



Medicina Biodinamica
Papirus Editora 2002
© Paolo Bellavite

Questionar por possível reprodução: paolo.bellavite@univr.it

Primeira parte

Homeostase e complexidade

“Entre as ciências que cuidam do puramente material e as que cuidam dos seres vivos a diferença que existe é singular”

A. Carrel

1

A “força vital”

Os seres vivos mostram um comportamento dinâmico e mutável, mas conservando uma certa estabilidade por um tempo determinado: isto é evidente tanto no curso do desenvolvimento (embriogênese e amadurecimento anatomo-funcional), como na sua capacidade de se reintegrarem à sua forma original após um dano (cura).

O fato de existir a cura da doença é uma feliz experiência da vida de todos os dias: podemos nos curar de uma ferida ou de uma gripe sem tratamento externo. Graças a sofisticados sistemas biológicos, após a maior parte das afeições que atingem o organismo ao nível químico, físico ou biológico, o estado de saúde é restaurado, mesmo com pouca ou nenhuma ajuda médica.

Este estupefante poder de cura do organismo levou aos antigos autores médicos a conceberem a existência de uma misteriosa “força” que chamaram de “força vital” a qual seria, em última instância, responsável pelos sutis e desconhecidos mecanismos reguladores dos processos internos e das respostas biológicas aos estímulos externos.

No curso da história da medicina este conceito fascinou as mentes de muitos estudiosos e deu origem a diferentes práticas terapêuticas. Nos seguintes capítulos forneceremos alguns exemplos.

Medicina chinesa

O conceito de “força vital” ou “energia vital” está presente de diversas formas e com diversas tonalidades nas medicinas orientais. Na base de toda a medicina tradicional chinesa está presente um conceito muito similar ao de força vital, o do *Zeng Ch'i* (energia biológica) que é a energia que percorre todo o corpo de uma forma rítmica e cíclica através dos órgãos e dos aparelhos, em harmonia com os ciclos do cosmos e da natureza. Os “meridianos” da acupuntura não seriam outra coisa do que a via preferencial deste fluxo de energia vital, no qual o correto equilíbrio de forças opostas bipolares (*Ying /Yang*) é o responsável pela manutenção da saúde. Tanto a diminuição como o excesso de energia vital pode levar ao desequilíbrio funcional ou a doença orgânica. Portanto, a cura é a regulação do fluxo de energia mediante a aplicação de agulhas nos pontos corretos, deixando o fluxo mais lento quando a energia está em excesso ou estimulando-os quando a energia está diminuída ou estagnada. Também se podem usar fármacos e comidas chamadas de “quentes” ou “frias” para modular o excesso ou repor a carência de energia vital.

A medicina oriental, e em particular a chinesa, possui uma base teórica e metodológica de abordagem onde prevalece a medicina biodinâmica; uma referência a estas antigas tradições é, portanto, obrigatória neste texto, inclusive porque se trata de um tipo de medicina que hoje está em expansão na civilização ocidental. Faremos um resumo geral da medicina chinesa utilizando inclusive o material gentilmente colocado a disposição por L. Sotte, diretor da Revista Italiana de Medicina Chinesa [Sotte e Muccioli, 1992; Di Concetto *et al.*, 1992; Sotte, 1993].

Historia

A medicina chinesa está se difundindo de uma forma rápida e extensa na Europa e Estados Unidos como também no Brasil e na Argentina. A utilização da acupuntura liderou a abertura da difusão da Medicina Chinesa no ocidente

e, gradualmente, estão sendo reconhecidas também outras técnicas chinesas de terapia como: massagem, moxabustão, ginástica rítmica (Tai chi chuan), dietética e farmacoterapia.

Após milênios de reclusão na sua área geográfica, muitos fatores contribuíram para promover estes conhecimentos no Ocidente:

1. Em primeiro lugar, a China foi abrindo gradualmente suas fronteiras no último século. Este fenômeno não aconteceu sem dificuldades nem obstáculos (a guerra chinês-japonesa e a revolução cultural interromperam consideravelmente este processo durante anos), mas as modificações da política interna chinesa, a mudança das condições internacionais e os progressos dos meios de comunicação, acabaram sem dúvida aproximando o Extremo Oriente do Ocidente.
2. Por outro lado, o mundo ocidental começou a enxergar as civilizações extra-europeias com menos preconceito. A idéia de que a civilização Ocidental foi sempre a melhor, ou a de que outras populações sempre foram inferiores, foi cedendo espaço a um processo de escuta e de maior compreensão. Assim o homem ocidental começou a descobrir e valorizar os ensinamentos positivos de outras culturas.
3. A “crise” que a medicina ocidental vem sofrendo nos seus últimos quinze anos é o terceiro fator que promoveu a difusão do conhecimento da medicina chinesa. Se trata de uma crise positiva que certamente promoverá um maior desenvolvimento científico.

Se fizermos uma análise rápida da natureza: as recentes aquisições amplamente ilustradas neste texto mostram que o evento mórbido não é um fenômeno localizado, portanto, deve ser entendido como a conseqüência de um desequilíbrio geral, no qual fatores externos e internos agem através de alterações gerais de complexos mecanismos homeodinâmicos. Não podemos continuar definindo a gastrite apenas como lesões orgânicas que atingem a mucosa do estômago, assim como também a úlcera duodenal não significa apenas a presença “de uma víscera doente” num organismo sã. Cada doença, mesmo que se caracterize por uma lesão orgânica, deve ser concebida como o efeito local de complexos desequilíbrios muito mais gerais, dos quais a endocrinologia, a neurofisiologia e a imunologia já nos permitiriam caracterizar.

Este é o ponto de chegada da medicina ocidental. Este ponto de chegada foi, há três mil anos atrás, o ponto de partida da medicina chinesa. Isto justifica sua extrema atualidade. No *Clássico de Medicina Interna do Imperador Amarelo* registrado na China na era pré-cristã afirmasse: “é necessário cuidar do doente e não da doença”. A antiga concepção chinesa de doença considera esta como uma desarmonia ou um desequilíbrio. Esta medicina, tida como

arcaica e limitada, demonstra hoje toda sua modernidade, mesmo que a reelaboração de tais conceitos médicos fique em termos científicos em grande parte ainda como um verdadeiro desafio. As concepções naturovitalistas orientais são complexas e acompanhadas de conceitos filosóficos, podem ser explicadas apenas parcialmente pelo pensamento e pela metodologia da ciência ocidental [Pomeranz e Stux, 1988; Staebler *et al.*, 1994; Bensoussan, 1994].

É notável considerar que, segundo a teoria médica oriental, *curar* equívale a *governar*. O ideograma *Zhi* exprime o significado do ato médico: curar é ao mesmo tempo fazer o trabalho do funcionário do Estado, ou seja, governar.

Se trata de um complexo saber médico que compreende numerosos e elaborados conceitos.

