



Revista de Saúde Pública

ISSN: 0034-8910

revsp@usp.br

Universidade de São Paulo

Brasil

Czeresnia, Dina

Epidemiologia, Ciências Humanas e Sociais e a integração das ciências
Revista de Saúde Pública, vol. 42, núm. 6, diciembre, 2008, pp. 1112-1117

Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67240171020>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Dina Czeresnia

Epidemiologia, Ciências Humanas e Sociais e a integração das ciências

Epidemiology, Social and Human Sciences and integration of sciences

RESUMO

O objetivo do artigo foi abordar o problema da integração entre epidemiologia e ciências humanas e sociais no contexto da integração das ciências. A epidemiologia, anteriormente ao surgimento da medicina moderna, apresentava uma cosmovisão que concebia processos de saúde e doença integrados a aspectos geográficos, históricos, econômicos e sociais. A dissociação que marcou seu desenvolvimento posterior foi decorrente das concepções de corpo e doença construídas pelas ciências da vida e medicina moderna. Para pensar a integração entre ciências humanas e sociais e epidemiologia, na sua ligação com a biologia, é necessário interrogar a cisão entre natureza e cultura, inscrita no desenvolvimento das ciências. O conceito de normatividade vital, proposto por Canguilhem, e a discussão de Bohr sobre as relações entre física atômica, biologia e unidade do conhecimento são tratados com a perspectiva de refletir sobre desafios contemporâneos da integração entre as ciências.

DESCRITORES: Filosofia. Ciência. Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ciências da Saúde. Epidemiologia. Ciências Sociais.

ABSTRACT

The objective of the article was to broach the problem of integration between epidemiology and human and social sciences, within the context of integration of the sciences. Before the emergence of modern medicine, epidemiology held a worldview that conceived of health and disease processes as integrated with their geographic, historical, economic and social aspects. The dissociation that marked its subsequent development resulted from concepts of the body and disease that were constructed by the life sciences and modern medicine. To reflect on the integration between human and social sciences and epidemiology in relation to their connection with biology, the nature-culture divide inscribed in the development of the sciences needs to be questioned. The concept of normativity of life, proposed by Canguilhem, and the discussion by Bohr on the relationships between atomic physics, biology and unity of knowledge are dealt with from the perspective of reflecting on contemporary challenges for integration among the sciences.

DESCRIPTORS: Philosophy. Science. Health Sciences. Epidemiology. Social Sciences. Science, Technology and Society.

Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Correspondência | Correspondence:
Dina Czeresnia
R. Leopoldo Bulhões 1480 Manguinhos
21041-210 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: dina@ensp.fiocruz.br

Recebido: 17/12/2007
Aprovado: 20/5/2008

A epidemiologia tem como objeto a distribuição e os determinantes dos processos de saúde e doença em populações humanas. Sua história não teve um desenvolvimento linear, pois diversas concepções teóricas e construções técnicas, permeadas por visões de mundo, posicionamentos sociais e políticos, contribuíram na sua constituição.

A profunda ligação entre condições históricas, geográficas, sociais e o surgimento das doenças esteve presente na origem do pensamento epidemiológico moderno. Estudos epidemiológicos contemporâneos ao período do nascimento do conhecimento médico moderno estiveram conformados por uma teoria cuja procedência é anterior ao processo de fragmentação do conhecimento iniciado no século XVII. Na chamada teoria da constituição epidêmica, predominante até meados do século XIX, diferentes aspectos da realidade não se dissociavam em uma perspectiva analítica, baseada em epistemologias distintas. Nela, a herança hipocrática manteve uma forma de pensamento sintético no qual a epidemia e a doença são compreendidas como desequilíbrio da harmonia da natureza, percebida como totalidade que ultrapassa a dimensão geográfica.⁸

No desenvolvimento histórico da disciplina, a cosmovisão da teoria da constituição epidêmica manteve-se presente e, com base em distintos conceitos, a idéia de resgatar uma abordagem integrada, mesmo minoritária, foi uma constante. Essa característica da epidemiologia tem um significado importante na contemporaneidade, quando o valor da elaboração sintética torna-se mais pronunciado no pensamento científico e social.⁸

A integração está na própria natureza do objeto da epidemiologia. Ao mesmo tempo, a dissociação marcou o seu desenvolvimento, consequente ao processo de constituição das ciências modernas e à fragmentação do conhecimento sobre o homem e suas relações.

