

A CONTRIBUIÇÃO DE CLAUDE BERNARD À ECOLOGIA MÉDICA

Fernando Dias de Avila-Pires*

Claude Bernard realizou importante contribuição à Ecologia Médica quando propôs o conceito de "meio interior". Além de permitir a compreensão dos processos fisiológicos fundamentais, constituiu o ponto de partida para o estudo da ecologia endógena dos organismos. Como Shelford e Chapman notaram, nesse nível, a ecologia e a fisiologia têm muito em comum. No nível individual, a ecologia médica preocupa-se com o estudo das relações entre o homem e a microbiota endógena. Claude Bernard identificou os fatores abióticos do meio interno, na época em que Pasteur e Koch identificavam e descreviam os componentes bióticos do microecossistema endógeno.

INTRODUÇÃO

"Un même mot n'est pas un même concept". (Canguilhem⁴)

As retrospectivas históricas correm o risco de atribuir a origem de certas idéias a "precursores" que nunca as tiveram. Assim, os filósofos da Grécia clássica não foram evolucionistas, no sentido moderno do termo e nem nos átomos de Demócrito nem na alquimia medieval encontram-se os fundamentos da física atômica. Para Empédocles, a *evolução* seria uma idéia metafísica e não implicava em sucessão filogenética; para Claude Bernard, o termo significava ontogênese e, para Darwin, era o resultado da seleção natural agindo sobre variações individuais, cuja origem ele desconhecia. Isolados do contexto da obra original e do ambiente cultural da época, palavras e frases soltas podem, facilmente, assumir intenção e significado distintos dos adotados pelo autor. Disse Richelieu, "deem-me seis linhas escritas pelo mais honrado dos homens e eu acharei nelas motivo para fazê-lo enforcar".

Por outro lado, muitos cientistas contribuíram, decisivamente, para a comprovação de teorias das quais discordaram, ao reunirem dados que, posteriormente, analisados e inter-

pretados corretamente, vieram servir de suporte à hipótese repudiada. Foi o que aconteceu com a teoria da evolução, a qual muito deveu a contribuições de fixistas, como as de Lineu, no campo da taxonomia, de Cuvier, D'Orbigny e Broignart, na paleontologia e anatomia comparada, e da Von Baer e Agassiz, na embriologia.

A contribuição de Claude Bernard à ecologia médica conta-se entre as involuntárias, o que não lhe diminui a importância. Não foi contrário à idéia: apenas, não lhe dispensou atenção.

O conceito de *meio interior* conquistou-lhe um lugar de destaque na história da ecologia, o que ainda não é geralmente reconhecido. À sua maneira, descreveu o que hoje denominamos de "fatores físicos e químicos (abióticos) do meio endógeno". Nos microhabitantes desse ambiente, os microorganismos identificados por Pasteur e Koch complementam o *ecossistema endógeno*.

Ao equilíbrio dinâmico descrito por Claude Bernard, Canon, em 1929, deu o nome de *Homeostase*.

Em 1866, Haeckel⁷ propôs o nome de *Ecologia* para designar o estudo do que se chamava, então, "economia da natureza", isto é, estudo das relações dos organismos com o meio ambiente. Em 1877, Möbius⁹ criou o termo *Biocenose* e, ainda que parem dúvidas a respeito da natureza e significado reais de suas

* Professor Adjunto, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Professor, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas.

Recebido para publicação em 15-5-76

concepções ecológicas, entreviu alguma coisa das interrelações que se processam em um banco de ostras.

Os trabalhos sobre adaptação, seleção e competição, desenvolvidos no final do século passado e início do século XX, estabeleceram alguns dos fundamentos da ecologia moderna. E os estudos que se seguiram sobre a epidemiologia das zoonoses deram origem à ecologia médica, como hoje a entendemos.