Em primeiro lugar devemos destacar seus pontos cardinais básicos: a teoria do Ying/Yang, a dos *cinco elementos* e a da *energia do sangue*. Sobre a base destes princípios se fundamenta a anatomo-fisiologia que descreve as principais estruturas-funcionais do homem: os órgãos, as vísceras e os meridianos (canais percorridos pela energia biológica) principais e secundários a estes relacionados. O homem é uma central energética na qual os aportes energéticos externos fornecidos pela alimentação, pela respiração e pelas emoções que surgem nas relações com os semelhantes, são assimilados e transformados pelos órgãos e pelas vísceras, para posteriormente transporta-os e distribuí-los pelo corpo ao longo dos vasos mantendo o fluxo *energético* que transita pelos meridianos. A etio-patogênese que trata o problema das causas das doenças, que interagem com a complexidade do organismo, descobre alterações na circulação da energia e do sangue que são as causam os desequilíbrios encontrados nas doenças.

A semiologia e o diagnóstico são os que fornecem os meios para interpretar os sinais e os sintomas da doença, entre estes esta medicina utiliza dois complexos métodos diagnósticos, o realizado pela observação da língua: a *glossoscopia* e o realizado pela palpação dos pulsos: a *sfigmologia*.

Unindo os sinais e os sintomas da doença com sua correspondente interpretação chega-se a *clínica*, na qual os quadros sindrômicos são notavelmente diferentes daqueles usados no Ocidente. A diversidade nasce da abordagem funcional e global da medicina chinesa, que se opõe ao diagnóstico orgânico e setorial próprio da medicina Ocidental.

A medicina chinesa fotografa a realidade do homem desde um “grande ângulo” enquanto que a Ocidental a observa com o “microscópio”. A primeira possui uma ótica global que leva em conta a totalidade do doente, não se detendo o suficiente talvez em particulares; a segunda coloca o foco com profundidade de campo nas mínimas manifestações dos elementos morbosos,

com o defeito de perder de vista o homem na sua integridade. Desta diversidade nasce a possibilidade da integração das duas medicinas, que poderiam completar-se na metodologia de análise do homem.

Os “cinco elementos”

Se nos restringimos aos aspectos mais essenciais, um dos pilares mais importantes do pensamento médico naturalista chinês é o conceito de energia. O conceito de energia *Zeng Chi* para esta medicina é de extrema importância já que ela se baseia numa leitura dinâmica do conceito saúde-doença. Neste sentido o conceito de energia não coincide com os conceitos desenvolvidos pela física (energia térmica, mecânica, etc.), possuindo um significado diferente que inclui também a informação biológica, que reúne as partes e o todo numa visão integrada e harmônica. A energia pode ser (positiva/negativa, estimuladora/inibidora, masculina/feminina, etc.) e tem a propriedade de fluir ciclicamente através dos elementos dos quais é feito o universo e o corpo humano (que é do cosmos uma pequena representação). Esta “lei universal” da natureza se resume num esquema de inter-relações, representado por vários nodos, mostrado na figura 3.

Neste esquema, onde temos uma representação energética e não anatômica, é importante considerar as relações analógicas existentes entre os conceitos filosóficos e os naturalistas dos chineses. Devemos considerar também as relações entre as forças elementares e as existentes entre os órgãos aos quais elas se associam (com suas recíprocas influências). Isto se constitui na “*lei dos cinco elementos*”. De acordo com a medicina tradicional chinesa esta regula as relações entre: madeira (*Mu*), fogo (*Huo*), terra (*Tu*), metal (*Jin*) e água (*Shui*), como também as relações entre seus órgãos correspondentes no corpo humano (fígado, coração, baço-pâncreas, pulmões e rins, respectivamente).

Como já tinha sido observado na primeira parte do texto, esta visão possui uma lógica que pode ser abordada também do ponto de vista cibernético. A analogia existente entre este modelo e a rede de cinco componentes a descreveremos no capítulo 3 (figura 13).

A natureza “cibernética” deste antigo modo de ver as coisas, típico dos chineses, é confirmada e reforçada pela sua tradução no modelo operacional ao nível de computador. Obviamente, o modelo informático não foi feito para “demonstrar” a medicina chinesa, mas é uma oportunidade para destacar a sua correspondência [Bellavite *et al.*, 1998]. A energia vital, na concepção chinesa subjaz a esta lei.

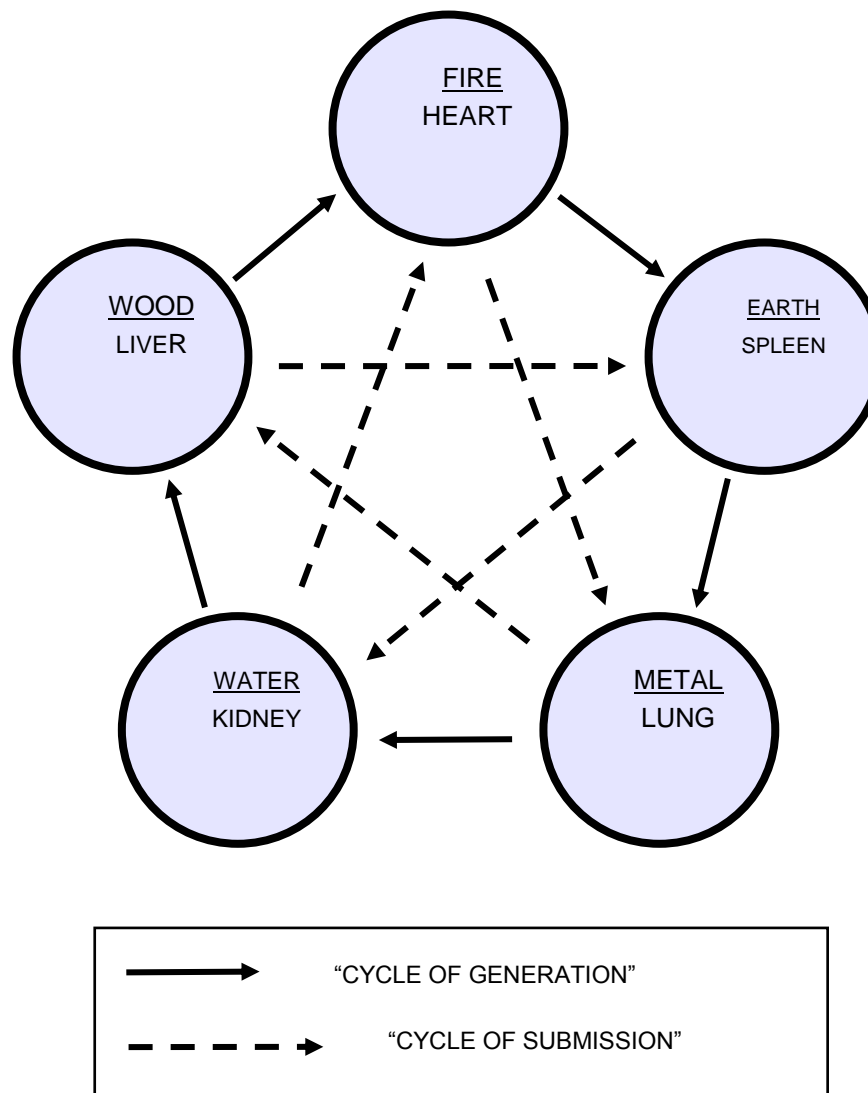


Figura 3. Ciclos de geração e de dependência (submissão) da energia segundo a acupuntura chinesa. Trata-se de cinco forças elementares, cada uma das quais predomina num sistema de órgãos e numa das cinco estações, segundo o calendário chinês. As cinco forças operam segundo as regras indicadas pelas setas, gerando-se e submetendo-se reciprocamente. Cada sistema de órgãos possui um órgão pleno ou material Yin e uma víscera oca ou energética Yang. O esquema inteiro roda no curso do tempo de modo que cada elemento se torna dominante (ocupando a posição mais alta no desenho) na estação que lhe corresponde.