O presente artigo teve por objetivo abordar o problema da integração entre epidemiologia e ciências humanas e sociais considerando que ele está enraizado na questão mais ampla da integração entre as ciências. O problema da integração entre epidemiologia e ciências humanas e sociais não pode ser resolvido sem considerarmos a questão das ciências da natureza em relação às ciências do homem. O homem é biológico e social, é orgânico e psíquico, é físico-químico e simbólico. Qual a integração possível sem pensarmos a profunda cisão entre natureza e cultura presente na raiz do desenvolvimento da ciência moderna?

As ciências da vida surgiram no mesmo período que as ciências humanas e sociais. Segundo Foucault, vida, assim como trabalho e linguagem foram categorias introduzidas a partir da virada do século XIX, quando ocorreu a segunda descontinuidade na *epistémē* da cultura ocidental e que marcou o limiar da modernidade. Para o autor, foi no contexto dessa descontinuidade que o homem tornou-se uma figura do saber.⁹

As ciências da vida e as ciências humanas e sociais configuraram-se em bases epistemológicas distintas. *Grosso modo*, as ciências da vida estabeleceram-se no estudo das estruturas visíveis do corpo e buscaram sua identidade em consonância às ciências da natureza; as ciências humanas e sociais estiveram orientadas ao estudo de fenômenos mediados pela linguagem, por relações intersubjetivas, econômicas e sociais.

A epidemiologia esteve estreitamente articulada ao desenvolvimento da medicina e as ciências da vida foram a base epistemológica deste. Ao mesmo tempo, está na interface entre saúde e sociedade, configurando-se como disciplina ligada à medicina que particularmente mantém um vínculo com a dimensão social.¹³

As circunstâncias desse desenvolvimento fizeram com que a epidemiologia se tornasse caudatária da perspectiva mecanicista da medicina na compreensão do corpo humano e da idéia de que as ciências tratam objetos passíveis de serem conhecidos predominantemente mediante a linguagem matemática. Do ponto de vista da formação de recursos humanos e do desenvolvimento das técnicas de investigação, houve a propensão de progressivo afastamento da disciplina em relação ao conhecimento que se configurou como especialidade do campo das ciências humanas e sociais.¹⁻³

A epidemiologia tende a não trabalhar conceitos das ciências humanas e sociais com a complexidade que lhes é dada nos campos de origem¹¹ e a quantificar as relações entre saúde e sociedade. Aspectos econômicos, sociais e culturais são abordados em modelos como componentes de conjuntos causais cuja importância no processo seria conhecida por meio da mensuração. A articulação entre epidemiologia e ciências sociais pendeu a ser reduzida a um plano instrumental de atributos, em detrimento de elaboração teórica subjacente às relações entre fenômenos socioeconômicos e sanitários.⁴

Essa tendência trouxe para todas as vertentes da disciplina, especialmente para aquelas que buscam superar esses limites, o desafio da integração com as ciências humanas e sociais. Destacam-se, nesse sentido, os esforços produzidos no contexto da vertente da epidemiologia social, a partir da segunda metade do século XX.⁴

No entanto, existe um limite epistemológico para uma integração mais efetiva que não é passível de ser resolvido apenas no interior da disciplina. No presente trabalho, considera-se que a propensão do humano e do social ser trabalhado de forma limitada na epidemiologia é decorrente de uma conceituação reduzida do corpo e da doença. Os conceitos que definem a base material do corpo não estão articulados às formas de conceber as características humanas estudadas nas ciências sociais.

O corpo humano é concebido como composto por diferentes níveis de organização com complexidade

crescente. Diferentes disciplinas descrevem esses níveis de realidade mediante linguagens que não dialogam com facilidade entre si. O corpo não é em si dissociado, mas apresenta-se dissociado nas diferentes perspectivas que o estudam. O maior desafio para uma efetiva integração entre as ciências e, consequentemente, entre a epidemiologia e ciências humanas e sociais, seria encontrar um vínculo capaz de unificar epistemologicamente esses distintos níveis de realidade, sem desconsiderar descontinuidades, emergências e originalidade entre eles.

