este seria no sentido comparativo, pois duas variáveis (temperatura e dieta) estariam sendo simultaneamente mani-

puladas. Por outro lado, esperar que dados providos de tal protocolo conduzissem luz à confusão conceitual do modelo de isolamento funcional seria também pura especulação. Afinal, uma outra pergunta também deveria ser feita: Dificuldades adaptativas apresentadas por um organismo que foi exposto a baixas temperaturas no início da vida seriam decorrentes das estratégias usadas por este nas suas tentativas de sobrevivência? Além desta questão, outras como aquelas feitas em relação ao modelo de isolamento funcional também poderiam ser feitas neste caso. Numa situação de baixa temperatura o organismo deveria engajar-se em comportamentos que tivessem como consequência a conservação da temperatura corporal. Estes comportamentos seriam usados como as estratégias de sobrevivência do organismo. Deve ser mencionado, todavia, que estratégias de sobrevivência são apenas referências àqueles comportamentos que teriam como consequência a manutenção da vida; a sobrevivência não é colocada como objetivo, mas como um resultado. Não há dúvidas de que, à medida em que o organismo engaja-se em tipos particulares de comportamentos mas não reage a outras situações potencialmente exploratórias, o que estaria acontecendo numa situação como esta é que o organismo estaria "filtrando" os estímulos do seu meio. Parece claro que isto levaria a uma redução de topografias, deixando o organismo num meio diferente do seu, possivelmente sem alternativas comportamentais para enfrentar problemas relacionados a sua sobrevivência. Considerando a situação experimental proposta e hipotética através destes termos, parece não haver dúvidas de que "o que" o organismo estaria apresentando seria nada mais que uma outra forma de isolamento funcional. O quanto os dados de um experimento como este contribuiriam para uma conceitualização mais clara da hipótese do isolamento funcional, somente a realização de outros experimentos nesta linha e com outras formas de isolamento funcional dirá.

Quanto às duas primeiras dúvidas, que também se referem a circularidade conceitual do isolamento funcional, evitar a tautologia de definição não parece ser coisa fácil. É possível, como já foi dito acima, que com um maior número de investigadores trabalhando dentro do modelo, outros dados capacitem-nos para lançar uma abordagem teórica que evite a reversibilidade entre o **definitus** e o definidor.

ABSTRACT: *The evaluation of the caloric and protein undernourishment etiology has shown that it has multiple causes, based on poverty and nutritional deficiencies as most severe aspects. The following discussion has focused the undernourishment on social determinants and on how theoretical models explain the consequences of this condition. The functional isolation model seems to be the most polemic among several models of undernourishment, because it considers the adaptation deficits of the undernourished as not due to consequences of undernourishment, but as consequences of the way of animal copes with their environment, which is poor in nutrients. The model not consider behavior of those animal as being pathologic, but as well-organized set of physiologic and psychologic behavior improving chances of survival for the undernourished. The conceptual definition for functional isolation model has a tautologic nature so, to avoid this problem, a new form of functional isolation is proposed. In this case the temperature variable will also be manipulated.*

KEY-WORDS: *Undernourishment; Models of undernutrition; Functional isolation.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, R.H.; LEVITSKY, D.A.; POND, W.G.; MOORE, U. Effects of postnatal dietary protein and energy restriction on exploratory behavior in young pigs. *Dev. Psychobiol.*, v. 9, p. 425-435, 1976.
- BEDI, K.S. Lasting neuroanatomical changes following undernutrition during early life. In: DOUBLING, J. (ed.) *Early nutrition and later achievement*. New York: Academic Press, 1987. p. 1-49.
- CELEDON, J.M.; SANTANDER, M.; COLOMBO, M. Long-term effects of early malnutrition and environmental stimulation on learning performance of adult rats. *J. Nutr.*, v. 109, p. 1880-1886, 1979.
- CINES, B.M.; WINICK, M. Behavioral and physiological effects of early malnutrition and early malnutrition in rats. *Dev. Psychobiol.*, v. 12, p. 381-389, 1979.
- COWLEY, J.J.; GRIESEL, R.D. The effect of growth and behaviour of rehabilitating first and second generation low protein rats. *Anim. Behav.*, v. 14, p. 506-517, 1966.
- CRAGG, B.G. The developmental of cortical synapses during starvation in the rat. *Brain*, v. 95, p. 143-150, 1972.
- CRNIC, L.S. Effects nutrition and environmental on brain biochemistry and behavior. *Dev. Psychobiol.*, v. 16, p. 129-145, 1983.
- FUTUYAMA, D.J. *Evolutionary Biology*. 2. ed. New York, 1986.
- GAMBETTI, P.; AUTILO-GAMBETTI, L.; RIZZUTO, N.; SHAFER, B.; PFAFF, L. Synapses and malnutrition: quantitative ultrastructural study of rat cerebral cortex. *Exp. Neurol.*, v. 43, p. 464-473, 1974.
- LEVITSKY, D.A.; BARNES, R.H. Nutritional and environmental interactions in the behavioral development of the rat: long-term effects. *Science*, v. 176, p. 68-71, 1972.
- LEVITSKY, D.A.; BARNES, R.H. Effect of early malnutrition on the reaction of adult rats to aversive stimuli. *Nature, Londres*, v. 225, p. 468-469, 1970.
- LEVITSKY, D.A.; STRUPP, B.J. Functional isolation in rats. In: BROZEK, J.; SCHURCH, B. (ed.) *Malnutrition and behavior: critical assessment of key issues*. Lousanne: Nestle Foundation Publication Series, 1983. v. 4.
- MASSARO, T.F.; LEVITSKY, D.A.; BARNES, R.H. Protein malnutrition in the rat: Its effect on maternal behavior and pup development. *Dev. Psychobiol.*, v. 7, p. 551-561, 1974.
- MORGAN, B.L.B.; WINICK, M. Effects of environmental stimulation on brain N-acetylneuraminic acid content and behavior. *J. Nutr.*, v. 110, p. 415-432, 1980.
- OLIVEIRA, L.M. de. Malnutrition and environment: interaction effects upon animal behavior. *Rev. Chil. Nutr.*, v. 13, p. 99-108, 1983.
- SMART, J.L. Undernutrition and aggression. In: BRAIN, P.F.; BENTON, D. (ed.) *Multidisciplinary approaches to aggression research*. Amsterdam: Elsevier, 1981. p. 179-191.
- WARREN, M.A.; BEDI, K.S. A quantitative assessment of the development of synapses and neurons in the visual cortex of control and undernourished rats. *J. Comp. Neurol.*, v. 227, p. 104-108, 1984.

Recebido para publicação em 11/11/91