Os dois princípios básicos dos Cinco Movimentos referem-se aos conceitos de “geração” e de “dominância”. A madeira, que corresponde analogamente à primavera, gera o fogo, que corresponde ao verão. O fogo gera a terra (final do verão) a qual gera o metal (outono). O metal gera a água (inverno) do qual pode renascer a madeira (primavera). Temos, portanto uma relação de *geração* de um elemento em relação àquele que lhe sucede (“a mãe gera o filho”). Ao mesmo tempo, um elemento pode ter *dominância* sobre outro elemento. O metal corta a madeira, a madeira (vegetação) recobre a terra, a terra que contém a água apaga o fogo e o fogo funde o metal. Portanto, segundo o fio analógico típico do pensamento chinês, cada elemento se submete àquele que o segue depois do filho (“o avô regula o neto”).

Deste núcleo dinâmico se constrói toda uma série de relações do tipo geração/estimulação ou submissão/inibição entre o clima (por exemplo, vento, umidade, calor, tempo seco, frio e assim por diante), as estações, os órgãos do corpo, os diversos sentidos, a comida mais adequada, a constituição corpórea, etc. É um grau tal de inter-relações que permite um esquema de relações dinâmicas de causa-efeito, onde se enquadram de modo analógico os desequilíbrios da força vital do ser humano em relação ao seu meio ambiente.

Sobre este “raciocínio” fundamentado pela minuciosa colheita de sinais e sintomas físicos será estabelecida a terapia. Quando o médico acupuntor, munido com seu particular método semiológico (extremamente sutil e sofisticado) avalia, por exemplo, que o fluxo de energia através dos órgãos está estagnado ou desequilibrado (no sentido de acúmulo excessivo de energia ou da sua ausência em qualquer sistema do organismo), intervém com a aplicação de agulhas nos caminhos desta energia representados pelos meridianos; ou pode intervir com receitas fitoterápicas ou conselhos dietéticos e de estilo de vida. A habilidade do médico está em individualizar o “local” onde agir e a “direção” (no sentido de estímulo ou inibição) que deve ser escolhida para o equilíbrio da energia.

Fica óbvio tanto pela complexidade das regras que aqui foram apenas esquematizadas, como pelo vastíssimo conhecimento requerido pela farmacopéia fototerápica chinesa como também pela complexidade do pensamento médico-filosófico oriental que a capacidade para esta prática médica não se adquire senão após um longo período de estudo e experiência.

Acupuntura

Em termos terapêuticos a medicina chinesa oferece um repertório amplo de possibilidades: técnicas externas, técnicas internas e a ginástica médica praticada desde milênios até na atualidade (*Tai Chi Chuan*). Entre as técnicas externas encontramos a acupuntura, o moxabustão, o uso de ventosas, a

massagem e os métodos mais modernos de estimulação de pontos de acupuntura: a eletroacupuntura, a magnetoacupuntura, a lazeracupuntura e a quimioacupuntura. A farmacologia e a dietética representam a terapia interna que na China se utiliza em 65-70% dos casos, portanto, numa porcentagem bem alta de pacientes.

A acupuntura é a técnica de medicina chinesa mais conhecida. Os pontos de acupuntura parecem ser as “janelas” onde os canais mais profundos se transformam em superficiais, fornecendo assim acesso as informações sobre o estado de funcionamento dos órgãos específicos e dos sistemas corporais. As características elétricas dos pontos de acupuntura são caracterizadas por uma diminuição da resistência elétrica cutânea, que nestes pontos é de cerca de 50.000 ohms, em relação ao resto da epiderme onde a resistência elétrica é superior a 200.000 ohms.

A diminuição desta resistência oferece um aumento na condutibilidade e sobre tais pontos se podem aplicar estímulos físicos (agulha, cargas elétricas, pressão, laser, etc.) que se transmitirão aos órgãos e aparelhos restaurando assim, segundo a teoria tradicional chinesa, o “equilíbrio” da energia vital ou energia biológica (*Zeng Ch'i*) que se encontrava diminuída ou desequilibrada (desequilíbrio entre o *Yin/Yang*).

O conceito de energia para esta medicina é de extrema importância já que ela se baseia numa leitura dinâmica do conceito saúde-doença. Neste sentido o conceito de energia não coincide com os conceitos desenvolvidos pela física (energia térmica, mecânica, etc.), possuindo um significado diferente que inclui também a informação biológica, que reúne a visão de integração e de harmonia entre as partes e o todo.

A trajetória dos pontos constitui os *meridianos*, que “conectam” a superfície corpórea com órgãos específicos e com uma rede bioenergética interna, cuja fenomenologia ainda resta conhecer na sua totalidade. Estes trajetos não coincidem nem com os do sistema nervoso nem com os do aparelho vascular ou linfático. Foi demonstrado [Smith, 1958, Darras *et al.*, 1992] que injetando isótopos radioativos no corpo, estes viajavam ao longo dos meridianos numa velocidade de 3,5 cm/min, a qual se reduz quando passa pelos órgãos doentes. A velocidade de difusão aumenta quando estimulada pela aplicação de agulhas nos pontos, com corrente elétrica ou com uma luz produzida por um laser de hélio-néon. Injetando eletrodos na pele, em pontos que não coincidem com os trajetos dos meridianos, isto não acontece, ou seja, os isótopos não circulam da forma adequada.

A existência dos pontos de acupuntura é, portanto demonstrada sem equívocos, como também a eficácia da mesma em muitas doenças. Ainda não estão esclarecidas complementemente as bases fisiopatológicas da sua ação porque

não existem correlações diretas entre os conceitos de anatomia da medicina chinesa com os do sistema nervoso ou sistema linfático da medicina tradicional. Os meridianos e os pontos estão distribuídos de modo não casual sobre a superfície do corpo, representando, em muitos casos, áreas com distribuição considerada somatotrópica. Por exemplo, em áreas como as extremidades dos dedos, da orelha, nas planta dos pés e língua, os pontos estão localizados seguindo uma ordem e formam o que chamaríamos de um mapa preciso de órgãos e sistemas.

É interessante destacar que existe também um “mapa” na íris onde estão representados todos os órgãos na sua integridade [Fragney, 1979; Jausas, 1985]. Este diagnóstico de doenças feito através da íris chama-se *iridologia* e foi descoberto e operacionalizado pelo médico clínico húngaro Ignatz von Peczely em 1881.

Tudo isto nos lembra os modelos de fractais: em cada uma das “partes” está representado o esquema do “todo”, da forma como vemos nos modelos matemáticos dos sistemas dinâmicos que apresentaremos no capítulo 3 (ver figura 11) e na organização-temporal dos órgãos e dos sistemas corporais.