Os critérios de demarcação das diferentes disciplinas se valem, entre outros, dos atributos da quantidade e da qualidade. Uma questão importante para se pensar a integração desejada é interrogar o porquê da tendência de identificação da dimensão da qualidade com a abordagem das ciências sociais; e a da quantidade com o estudo da doença biológica. Qualidade e quantidade são duas faces inseparáveis dos fenômenos, anteriores à delimitação de competências das disciplinas. Há uma diferença de valor entre a saúde e a doença e essa variação é social, cultural e, ao mesmo tempo, biológica.

Nesse contexto, a contribuição filosófica de Canguilhem toca um aspecto crucial da cisão entre natureza e cultura. Ele considerou qualidade uma característica inscrita na condição vital. A tese que Canguilhem defendeu na década de 1940,⁷ apresenta uma profundidade que precisa ser resgatada, ao apontar para um elo potencial entre os distintos níveis de organização do vivo.

Segundo o autor, a medicina, enquanto técnica terapêutica, seria um prolongamento da capacidade biológica de apreender como negativos (patológicos) certos estados ou comportamentos. Com a medicina, o ser humano desdobra um efeito espontâneo e peculiar à vida para lutar contra o que se apresenta como obstáculo à sua manutenção. Canguilem afirma:

“... que a vida não é indiferente às condições nas quais ela é possível, que a vida é polaridade e por isso mesmo, posição inconsciente de valor, em resumo, que a vida é, de fato, uma atividade normativa. Em filosofia, entende-se por normativo qualquer julgamento que aprecie ou qualifique um fato em relação a uma norma, mas essa forma de julgamento está subordinada, no fundo, àquele que institui as normas. No pleno sentido da palavra, normativo é o que institui as normas. E é neste sentido que propomos falar sobre uma normatividade biológica”⁷ (p.96).

O conceito de normatividade biológica é essencial ao pensamento de Canguilhem. Segundo ele, a interrogação sobre o sentido vital dos comportamentos e normas dos seres vivos faz parte da biologia.⁶ Este conceito está na raiz do problema da integração entre ciências humanas e biologia e também dialoga com as interrogações das ciências da natureza em sua tentativa de explicar a vida.

No texto “O Problema da Normalidade na História do Pensamento Biológico”⁶ Canguilhem dialoga com o trabalho de Schroedinger “O que é vida”. Segundo Schroedinger, a vida é um comportamento peculiar da matéria em que uma ordem pré-existente é capaz de ser conservada. A vida contraria, mesmo que provisoriamente, os princípios de a matéria física tender à entropia. Ele denominou de neguentropia, a capacidade do vivo de manter ordem a partir da ordem.¹⁶

Para Canguilhem, a física e a química não seriam capazes de responder a esta propriedade da organização vital. A biologia se encarregaria desta qualidade original de uma “certa quantidade física”. Considerando esta propriedade original, a biologia não poderia prescindir do conceito de normalidade. A capacidade da vida perseverar e a manutenção da entropia negativa não poderiam ser explicadas pela noção da improbabilidade do sistema sem estarem vinculadas à capacidade normativa. A capacidade de autoconservação não poderia ser devida a qualquer improbabilidade física, mas a uma capacidade de realizar determinadas ‘escolhas’ fisicamente improváveis. “Teremos que associar a definição da neguentropia total à improbabilidade ou antes ao valor?”⁶ (p.121).

Canguilhem foi acusado de vitalismo, ao atribuir capacidade valorativa ao mais simples ser vivo e ao propor a definição de uma região epistemológica própria da biologia, diferenciada das regularidades físico-químicas. Esse aspecto controvertido do pensamento de Canguilhem deve ser objeto de maior reflexão por estar no núcleo de questões ainda não resolvidas.

Valor como algo inscrito na biologia e originalidade do ser vivo não excluem pensar a possibilidade de uma explicação física sobre a vida. Como veremos adiante, físicos admitiram essas características em suas interrogações. Um vitalismo em Canguilhem poderia ser atribuído à sua tentativa de demarcar, mediante o conceito de normatividade, uma epistemologia própria da biologia. O problema dessa proposição consiste em que a normatividade biológica não pode ser equacionada também pela biologia.