A ecologia médica abrange a problemática da adaptação do homem ao ambiente em que vive e seus reflexos sobre a saúde, quer no nível individual (autoecologia e microecologia), como social e do ecossistema (sinecologia). As relações com outros hospedeiros, com vetores e microorganismos responsáveis pela manutenção dos ciclos das zoonoses constituem o tema da ecologia exógena. A sociologia médica contribui para o conhecimento da ecologia da transmissão. E a ecologia endógena, ou microecologia estuda o comportamento e as interrelações da microbiota individual com o hospedeiro^{1, 6}.

As relações de indivíduos com os fatores do meio físico (ecotópicas) e com os outros elementos orgânicos da comunidade (alelobióticas) processam-se segundo as mesmas leis, tanto no meio exterior como no meio interior. No primeiro caso, envolvem as interrelações do hospedeiro com o ambiente e, no segundo, seu corpo é o meio ambiente e os fatores, aqueles descritos por Claude Bernard, os quais condicionam a existência da microbiota endógena ou individual.

Fisiologia e Ecologia

"... il y a en physiologie deux milieux à considérer: le milieu macrocosmique général, et le milieu microcosmique, particulier à l'être vivant". (C. Bernard³)

O século XIX assistiu ao final do debate entre os defensores do vitalismo e do mecanicismo.

Nas ciências naturais, Geoffroy de Saint-Hilaire propôs a teoria da unidade de plano e defendeu o "transformismo lamarckista": se, por um lado, ampliou demasiadamente o conceito de homologia, por outro subordinou as funções orgânicas às estruturas morfológicas, contrariando Lamarck. J. Guérin, outro dos seguidores de Lamarck, criou o aforisma "a função faz o órgão", muitas vezes atribuído a este, para quem não só a necessidade mas a própria função precederia a estrutura necessária à sua existência. Charles Bonet defendia a antiga idéia da escala linear dos seres, partindo

dos microorganismos ou dos "organismos imperfeitos" para chegar ao homem. Cuvier e D'Orbigny admitiam uma seqüência de catástrofes geológicas para explicar as descobertas da paleontologia e da estratigrafia, e admitiam a origem independente dos grupos animais ao nível de filo; subordinavam as funções às estruturas anatômicas, no que foram alvo da crítica de Claude Bernard.

A zoologia e a botânica guardavam, então, muito do caráter anedótico e episódico, por vezes fantástico, da idade média e do renascimento e eram, fundamentalmente, classificatórias. A embriologia preocupava-se mais com a teratologia ontogenética que com o estudo do desenvolvimento normal dos organismos.

A atitude marcante de Claude Bernard consistiu na reação contra a vitalismo animista, a favor de uma fisiologia racional, científica e independente. Tinha, contra si, os organicistas, os quais afirmavam que o isolamento de órgãos, para estudos de suas funções, rompia a unidade orgânica, que seria um todo indivisível. Os anatomistas, seguidores de Cuvier, mantinham a precedência da organização estrutural como determinante da função.

Dentro do contexto de sua época, Claude Bernard classificava as ciências biológicas em função da metodologia utilizada. A zoologia, a botânica e a anatomia eram equiparadas à geologia e mineralogia, como ciências de caráter meramente descritivo e classificatório, que utilizavam o método contemplativo ou de observação. Por outro lado, a fisiologia, a química e a física seriam suas contrapartes, situadas em um nível superior de importância e teriam caráter eminentemente experimental: "La physiologie expérimentale, ayant son problème spécial, constitue une science autonome qui, dans l'ordre des sciences biologiques, est tout aussi distincte et indépendante de la zoologie et de la botanique que la chimie, dans l'ordre des sciences minérales, est indépendante de la géologie et de la minéralogie".

Para ele, a fisiologia deve visar a elucidação das manifestações dos fenômenos vitais e constitui a base da medicina experimental. Ao mesmo tempo em que reconheceu em Bichat o criador do método fisiológico, considerou a si próprio como o autor da primeira: "C'est moi qui fonde la médecine expérimentale, dans son vrai sens scientifique: voilà ma prétention". Revelou-se reducionista ao destacar, dentro da biologia, a fisiologia como sendo a ciência principal, à qual caberia descobrir os segredos da atividade vital.