É muito significativo o fato da acupuntura tradicional oferecer efeitos demonstráveis sobre o sistema imunitário [Pui-Fung *et al.*, 1976; Bianchi *et al.*, 1991; Chou *et al.* 1991; Kasahara *et al.* 1992; Zhao, 1993; Shi, 1994; Watkins, 1994; Joos *et al.*, 2000; Mori *et al.*, 2002] e na inflamação experimental [Ceccherelli *et al.*, 1996; Son *et al.*, 2002]. Até o momento, apesar destas e outras evidências (obtidas sobre tudo no campo da anestesiologia), não existe ainda uma teoria científica satisfatória para a acupuntura. Tudo nos faz pensar que a eficácia da terapia acupunturística deve-se a um mecanismo nervoso (este possui provavelmente uma importância considerável, ao ponto que se usa também o termo “reflexoterapia”), além de uma transmissão de energia por informação – provavelmente de natureza eletromagnética – ao longo de redes de comunicações bastante complexas e variáveis.

A hipótese com maior credibilidade é a da ação reguladora do eletromagnetismo do corpo. A premissa de tal teoria está fundamentada sobre estes três pontos já considerados corretos [Zukauskas e Dapsys, 1991; Chen e Han, 1992; Bensoussan, 1994; Lysenyuk *et al.*, 2000]:

1. os pontos e os canais de acupuntura possuem uma natureza eletromagnética (alta condutividade elétrica).
2. a inoculação de agulhas induz alterações na propriedade eletromagnética dos canais dos tecidos locais.
3. os campos eletromagnéticos influem significativamente sobre a matéria biológica e sobre as funções fisiológicas. Tivemos uma conferência de

consenso, coordenada pelo Instituto Nacional de Saúde de Bethesda, onde um grupo de especialistas (não acupunturistas) examinaram toda a literatura neste campo e concluíram que a acupuntura demonstrou de forma segura sua eficácia na cura da náusea e de vários tipos de dores. Trata-se provavelmente do principal reconhecimento “oficial” que teve até agora a medicina chinesa nos EUA [Holden, 1997; Mayer, 2000].

A discussão sobre acupuntura poderia se estender sem limites, mesmo porque muitos aspectos não foram ainda definidos cientificamente e talvez não virão a sê-lo principalmente sob a óptica da ciência ocidental. Quaisquer que sejam os mecanismos da ação da acupuntura, seus métodos possuem uma prova demonstrativa de como obter efeitos bioquímicos sem nenhuma utilização de substâncias farmacológicas (como exemplos de constatação foram comprovados: aumento de endorfinas ou a ativação do sistema imunitário) e eficácia terapêutica (por exemplo, na analgesia) mediante estimulações de tipo físico (estímulo mecânico, calor, correntes elétricas fracas ou laser).

Surpreende o fato de que a ciência médica convencional e acadêmica tenha dedicado tão pouca atenção à pesquisa desta proposta frente aos conceitos atuais sobre a complexidade e sobre as sutis respostas reguladoras do organismo, *“Estou particularmente afetado pelo fato de que, após pelo menos dois decênios, nos quais foram-se acumulando evidências clínicas e de pesquisa sobre a natureza eletromagnética dos pontos e, considerando a grande importância que isto possui para a ciência médica e para sua terapêutica não apareça menção sequer destes dados, nem nos textos de anatomia nem nos de fisiologia, como também que não tenha gerado nenhum interesse na pesquisa médica oficial”* [Bensoussan, 1994].

Outras importantes técnicas de origem oriental, que possuem certamente analogia com a abordagem acupunturista, as quais se desenvolveram pelo menos em parte de uma forma autônoma, são a dietoterapia chinesa [Sotte, 1994a], a massagem e a micromassagem [Caspani, 1982; Caspani, 1997a; Sotte, 1994b; Sotte, 1994c; Sotte *et al.*, 1997] o shiatsu [Anderson, 1997], a mesoterapia, [Pistor, 1979; Multedo e Marcelli, 1990; Marcelli, 1993], a auriculoterapia [Nogier, 1969; Caspani 1997b] e a iridologia [Fragney, 1979; Jausas, 1985; Knipschild, 1989].

Medicina ayurvédica

A Ayurveda é um antiquíssimo sistema médico que teve origem na Índia Védica muitos milhões de anos atrás e que atualmente é praticado nos países de origem e em muitos outros [Sharma *et al.*; 1991; Krishnamurthy, 1991; Iannaccone, 1997; Iannaccone *et al.*, 2000]. O termo *Ayurveda* significa

literalmente “a ciência da vida”, do sânscrito *Ayur* ou “vida” e *Veda* ou “ciência”. O próprio nome do sistema explica os seus propósitos, os quais são os de se ocupar da cura da vida humana em todos os seus diferentes aspectos: psicológicos, físicos, comportamentais e ambientais. Os objetivos da Ayurveda são a cura da doença, compreendida como o desequilíbrio dos componentes fundamentais da fisiologia, e a prevenção, tida não apenas como o diagnóstico precoce, mas como o conjunto de métodos que podem se desenvolver para promover e reforçar o estado de bem estar e de saúde.

Segundo a doutrina ayurvédica os principais fenômenos fisiológicos que se ocupam de manter o equilíbrio que conserva a saúde são os três *Dosha*, definidos como os principais processos metabólicos que conservam a estrutura psicossomática do homem como um todo. Em condições de equilíbrio são estes que mantêm a saúde, enquanto que em condições de desequilíbrio são eles próprios que causam a doença. Os *Dosha* são três: *vata*, *pitta* e *kapha*. *Vata* representa o princípio de movimento e de ativação; ele preside as funções nervosas, circulatórias, respiratórias, excretoras e de locomoção. *Pitta* representa o princípio da transformação e da termogênese; ele preside as funções digestivas, metabólicas e endócrinas. *Kapha* representa o princípio da coesão e da estrutura; ele governa os fluídos, promove o crescimento e a força, e é responsável pela lubrificação das articulações e da imunidade. É interessante notar que existe correlação entre a doutrina ayurvédica dos três *Dosha* e a teoria moderna da neuroimunoendocrinologia. As características de *Vata*, *Pitta* e *Kapha* correspondem de fato àquelas dos sistemas nervoso, endócrino e imunitário, respectivamente. A idéia que a Ayurveda possui do corpo humano é que este não é apenas uma “estrutura” estática como se fosse congelada no tempo e no espaço, e sim, a de corresponder a um “processo” dinâmico em evolução constante, como um rio em movimento perene.

Hoje assistimos a um processo de expansão da Ayurveda como um método de cura eficaz, utilizado nos países mais ricos como os Estados Unidos e Nações Européias. Na atualidade podem-se distinguir duas modalidades da prática desta medicina:

1. Uma Ayurveda “tradicional” que foi transferida de pai para filho ou de mestre para seus discípulos, preservada com zelo pelos geradores deste saber (não necessariamente médicos formados) que trabalham em vilas pequenas, nas florestas e nas áreas mais afastadas da Índia. Os que praticam esta forma de Ayurveda conhecem profundamente as plantas medicinais da região e a utilizam em receitas que vem sendo utilizadas há milênios e que, inclusive, estes praticantes são pouco inclinados a divulgar.
2. Um Ayurveda “moderno” que é ensinado nas universidades indianas, caracterizado por um grau discreto de integração com a medicina moderna.