Os biólogos descreveram a vida fracionando-a em seus constituintes, mediante a miniaturização crescente dos seus objetos.

“Ora, as análises precedentes não terão confundido o nível dos fenômenos conhecidos e vividos e o nível dos fenômenos explicados? A normalidade aparece como uma propriedade dos organismos mas desaparece ao nível dos elementos da organização”⁶ (p.121).

O conceito de normatividade vital é relativo à propriedade de autoconservação do ser vivo, referida por Canguilhem como um dado da vida. A vida tem a condição de perseverar em uma condição fisicamente

improvável, fluindo entre conservação e plasticidade. Essa característica da vida é assinalada em conceitos como auto-organização, autopoiese,^{12,14} que buscam descrever, mas também não alcançam explicar a propriedade fundamental do ser vivo.

Ao afirmar que a autoconservação se deve a uma capacidade normativa, Canguilhem estaria atribuindo a todo ser vivo uma condição propriamente humana? Ao afirmar a técnica terapêutica como prolongamento de uma condição biológica, presente nas formas mais simples de vida, estaria considerando o ser vivo unicelular portador de características equivalentes às do homem?

A linguagem é demarcadora do humano. Ela seria uma emergência radicalmente nova ou teria raiz em algum atributo essencial à preservação da vida em sua forma mais simples? Atribuir valor ao ser vivo seria uma extração antropomórfica? Existe uma dificuldade de conceber o conceito de normatividade biológica independentemente da forma humana de experimentar essa circunstância. Seria hipoteticamente possível a idéia de uma capacidade de escolha biológica inconsciente não mediada pela complexidade da condição simbólica humana?

Do ponto de vista aqui defendido, o conceito de normatividade vital é chave na busca de respostas ao desafio da integração entre corpo e mente e, por consequência, da integração entre as ciências. Canguilhem deixou em aberto um problema que físicos do século XX e XXI interrogam crescente e intensamente. Questionamentos produzidos a partir da física do século XX permitem avançar o diálogo entre física e biologia.

O modelo mecanicista clássico é base da estrutura epistêmica da biologia. No início do século XX, esse modelo foi questionado na física por não ser capaz de explicar fenômenos descritos de forma mais adequada pela mecânica quântica. No contexto das novas teorias da física, o tema da vida se apresentou de forma mais acentuada em meio a grandes interrogações abertas nesse processo de construção teórica.

Em artigos na primeira metade do século XX, Bohr propôs uma reflexão sobre vida e física atômica, abordando a unidade do conhecimento e a possibilidade da vida vir um dia a ser explicada pela física.⁵

Bohr propôs o princípio da complementaridade para explicar um dos aspectos da teoria quântica: a dualidade onda-partícula. Em situações experimentais, uma determinada medida só revela uma natureza ondulatória ou corpuscular de um objeto, de forma que é impossível, no mesmo experimento, mostrar sua dupla natureza. Para que se tenha um entendimento completo de um sistema, é necessária uma complementação de informações, de acordo com o aparato experimental construído:

“... os dados obtidos em diferentes condições experimentais não podem ser compreendidos dentro

de um quadro único, mas devem ser considerados complementares, no sentido de que só a totalidade dos fenômenos esgota as informações possíveis sobre os objetos”⁵ (p.51).

O princípio da complementaridade não seria restrito aos fenômenos atômicos. Bohr propôs que ele poderia fundamentar a descrição da organização dos seres vivos:

“... a rigor, as características essenciais dos seres vivos devem ser buscadas numa organização peculiar, na qual características que podem ser analisadas pela mecânica comum entrelaçam-se com características tipicamente atomísticas, num grau que não encontra paralelo na matéria inanimada”⁵ (p.11).

Bohr reconhece uma analogia entre a análise dos fenômenos atômicos e aspectos característicos da psicologia humana. Na descrição de experiências psíquicas, há uma relação de complementaridade semelhante à da descrição de experiências referentes ao comportamento dos átomos e das partículas sub-atômicas, obtidas em diferentes situações experimentais. Dessa maneira, o autor ressalta “uma questão epistemológica que é comum a ambos os campos”⁵ (p.34).