A complexidade dos fenômenos biológicos dificulta a sua análise e levou os cientistas do passado a admitirem, como características intrínsecas, sua inconstância, variabilidade e imprevisibilidade. Por outro lado, apesar dos estudos de Lavoisier sobre a natureza do calor animal e da síntese de uma substância orgânica – a uréia – por Wöhler, em 1828, ainda se erguia uma barreira metafísica entre o mundo orgânico e o reino mineral.

Para colocar a fisiologia entre as ciências “exatas”, empenhou-se Claude Bernard em demonstrar a previsibilidade dos fenômenos fisiológicos e, portanto, a visibilidade de sua análise pelos métodos utilizados correntemente na física e na química. A essa previsibilidade, denominou-se *determinismo* e tão radical foi sua posição que negou a utilidade e a aplicabilidade das estimativas estatísticas aos fenômenos biológicos. Reconhecemos, hoje, que as leis biológicas são, apenas, estatisticamente válidas, por se basearem em induções que, por sua vez, são válidas estatisticamente.

Por um lado, Claude Bernard reconhecia a particularidade da natureza dos fenômenos biológicos, mas recusava-se a admitir o finalismo dos vitalistas. Propôs-se, portanto, a demonstrar que as relações de causa e efeito são determinantes tanto nos fenômenos inorgânicos quanto naqueles que se processam na intimidade dos organismos: “la science vitale ne peut employer d’autres méthodes ni avoir d’autres bases que celles de la science minérale. . .”

Dentro da lógica cartesiana, avançava até onde pudesse comprovar os resultados de suas hipóteses, pela experimentação e considerava as questões que se propunham além deste limite como impertinentes à investigação científica. Claude Bernard apoiava-se na filosofia de Descartes, Leibnitz, Lavoisier e Laplace e relegava a pesquisa das origens e causas primárias para além dos limites da ciência. Negava o animismo cartesiano, o que deixou claro quando analisou a contribuição de Bichat à fisiologia, lembrando que, antes de Bichat as doutrinas filosóficas animistas e vitalistas impediam o progresso das ciências biológicas.

Restringiu-se Claude Bernard ao que pôde observar, analisar, testar e comprovar pela metodologia racional das ciências experimentais e pesquisa, no nível da fisiologia, isto é, às causas imediatas: “. . . la recherche des causes premières, avons-nous-dit, n’est point du domaine scientifique. . . la limite de nos connaissances s’arrête au *déterminisme*”, o que ele admitiu

tanto para os fenômenos biológicos como para os inorgânicos.

Claude Bernard distinguiu o determinismo do fatalismo, onde não existe relação necessária entre causa e efeito. Como consequência prática, rejeitou o conceito de doença como *entidade mórbida* e admitiu a possibilidade de previsão de seu curso e de intervenção, para alterá-lo.

A noção de determinismo levou-o à do desenvolvimento ontogenético programado. Na época em que Mendel cruzava suas ervilhas e enunciava as leis da herança, Claude Bernard, sem o saber, chegou muito próximo da concepção do que, hoje, denominamos código genético.

Para ele, o mecanismo fundamental do desenvolvimento ontogenético – que denominava *evolução* – seria o processo de nutrição, permitindo ao “germe” desenvolver suas potencialidades e reparar as perdas, substituindo a matéria degradada. Em verdade, Claude Bernard substituiu o conceito de *preformação* pelo de *determinação* genética: “. . . pendant toute sa durée, l’être vivant reste sous l’empire de cette influence vitale créatrice, et la mort naturelle arrive lorsque la création organique ne peut plus se réaliser. . . L’être vivant est donc caractérisé à la fois par la génération et par la nutrition”.