Esta forma de Ayurveda se caracteriza inclusive pela tendência de pesquisas científicas e clínicas, rejeitadas pelos médicos mais tradicionais, e a tendência a interpretar os princípios ayurvédicos de anatomia, fisiologia, patologia e terapia, desde o ponto de vista de uma perspectiva moderna. Mas esta modalidade de Ayurveda não valoriza o suficiente alguns aspectos considerados mais subjetivos e menos “científicos” do sistema como, por exemplo, o diagnóstico do pulso, a prática da meditação e outros ensinamentos mais tradicionais.

Neste complexo e variado quadro não podemos deixar de mencionar que existem tentativas sérias de conciliar as diversas linhas terapêuticas da Ayurveda. Com este propósito destaca-se, de uma forma relevante, o trabalho de Maraharishi Mahesh Yogi, célebre mestre da tradição védica, ainda vivo, que desenvolveu nos últimos anos um trabalho importante de recuperação e difusão da Ayurveda original no mundo.

Hipócrates

Entre os gregos se destaca Hipócrates (460-377 ac.) que é considerado o primeiro representante da medicina racional no mundo ocidental. Hipócrates designa “a força vital” como aquela força capaz de “vencer” a grande maioria das influências patôgenas de “*physis*” ou “*vis medicalis naturae*”, de onde deduzimos que os antigos autores já possuíam a intuitivamente a idéia da existência de uma “*farmácia interior*” identificada hoje por uma miríade de neuro-hormônios e de mediadores celulares contidos no plasma que agem na e defesa orgânica. A consideração desta força interna foi tão importante que levou Hipócrates a enunciar seu primeiro princípio terapêutico como “*primum non nocere*” (antes de qualquer coisa, não fazer mal).

Em relação à medicina hipocrática é importante destacar que toda sua doutrina é permeada pelo conceito de *cura natural*. O organismo não recebe os danos apenas de forma passiva senão que procura repará-los com os seus sistemas de autoregulação. Conseqüentemente o quadro sintomatológico está constituído tanto por sinais e sintomas provocados pelo dano como também provocados pelos processos de defesa. A Natureza (*physis*) é a que na realidade cura a doença. A *physis* é uma expressão da vida não sendo apenas uma energia especial ou abstrata, ela é inerente, imanente e instintiva; prevalece nos processos fisiológicos e mecânicos; contrapõe-se à doença; porem freqüentemente é incompleta e deve ser assistida pelo médico.

O conceito que exerce uma influencia básica na medicina de observação de Hipócrates é o da doença estar constituído por dois grupos de processos, o primeiro devido aos efeitos diretos da noxa e o segundo a reação do

organismo a esta na tentativa de neutralizá-la. O que devemos destacar nesta afirmação é o fato de que no ato médico os danos diretos devem ser removidos na medida do possível e a reação de cura deve ser promovida da forma como a natureza o faz. Para agir coerentemente com este conceito fisiopatológico o médico deve distinguir os sintomas que estão sendo úteis (de defesa) daqueles que estão sendo prejudiciais, estimulando os primeiros e bloqueando os segundos. Os sintomas não devem ser considerados como úteis incondicionalmente, um mesmo sintoma pode ser útil ou danoso, sendo às vezes sinal de doença e noutras sinal de cura. A tosse pode provocar “dano e cura”, as erupções cutâneas podem ser a própria doença ou a manifestação da superficialização desta, este fenômeno é chamado de “*apostase*”.

Com a característica capacidade de síntese que os gregos possuíam, Hipócrates formulou o que pode ser legitimamente considerado como a maior lei terapêutica: o verdadeiro médico é a própria natureza e se a natureza resiste, nada pode ser feito. Mediante observações extremamente apuradas, feitas sem grandes meios operacionais, mas mesmo assim ainda validas, a escola de Cos, compreende que os fenômenos da doença nada mais são do que tentativas de cura e assim sugere como a melhor terapêutica a imitação destes fenômenos. Entre os romanos, Cornelio Celso foi o autor que mais se identificou com os ensinamentos de Hipócrates.

Ildegarda de Bingen

Na medicina medieval encontramos um imponente trabalho da monarca beneditina Ildegarda de Bingen (1098-1179), quem além de escrever muitos trabalhos literários religiosos, desenvolveu uma intensa atividade de assistência e cura aos doentes, com tratamentos de conselhos dietéticos e com receitas fitoterápicas (herborísticas) [Gronau, 1996; Pernoud, 1996]⁵. Nos seus trabalhos médicos naturalistas, cada terapia é concebida como um meio de ajudar a viver de acordo com Deus, em harmonia com a natureza e com o cosmos. Segundo sua concepção, a natureza contém tudo aquilo que o organismo precisa para se manter e cada elemento da natureza possui uma energia inerente que ela chamava de *viriditas* (literalmente de verde, cor da vida).

⁵ Recentemente surgiu em Milão o Centro de Estudos St. Ildegarda com o objetivo de pesquisar todos aqueles esquemas terapêuticos baseados na visão integral do homem. Entre outras coisas o Centro está cuidando da tradução para o italiano dos principais textos de Ildegarda de Bingen.

As metáforas que nascem do verde vegetal eram os símbolos e sinais do florescer e da expressão da vida. Quando a *viritas* diminuí, as criaturas (pessoas) ficam débeis e vão se recolhendo cada vez mais sobre si mesmas e assim acabam adoecendo. No âmbito de uma visão holística, típica do período medieval, Ildegarda considerou a música e a dança de grande ajuda na recuperação da harmonia do espírito e do corpo. Ela usava também pedras e cristais nas suas terapias: a esmeralda representava no mundo mineral, a condição de força vital máxima, já que pela sua cor era como se tivesse absorvido grande parte da *viriditas* da natureza.

Paracelso e outros autores vitalistas

P.T. von Hohenheim, chamado também de Paracelso (1494-1541) foi um dos representantes do pensamento vitalista. Encontramos nos seus trabalhos uma mistura de ingenuidade e de geniais intuições junto a profundas observações principalmente na área clínica como também afirmações sobre a influencia dos corpos celestes nos homens e suas peculiares observações no campo farmacológico. Se bem teve uma abordagem alquímica e mágica em muitos aspectos, nem todo seu trabalho foi assim. Muitas das suas intuições e observações empíricas foram à base de muitas aplicações médicas nos séculos posteriores. Entre suas observações devemos destacar sua preocupação com o problema da individualização no processo de cura e a consciência que tinha sobre a natureza individualizada que o homem possui nos seus sofrimentos, ele percebia que nunca um ser humano sofre do seu semelhante.

A teoria de Paracelso se constitui na afirmação da existência de um “médico interior”, o “*archèus*”, que corresponderia ao poder inerente de autocura ou de autoorganização que existe nos seres vivos.

Paracelso compara os processos que se desenvolvem na vida humana a aqueles que acontecem no meio ambiente, considerando o organismo humano um microcosmo que existe dentro de um macrocosmo. O organismo não é visto como uma entidade estática e sim como uma entidade dinâmica que sofre um continuo processo de constituição e destruição.