Não existe um discurso que vincule a psicologia à física quântica, mas a aproximação epistemológica que Bohr identifica entre ambas sugere que o princípio da complementaridade pode ter correspondência com fenômenos biológicos, psíquicos e sociais.

A biologia poderia ser expandida se houvesse uma melhor compreensão das suas relações com a física atômica? Essa hipótese é possivelmente hoje mais bem explorada do que na época que Bohr escreveu. Porém, o problema ponderado por ele, de que construir um arranjo experimental adequado à observação de fenômenos quânticos na substância viva seria incompatível com a sua manutenção, é um empecilho para teorias mais precisas. O reconhecimento de que a física atômica é importante para explicar características dos organismos vivos não foi ainda suficiente para entender de forma abrangente o fenômeno biológico. Bohr já interrogava:

“A questão que está em pauta, portanto, é se ainda faltam aspectos fundamentais na análise dos fenômenos naturais para que possamos chegar a uma compreensão da vida com base na experiência física... Por um lado, as maravilhosas características constantemente reveladas nas investigações fisiológicas, e que diferem tão marcadamente do que se conhece sobre a matéria inorgânica, levaram os biólogos a crer que nenhuma compreensão adequada dos aspectos essenciais da vida é possível em termos puramente físicos. Por outro, dificilmente se poderia dar uma expressão não ambígua à visão conhecida como vitalismo, que parte do pressuposto de que uma força vital peculiar, desconhecida dos físicos, rege toda a vida orgânica”⁵ (p. 12)

Bohr não admitiu que a vida possa ser independente de regularidades físicas passíveis de descrição na natureza, mas não as restringiu a processos físico-químicos descritos apenas no contexto da mecânica clássica. Além disso, reconheceu que os organismos exercem poder de escolha:

“... a lição geral da física atômica, e, em particular, do alcance limitado da descrição mecanicista dos fenômenos biológicos, sugere que a capacidade que os organismos têm de se adaptar ao ambiente, inclui o poder de escolher o caminho mais apropriado para esse fim”⁵ (p. 99).

A continuidade das discussões entre físicos sobre a natureza da vida destaca a importância do conceito de normatividade vital na consideração de um dos maiores desafios da ciência no século XXI, ligado ao problema da integração entre corpo e mente e, por consequência, da integração entre as ciências. Roger Penrose, no final do século XX, indagava:

“... os neurônios são células e as células são coisas muito elaboradas. Na realidade, elas são tão elaboradas que, ainda que só tivéssemos uma delas, poderíamos fazer coisas muito complicadas. Por exemplo, um paramécio, um animal unicelular, é capaz de nadar até o alimento, fugir do perigo, transportar obstáculos e, aparentemente, aprender com a experiência. Todas estas são qualidades que pensaríamos requerer um sistema nervoso, mas o paramécio certamente não tem sistema nervoso. No melhor dos casos, o paramécio seria ele próprio um neurônio! Com certeza não existem neurônios num paramécio - há apenas uma única célula. O mesmo tipo de afirmação poderia ser aplicado a uma ameba. A pergunta é: ‘Como fazem isso?’ ”¹⁵ (p. 139).

Considerar que a integração entre epidemiologia e ciências humanas e sociais está ligada a um debate que envolve a filosofia da biologia em sua relação com a das ciências da natureza traz um problema. Um pensamento capaz de sintetizar conhecimentos de campos tão diversos não pode ser construído sem a colaboração entre pesquisadores de distintas formações.

Por exemplo, o princípio da complementaridade não foi consensual nas interpretações sobre as consequências epistemológicas da descrição atômica. O debate estabelecido entre Bohr e Einstein⁵ é controverso até hoje. Não haveria como aprofundá-lo no presente artigo, mas vale

chamar atenção para a existência de questões em aberto, tanto na epistemologia da física como da biologia, que precisam ser mais bem relacionadas.

Conflitos históricos como os que dividiram mecanicistas e vitalistas podem ser apenas duas formas de lidar com uma ignorância. Quem sabe, estamos diante de uma questão a ser respondida de uma maneira distinta daquela que simplesmente garantiria uma “vitória” a uma das duas correntes. Há exemplos no passado de que superações no conhecimento ocorreram vinculadas a transformações profundas na natureza do discurso, da percepção e do saber, como analisado por Foucault¹⁰ em relação à medicina moderna.