A causa primeira da vida e, portanto, do desenvolvimento, seria diretora, mas a causa próxima seria de natureza físico-química. Tudo estaria esboçado ou, como dizemos hoje, programado no ovo, mas não preformado, inclusive, como ele exemplifica, às doenças hereditárias de manifestação tardia. “Mais, cette idée spécifique contenue dans l’oeuf ne se manifeste et ne se développe elle-même que sous l’influence de conditions purement physico-chimiques”.

Ao definir o ovo como uma fórmula orgânica “qui résume l’être dont il procède et dont il a gardé en quelque sorte le souvenir évolutif” e que encerra um plano de cada órgão, como uma planta ou mapa, demonstrou sua percepção intuitiva do processo de determinação genética. A nutrição forneceria as condições para a realização da idéia criadora, transmitida por hereditariedade ou tradição organogênica.

A teoria celular de Schwan foi a primeira grande generalização da biologia. Aceita por Claude Bernard, ter-lhe-ia sugerido a idéia de que as funções e os fenômenos naturais resultam da própria organização da matéria, em níveis crescentes de complexidade, que apresentam características próprias, intransferíveis a outros níveis. Quando se reúnem duas moléculas de hidrogênio com uma de oxigênio

resulta a água, com propriedades distintas das dos seus componentes, e imprevisíveis a partir do conhecimento daquelas. A função do fígado é mais do que a soma das funções das células que o constituem: "... leur union exprime plus que l'addition de leurs propriétés séparés". E, quando se reúnem proteínas, aminoácidos e os demais componentes celulares, resulta uma unidade orgânica com características próprias derivadas de sua organização, entre as quais as de se nutrir, reproduzir, em resumo, viver.

Claude Bernard restringiu-se ao nível individual de complexidade biológica: para ele, a biologia fundamenta-se na fisiologia experimental, e a medicina, na clínica, a qual deve, por sua vez, basear-se na fisiologia. Na sua "Introdução ao estudo da medicina experimental", mostrou-se ciente do risco de reduzir um fenômeno além do limite do seu nível de complexidade. Sua repulsa pelo organicismo levou-o a evitar a análise dos fenômenos que se passam em níveis mais elevados de integração, onde os complexos causais são interagentes, como sucede nos problemas médicos-sanitários que se revelam ao nível do ecossistema: "En effet, le médecin n'est point le médecin des êtres vivants en général, pas même le médecin du genre humain, mais bien le médecin d'un individu dans certaines conditions morbides qui lui sont spéciales et qui constituent ce que l'on a appelé son idiosyncrasie".

Em 1913, Shelford comparava ecologia e fisiologia, nos seguintes termos: "Ecology is that branch of general physiology which deals with the organism as a whole, with its general life processes as distinguished from the more special physiology of the organs, and which also considers the organism with particular reference to its usual environment".

Na verdade, no nível individual, ou "In the study of autoecology it is quite evident that the work is bordering very closely the field of physiology⁵".

O Meio Interior

"La médecine expérimentale ou scientifique sera surtout fondée sur la connaissance des propriétés du milieu intérieur". (Claude Bernard)².

A ecologia médica preocupa-se, por um lado, com os problemas médico-sanitários resultantes das interações do homem com o ambiente que o cerca e, por outro lado, com as relações do indivíduo com sua microbiota endógena, para a qual o seu corpo provê as condições ambientais.

Desde Hipócrates, aprendemos a reconhecer a influência de certas condições mesológicas sobre a saúde, mas somente depois de Pasteur e, em especial, após o desenvolvimento da microbiologia no século XX tivemos a atenção voltada para o equilíbrio da microbiota individual e para certas particularidades da ecologia microbiana, como fatores importantes na determinação da condição de saúde ou doença. Ainda hoje os estudos sobre microfauna e microflora endógenas, encaradas como comunidades bióticas merecem pouca atenção, em comparação com aqueles que se preocupam com as conseqüências de suas relações com o hospedeiro, do ponto de vista clínico.