As partes na sua separatividade possuem uma independência própria, mas como constituintes de uma totalidade são governadas por uma ordem finalística Assim então a doença é vista como uma força parasita que interfere na vitalidade biológica se contrapondo, portanto ao *archèus*, que é a energia que permite a possibilidade de cura. O objetivo do médico seria então manter a natureza na sua ordem se utilizando tanto do “*arcanum*” (o fármaco) como através da orientação sobre o estilo de vida (higiene, dieta, exercício).

Quando fala das ações medicamentosas assim se expressa assim: “o medicamento deve ser administrado de acordo com parâmetros que não consideram apenas o peso (o ponderal), mas com critérios que vão muito além deste. De fato, quem poderia pesar um raio de sol, quem pode pesar o ar? Ninguém. De que modo então deve ser administrado um medicamento? Da mesma maneira como trabalharia o fogo no corpo...? Podemos determinar o peso do fogo? Não, o fogo não pode ser pesado. Uma faísca é sem peso. O mesmo deve ser considerado no que se refere à administração de um fármaco” [Vom Ursprung und Herkommen der Pranzosen 7, 300-302: cit. In Boyd, 1936].

Entre outras coisas Paracelso foi o criador da “doutrina das assinaturas”, segundo a qual as propriedades terapêuticas dos medicamentos poderiam ser deduzidas da forma externa que a planta apresentava. Por exemplo, aquilo que apresentava a característica forma dos rins segundo Paracelso devia ser bom para estes órgãos, e assim por diante. Possivelmente encontrava esta correlação devido a sua consciência sobre a interdependência e relação íntima que ele sabia existir entre o homem e a natureza. Nos conceitos de dietoterapia chinesa também utilizam esta relação para a escolha dos remédios como medicamentos.

Existiram vários autores que o sucederam poderiam ser considerados de alguma forma como paracelsianos. Para Helmont⁶ a doença é um conjunto de ações externas e internas; mas a forma de como será sua evolução vai depender do fato do *archèo* do organismo estar alterado ou não para que possa ser atingido, a evolução vai depender da alteração do *archèo* que desta forma poderia ser atingido por agentes externos.

Segundo Helmont, a febre é uma atividade instintiva inerente ao princípio vital que justamente aparece para se opor ao dano. Às vezes o *archèo* por si só não é suficiente para curar e requer ajuda. O *archèo* de Helmont é menos poderoso que a *physis* de Hipócrates já que a maioria das doenças acabam requerendo a intervenção do médico.

No decorrer do século XVII o autor mais favorável ao retorno do método hipocrático foi certamente Sydenham, inclusive foi chamado de “o Hipócrates inglês”. Considerava cada ser vivo como uma soma de reações orgânicas capazes de alcançar objetivos determinados de um modo coordenado e automático.

O poder inerente de cura era muito mais evidente nas doenças agudas (as quais freqüentemente se autolimitam e se curam de forma espontânea),

⁶Helmont: (1577-1644) expôs uma doutrina filosófica mística e empírica, segundo a qual as funções orgânicas são dirigidas por uma espécie de almas secundárias ou *arquetus* cuja perfeita e recíproca harmonia resulta em saúde e cuja desordem causa a doença.

observando-se que nas doenças crônicas era quase sempre necessária à intervenção médica (no caso das doenças crônicas a força vital não consegue restabelecer novamente uma homeostase perfeita e acaba se instaurando uma “adaptação patológica”). Sydenham observa que os esforços da natureza não eram isentos de erros e desvios o que acabava agredindo o próprio sujeito quando se deixava apenas a autocura acontecer. Conseqüentemente para ele o objetivo principal da medicina futura seria descobrir remédios cada vez mais específicos que pudessem eliminar as conseqüências negativas dos próprios mecanismos de cura do organismo quando defeituosos ou incompetentes.

As mudanças filosóficas e científicas trazidas por Galileu, Bacon, Descartes, permitiram que uma explicação mecanicista ampla mesmo para os acontecimentos biológicos prevalece no mundo. Com o descobrimento da circulação sangüínea (Harvey), as interpretações vitalistas dos fenômenos orgânicos foram eliminadas quase que definitivamente do debate científico. Porém, os conceitos vitalistas e teleonômicos foram resgatados sucessivamente por Stahl, Pflüger, Bier, Hahnemann e outros [Boyd, 1936, Coulter, 1994].

Para G. E. Stahl o *organismo* difere fundamentalmente de um *mecanismo*, contendo um princípio harmonizador de todos os processos vitais numa unidade, se contrapondo à tendência inata dos corpos para se desintegrar. A tendência que governa o corpo é de tipo “imaterial”; a febre e a inflamação são processos terapêuticos, como também as hemorragias, os espasmos e as convulsões que seriam tentativas do organismo para a própria organização do seu estado vital.

Hahnemann

A concepção vitalista permanece no auge no final do século XIX. Uma posição de primeiro plano é ocupada sem dúvida por C. F. S. Hahnemann (1755-1843) e na sua principal obra *O Organon* podemos ler: “*Nas condições de saúde do homem, a força vital e espiritual (autocracia), a dynamis que anima o corpo material (organismo) flui sem obstáculos e mantém todas as partes em admirável e ativa harmonia, tanto no que se refere às sensações como às funções*” [Hahnemann, *Organon of Medicine*, 1994, parágrafo 9]. Seu raciocínio procede da afirmação de que a perturbação deste “princípio dinâmico interno” é responsável pelo aparecimento das doenças, como vice-versa “*a restituição ad integrum do princípio vital pressupõe necessariamente o retorno à saúde de todo o organismo*” (parágrafo 12).

A base do pensamento homeopático é o conceito de dinamismo saúde/doença: a saúde não é uma condição estática e encontra-se num estado de evolução

continua, ou seja, um processo dinâmico cuja tendência é se manter num estado de equilíbrio otimizado. Este conceito pressupõe um mecanismo intrínseco de autoregulação que protege contra a perda de equilíbrio. A doença reflete uma tentativa profunda de corrigir um estado de desequilíbrio, resultante de fatores nocivos de origem física, química, biológica e emocional. A doença é condicionada pela susceptibilidade e se manifesta através de sintomas no plano mental/intelectual, emocional e físico. O mecanismo de autoregulação é considerado o agente responsável tanto pela perda de equilíbrio como do seu restabelecimento. O melhor que um médico pode fazer em relação à cura das doenças é justamente restabelecer o próprio equilíbrio do organismo e estimular seus mecanismos de autoregulação.

Na utilização de remédios em altas diluições o que corresponderia nos dias de hoje as chamadas soluções não moleculares. É justamente nesta parte que a medicina homeopática encontra ainda o principal obstáculo para seu reconhecimento científico.

Porem o fato de não ter se encontrado uma explicação insofismável do mecanismo de ação do remédio homeopático não retira-lhe seu caráter científico já que sua eficácia clínica vem sendo comprovada na prática clínica e nos estudos clínicos controlados (trials). Tanto pelo seu corpo teórico (experimentação no homem são – utilização de doses mínimas – a cura pela lei dos semelhantes) como pela sua eficácia clínica comprovada a homeopatia pode ser considerada como uma ciência, uma ciência fenomenológica já que este fenômeno comprovado empiricamente continua sendo uma verdade independente da explicação teórica de qual é o mecanismo de ação do remédio homeopático [Chibeni, 1998].