A epidemiologia é articulada às ciências da vida e à medicina modernas, mas o seu desenvolvimento histórico foi marcado anteriormente por uma cosmovisão em que processos de saúde e doença foram concebidos integrados a condições geográficas, históricas, econômicas, sociais e culturais. Os desafios para a integração contemporânea entre epidemiologia e ciências humanas e sociais estão ligados aos da integração entre as ciências. A biologia, a medicina e as ciências humanas e sociais, ou seja, as ciências que surgiram no limiar da modernidade, podem se transformar no contexto das mudanças nas ciências da natureza. Dessa forma, é importante acompanhar o rumo das suas descobertas e indagações.

No que compete à epidemiologia, cabe resgatar a herança de um pensamento sintético, capaz de superar o limite do conhecimento dicotômico e fragmentado que caracterizou a ciência moderna. Não há fórmula fácil para estabelecer diálogo rigoroso entre ciências que apresentam linguagens herméticas e diferentes entre si. Uma maneira de tentar superar essa dificuldade é ousar interlocuções a serem complementadas, corrigidas e superadas em sucessivas tentativas. Pensar de forma integrada no século XXI é um esforço coletivo e o discurso acadêmico precisa abrir-se mais a esse desafio.

AGRADECIMENTOS

A Nami Fux Svaiter, pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e à Teresa Cristina Soares, aluna do doutorado da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP), a discussão de algumas dessas idéias em grupo de estudo sobre epistemologia das ciências da vida e física quântica.

REFERÊNCIAS

1. Almeida Filho N. O problema do objeto de conhecimento na epidemiologia. In: Costa DC, organizador. Epidemiologia: teoria e objeto. São Paulo: Hucitec/Abrasco; 1990. p.203-20.
2. Ayres JRMC. Sobre o risco: para compreender a epidemiologia. São Paulo: Hucitec-Abrasco; 1997
3. Barata RCB. Epidemiologia e saber científico. *Rev Bras Epidemiol.* 1998;1(1):14-27. DOI: 10.1590/S1415-790X1998000100003
4. Barata RCB. Epidemiologia social. *Rev Bras Epidemiol.* 2005;8(1):7-17. DOI: 10.1590/S1415-790X2005000100002
5. Bohr N. Física atômica e conhecimento humano. Rio de Janeiro: Contraponto; 1995.
6. Canguilhem G. Ideologia e racionalidade nas ciências da vida. Lisboa: Edições 70; 1977. p.107-22.
7. Canguilhem G. O normal e o patológico. Rio de Janeiro: Forense-Universitária; 1978.
8. Czeresnia D. Constituição epidêmica: velho e novo nas teorias e práticas da epidemiologia. *Hist Cienc Saude-Manguinhos.* 2001;8(2):341-56. DOI: 10.1590/S0104-59702001000300003
9. Foucault M. As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas. São Paulo: Martins Fontes; 1995.
10. Foucault M. O nascimento da clínica. Rio de Janeiro: Forense-Universitária; 1987.
11. Goldberg M. Este obscuro objeto da epidemiologia. In: Costa DC, organizador. Epidemiologia: teoria e objeto. São Paulo: Hucitec/Abrasco; 1990. p.87-136.
12. Maturana HR, Varela FG. El árbol del conocimiento. Santiago de Chile: Editorial Universitária; 1984.
13. Mendes Gonçalves RB. Reflexão sobre a articulação entre a investigação epidemiológica e a prática médica a propósito das doenças crônicas degenerativas In: Costa DC, organizador. Epidemiologia: teoria e objeto. São Paulo: Hucitec/Abrasco; 1990. p.39-86
14. Morin E. O método II: a vida da vida. Porto Alegre: Sulina; 2002.
15. Penrose R. O grande, o pequeno e a mente humana. São Paulo: UNESP; 1998.
16. Schroedinger E. O que é a vida? São Paulo: Unesp/Cambridge; 1997.

Projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Edital Universal. Processo 473030/2004-7).