Segundo Canguilhem⁴, o conceito de *meio*, até o século XVIII era apenas considerado na mecânica e na física. Negavam os defensores do vitalismo que o ambiente pudesse exercer influências marcantes sobre os organismos, uma vez que admitiam natureza distinta para os compostos orgânicos e inorgânicos.

Lamarck⁸ fundou sua teoria evolucionista na influência do ambiente, que seria mais acentuada sobre "animais inferiores" e vegetais. Possivelmente inspirou Claude Bernard na admissão da maior independência dos animais homeotérmicos. Calor, umidade e luz são mencionados, especificamente, por Claude Bernard, como fatores ambientais importantes. Julgou os homeotérmicos livres, mesmo, das influências sazonais: "Par suit d'un mécanisme protecteur plus complet, l'animal possède et maintient en lui, dans un *milieu intérieur* qui lui est propre, les conditions d'humidité et de chaleur nécessaires aux manifestations des phénomènes vitaux. L'organisme de l'animal à sang chaud étant suffisamment protégé n'entre que très-difficilement en équilibre avec le *milieu extérieur*: il garde en quelque sorte ses organes en serre chaude, il leur conserve ainsi leur activité vitale".

Dessa maneira, enquanto que o ambiente exterior é extraorgânico ou exógeno e comum aos seres organizados e às substâncias inorgânicas, o meio interno é exclusivo dos organismos: "Ce dernier milieu, qui est en rapport avec nos éléments organiques actifs, muscles, nerfs, glandes, etc., est formé par tous les liquides intra-organiques et blastématiques".

Ao negar a influência do meio exterior sobre animais homeotérmicos, Claude Bernard levou ao extremo a negação das idéias de Hipócrates: "... la médecine antique considéra l'influence du milieu cosmique, des eaux, des airs et des lieux... Mais ce qui distinguera la *médecine*

expérimentale moderne, ce sera d'être fondée surtout sur la connaissance du milieu intérieur. . ."

A elucidação do papel dos microorganismos no contágio e na etiologia das doenças infecciosas e parasitárias trouxe, como conseqüência imediata, a noção de que essas doenças constituiriam entidades definidas e resultariam das relações determinantes de causa e efeito, entre um *agente* e um *paciente*. A pesquisa e identificação dos "agentes causais" dominou o panorama da medicina no final do século passado e no início deste. Uma nova classificação nosológica, baseada na identidade dos agentes substituiu as antigas, fundadas na descrição dos sintomas.

As técnicas microbiológicas modernas e as possibilidades abertas pelos progressos da microscopia, no século XX, abriram novos horizontes conceituais. A ecologia dos microorganismos implicados nas infecções subclínicas, a pesquisa e suas relações com os hospedeiros, e a descoberta dos fatores múltiplos, extrínsecos e intrínsecos que condicionam os estados clínicos declarados levaram-nos a admitir, finalmente, a multicausalidade das enfermidades.

A infecção ancilostomótica, por exemplo, atinge cerca de 20% da população mundial, isto é, quase um bilhão de indivíduos. Mas a doença afeta uma porcentagem mínima desse total. Normalmente, a anemia decorrente das hemorragias provocadas pelas perfurações da parede intestinal é compensada desde que a alimentação seja rica em ferro e proteínas. Em regiões onde o solo é pobre naquele mineral, como sucede na Bacia Amazônica, a doença é prevalente. Em outras regiões do globo, processos primitivos de colheita incorporam ferro ao alimento consumido e a infecção permanece subclínica ou inaparente. Fatores culturais, sociais e econômicos exercem importante papel no complexo causal, do ponto de vista extrínseco; resistência ou imunidade genética, adquirida ou cruzada, stress e estado geral, do ponto de vista intrínseco.

O reconhecimento da causa imediata de determinados processos mórbidos que se detectam nos órgãos ou tecidos e que perturbam certas

funções, podem satisfazer o fisiólogo, mas do ponto de vista da ecologia e da epidemiologia, todo o complexo causal deve ser investigado.