Sobre os conceitos médicos hanemanianos na última parte do livro.

Força vital e ciência

Obviamente o conceito de *força vital* despertou muitas discussões no âmbito científico, sobretudo porque se trata de uma entidade não facilmente definível e mensurável em termos laboratoriais. Todavia, esta definição da energia biológica como *energia ou força vital*, não se deve confundir com conceitos metafísicos. Falar de *força vital* como algo misterioso naqueles tempos era levar em conta a capacidade de defesa e de cura inerente ao organismo; naquela época ainda não era possível dar uma explicação nos termos da fisiologia ou da imunologia atual.

Hoje a biologia (literalmente, o “estudo da vida”) acumulou uma quantidade de conhecimentos (no que se refere aos componentes e mecanismos dos seres vivos, desde a simples célula aos organismos superiores) de tal grau de

complexidade que finalmente encontrou esclarecimentos científicos do funcionamento cerebral.

Desta forma o conceito de força vital pode até parecer obsoleto e freqüentemente não necessário para a descrição das forças biológicas ou dos processos de cura, mas, pelo contrário, ele não é ultrapassado e inclusive a palavra “força vital” não foi completamente cancelada do vocabulário científico moderno, sendo utilizada como sinônimo de “bioenergética” [Harold, 1986; Nicholls e Ferguson, 1997]. Se bem que a abordagem vitalista foi praticamente superada e o médico moderno, orientado “cientificamente”, hoje considera o poder de cura natural como uma manifestação do desenvolvimento evolutivo das funções homeodinâmicas e adaptativas da célula, dos tecidos e dos sistemas bioquímicos humorais.

Uma vez esclarecido este aspecto, pode-se continuar usando a metáfora de força vital porque esta se encaixa muito de bem com a idéia de propriedade dinâmica e organizativa que possui esse conjunto extraordinário que constituem os sistemas vivos.

Por outra parte, se pretendemos considerar a biologia e a medicina desde diversos ângulos, tanto históricos quanto culturais, de modo a construir um quadro rico e integrado (medicina considerada “holística”), uma referência às grandes tradições pré-científicas se torna útil mesmo que seja mais no nível do plano teórico do que operativo. Porque de fato, nenhuma abordagem científica “reducionista” ou “cartesiana” resolveu todos os problemas teóricos e técnicos colocados pela biologia. Mesmo com o enorme desenvolvimento do conhecimento de base, este não se demonstrou em absoluto satisfatório para descrever o processo de cura natural, nem para orientá-lo de uma forma positiva para o bom funcionamento do ser vivo. Principalmente se consideramos os problemas colocados pelas doenças multifactoriais e degenerativas. Neste campo a contribuição de diversas abordagens terapêuticas poderia se revelar frutífera, sobretudo se sustentada com pesquisas clínicas rigorosas e controladas.

É claro que um tratado inteiro não seria suficiente para descrever exhaustivamente os mecanismos da força vital e da cura, por serem eles objetos de estudo de áreas inteiras da moderna ciência biomédica que vão da genética a biologia molecular, da imunologia a neurobiologia, da farmacologia molecular a endocrinologia.

Em síntese, pode-se dizer que a reintegração ao estado de saúde nada mais é do que o “êxito” do esforço coordenado de muitos sistemas de reparação, dos quais na tabela 1 encontramos apenas um exemplo esquemático.

Todavia, a justa reintegração da saúde após uma simples perturbação ou posterior a uma série de fatores patógenos que agridem simultaneamente não acontece sempre.

Tabela 1. Alguns mecanismos envolvidos nos processos de cura aos diversos níveis da organização biológica.

Mecanismos moleculares	Mecanismos celulares	Mecanismos sistêmicos
Reparação do DNA após uma mutação	Adesão e movimento dos leucócitos	Inflamação
Inativação das toxinas dos anticorpos	Expulsão de toxinas	Imunidade
Desintoxicação dos radicais livres	Homeostase do íon cálcio	Regeneração e remodelamento de órgãos
Autoformação do colágeno	Degradação do ácido nucléico viral	Hemostase
Função desintoxicante do citocromo P 450	Regeneração das fibras nervosas	Resposta neuroendócrina ao estresse
Capacidade tampão dos fluídos biológicos	Fagocitose	Rede das citocinas
Ação das “defensinas” e da lisozima	Expulsão de micróbios	Equilíbrio simpático/parassimpático
Formação de fibrina e fibrinólise	Reconhecimento e destruição de tumores	Regulação da sede e dos fluídos
Proteínas de choque térmico (chaperones)	Remanejamento ósseo	Pressão arterial

Uma ampla série de agentes danosos de vários tipos, internos e externos, erros na dieta ou no estilo de vida, pode modificar permanentemente ou progressivamente o estado de saúde da pessoa. Entre as variantes genéticas que predispõe para o deterioro ou para o erro biológico, existe a molécula HLA, os fatores de coagulação, as proteínas que funcionam como os precursores de depósito, como as lipoproteínas ou os amiloides e assim por diante. Entre os vários fatores endógenos de cura temos muitíssimos que se comportam como armas de dois gumes, e superada uma certa concentração ou em presença de particulares sinergias com outros componentes, se voltam

contra o próprio organismo transformando-se em elementos que atuam como verdadeiras noxas (como exemplo tem radicais livres do oxigênio, as proteases dos lisossomos, o delicado equilíbrio do íon cálcio no interior da célula e assim por diante).

Portanto, a força vital possui seus limites razão pela qual existem as doenças crônicas que inclusive estão ligadas a um funcionamento “perverso” ou não inteligente desta. Os resquícios patológicos do mau funcionamento da força vital constituem um dos motivos que torna mais necessário o estudo da biodinâmica; esta se coloca como uma fronteira da medicina no campo das doenças complexas, podendo contribuir para explicar fenômenos que de outra maneira (abordagem estática) se apresentariam como paradoxos ou simplesmente sem explicação.

Estudo analítico e sintético

Os fenômenos e os mecanismos envolvidos nos processos que regulam o ser vivo podem ser descritos essencialmente segundo dois métodos: o primeiro, que poderíamos chamar de *analítico*, considera fenômenos individualmente, como exemplo, poderíamos colocar as mudanças moleculares que acontecem quando um osso se quebra e posteriormente como esta lesão é reparada por um novo tecido conectivo, posteriormente um cartilaginoso, para finalmente se transformar em tecido ósseo novo; poderíamos também estudar e descrever como um infarto se cura: primeiro mediante um processo inflamatório que remove o material necrótico e posteriormente com a formação de uma cicatriz fibrosa; poderíamos também observar em detalhes todas as particularidades de como um leucócito ingere uma bactéria, quais enzimas são produzidas para poder digeri-la e como elabora os antígenos para apresentar aos outros leucócitos, e assim por diante. Nestes e em muitos outros processos de cura, uma ampla série de transformações moleculares, de ciclos proliferativos celulares, de modificações metabólicas e de variações hematoquímicas são ativadas de um modo específico, para depois finalizar com a defesa e a integridade biológica.