Ao nível da comunidade biótica, a ecologia médica preocupa-se com o estudo das interações entre hospedeiros humanos e não humanos, vetores, microorganismos e fatores ambientais.

Dubos⁶ também chamou a atenção para um aspecto importante da ecologia do meio interior, mostrando que "as acute exogenous infectious processes are being brought under control, it becomes easier to recognize the microbial diseases of endogenous origin".

No meio endógeno, as relações ecológicas entre os elementos integrantes das microcomunidades que habitam ou colonizam os diferentes biótopos ou microhabitats do corpo dos hospedeiros são as mesmas que regem as interações dos componentes das biotas exógenas.

A similitude de propriedades dos meios exterior e interior fica evidente quando comparamos as duas citações abaixo, a primeira de Claude Bernard e a segunda, de um documento recente da UNESCO sobre o equilíbrio da biosfera:

"Les phénomènes de la vie ont une élasticité qui permet à la vie de résister, dans des limites plus ou moins étendues, aux causes de troubles qui se trouvent dans le milieu ambiant"².

"De manière générale, la biosphère est caractérisée par une grande stabilité vis-à-vis d'influences extérieures, ce qui se reflète dans le fait qu'elle peut supporter, sans que les processus essentiels s'en trouvent entravés, des modifications profondes de sa structure. Autrement dit, elle est dotée d'une grande plasticité structurale". (UNESCO)¹.

AGRADECIMENTOS:

Ao Prof. Ivan Sazima, do Departamento de Zoologia da UNICAMP, agradecemos pela leitura crítica dos originais.

À Prof^a Jocélia Grazia, do mesmo Departamento, pelas sugestões.

SUMMARY

Claude Bernard made an important contribution to medical ecology when he established the concept of "milieu intérieur" — as opposed to that of the external environment.

This conception should be viewed not only as a major step for the understanding of physiological processes and homeostasis, but also as a starting point for the study of the endogenous ecology of individual organisms.

As Shelford and Chapman have pointed out independently, at this level, ecology and physiology have much in common.

Medical ecology, at the individual level, involves the study of the interrelationships of man and his individual microbiota.

Claude Bernard identified the abiotic factors of the internal environment, at a time when Pasteur and Koch were engaged in the identification and description of the biotic components of the internal ecosystem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AVILA-PIRES, F. D. — Ecologia, infecção e doença. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 8:235-246, 1974.
2. BERNARD, C. — *La Science Expérimentale*. 5^e ed., J. B. Baillière, Paris, 1911. (Reunião das obras publicadas entre 1864 e 1876).
3. BERNARD, C. — *Introduction a l'Étude de la Médecine Expérimentale*. (1865). Flammarion, Paris, 1952.
4. CANGUILHEM, G. — *Études D'Histoire et de Philosophie des Sciences*. J. Vrin, Paris, 1970.
5. CHAPMAN, R. N. — *Animal Ecology, with Special Reference to Insects*. Mc-Graw Hill, N. York & London, 1931.
6. DUBOS, R. — *Man Adapting*. Yale University Press, N. Haven & London, 1965.
7. HAECKEL, E. — *Generelle Morphologie der Organismen*. G. Reimer, 2 vols., Berlin, 1866.
8. LAMARCK, J. B. — *Philosophie Zoologique*. C. Reinwald, Paris, 1809.
9. MOBIUS, K. — *Die Auster und die Austernwirtschaft*. Wiegandt Hempel & Parey, Berlin, 1877.
10. SHELFORD, M. B. — Animal Communities in Temperate America. *Bull. Geogr. Soc. Chicago*, 5, 1913. Repr. University of Chicago Press, Illinois, 1937.
11. UNESCO — *Utilisation et Conservation de la Biosphère*. Rech. Res. Nat., 10, ONU, Paris, 1970.