O segundo método, que poderíamos definir como *sintético*, é aquele que tenta construir modelos que relacionam os princípios fundamentais, estabelecer a “lógica” de todo o complexo dos fenômenos observados, de forma que a linguagem do ser vivo possa ser compreendida não apenas ao nível de “vocabulário” (molécula, força físico-química) como também na sua “gramática” (regras de interações imediatas) e inclusive ao nível de “sintaxe” (interações e comunicações de todo o sistema). Por exemplo, poderíamos observar como a cura após um trauma ou uma infecção não é devida apenas aos

fatores locais (coagulação, quimiotaxe, crescimento de epitélio, etc.), mas também pela participação simultânea de todos estes fatores, de modo que a intensidade da participação destes seja suficiente para a necessidade reparadora, mas que não seja exagerada de modo que os diferentes processos possam acontecer numa seqüência temporal adequada. Por outro lado, podemos observar que o bom funcionamento não é garantido apenas pela coordenação localizada, mas também pelo “estado de alerta” de mecanismos hierarquicamente superiores e gerais, como por exemplo, o eixo hipotálamo-hipófise-suprarrenal, liberação de citocinas⁷, que informam todo o organismo sobre o que está acontecendo no tecido afetado, que se integram alternadamente no metabolismo hepático, nos sintomas psíquicos e assim por diante. Milhares de células agem concomitantemente direcionados para a destruição dos agressores e para o restabelecimento do estado de saúde, tanto do ponto de vista morfológico como do ponto de vista funcional.

Também no interior de uma simples célula, milhares de moléculas e de organelas agem de maneira coordenada para produzir e consumir energia, receber e transmitir sinais, construir e demolir estruturas, com a finalidade de que a célula possa funcionar de modo eficiente em conjunto com outros bilhões de células daquele mesmo tecido. Para realizar este tipo de coordenação (ordem, coerência) as relações entre fatores locais e fatores gerais são instituídas de acordo com muitas linhas de comunicação, representadas por hormônios solúveis e de difusão, fibras nervosas, citoesqueleto, interações membrana-membrana e provavelmente também, sinais eletromagnéticos [Del Giudice *et al.*, 1988a; Tsong, 1989; Walleczek, 1992; Adey, 1993; Ho *et al.*, 1994; Ho, 1996]. A influência recíproca de fatores sistêmicos e locais é de tanta importância que um estresse psicológico pode estar acompanhado de um aumento da susceptibilidade a infecções e uma infecção dental pode causar uma séria depressão psíquica.

Ambas vias de conhecimento dos fenômenos vitais, a *analítica* e a *sintética* são importantes para descrever o ser vivo e, possivelmente, para influenciar de modo eficaz o processo de cura. Mas aqui daremos mais importância à segunda perspectiva, aquela que se concentra na dinâmica das relações. De fato, enquanto a abordagem analítica foi intensamente respeitada pela pesquisa biomédica avançada e particularmente pela biologia molecular nos últimos decênios, a ponto de representar o principal objetivo de ensino das escolas

⁷ Citoquinas ou citocinas: proteínas com função de sinal que as células produzem após vários estímulos, explicaremos a seguir.

médicas, a abordagem *sintética* e *dinâmica* foi descuidada e desvalorizada; devido a isto e pelas razões acima citadas ela realmente merece ser resgatada.

O problema topológico

Um ponto que fundamentalmente se relaciona com a abordagem sintética é o problema topológico. Este termo define o estudo da posição em que a matéria viva se encontra no espaço. A análise pode dizer muito sobre a composição de uma célula ou de um tecido, mas pouco nos diz em relação aos mecanismos de desenvolvimento e de restituição à forma original e característica num determinado tecido. De fato esta última depende só em parte da composição, sendo influenciada pela “história” do próprio tecido, a forma como se desenvolveu dinamicamente no tempo, partindo de uma simples célula e chegando a constituir um grande número de tipos diferentes de células com numerosíssimas e recíprocas interações. O problema topológico é particularmente importante ao nível das funções cerebrais porque adquire uma importância cada vez maior à medida que a complexidade de um órgão ou de um tecido aumenta. Por isso é interessante destacar, pelo menos sinteticamente alguns aspectos da complexidade do cérebro:

1. *Alto número de componentes.* A morfologia do cérebro mostra que os neurônios (dez milhões) estão conectados por milhões e milhões de conexões sinápticas. Este número é de uma dimensão tal que ultrapassa qualquer possível informação genética, mostrando que a estrutura do cérebro não é determinada geneticamente (em outras palavras não é determinada pelo material do qual é feito) e sim, pela interação entre as potencialidades genéticas e as solicitações ambientais. As ramificações dendríticas que conectam os neurônios se sobrepõem notavelmente (em torno dos 70%) de forma tal que não é possível desenhar circuitos únicos e de uma forma precisa.
2. *Ausência de predeterminação.* Examinando a formação do cérebro se vê que a forma precisa e dinâmica com que as conexões entre um neurônio e outro são realizadas deduzimos que não poderiam ter sido predeterminadas desde o início. Os neurônios quando emitem seus prolongamentos axônicos não sabem para onde enviá-los, nem com quais outros neurônios devem se conectar. Em cada indivíduo, inclusive nos gêmeos idênticos, os neurônios se ramificam de modos diversos. Não podemos pensar que as conexões são especificadas unicamente ao nível molecular (moléculas de adesão) porque não existem marcadores de membrana assim especificados, como para dirigir uma arquitetura tão complexa. Isto é defendido por G. L. Edelman,

descobridor da molécula de adesão neural e fundador da topobiologia [Edelman, 1989; Edelman, 1993].

3. *Variabilidade dos mapas*. Estudando o funcionamento dos neurônios das áreas cerebrais destinadas às funções específicas se observa que cada indivíduo possui um mapa diferente e que inclusive no mesmo indivíduo os mapas variam segundo a experiência, alargando-se, restringindo-se ou também se expandindo lateralmente. Na mesma área muitos neurônios permanecem silenciosos, mesmo quando a função está ativada, sendo impossível prever quais neurônios serão os silenciosos e quais responderão à aplicação de determinados estímulos.
4. *Fenômenos coletivos*. As células do córtex cerebral estão organizadas em grupos funcionalmente acoplados: quando chega um estímulo no córtex, como por exemplo, um estímulo luminoso proveniente da retina, muitos neurônios são ativados e descarregam impulsos, mas não ao acaso e sim, de uma forma coordenada, com oscilações de frequência em torno de 40 Hz. Por outro lado, a regularidade não é uma constante: o eletroencefalograma revela a presença de uma notável caoticidade como componente normal nas oscilações cerebrais [Freeman, 1991; Freeman, 2000].

Em síntese, o cérebro é um representante de forma esquemática de todas as características da complexidade: enorme *quantidade* de informações, *redes*, comportamentos *coletivos*, sendo a *plasticidade* evolutiva e os fenômenos caóticos de fundamental importância quando se considera a *forma*.

O conceito de “sistema”

A complexidade no campo biomédico resulta óbvia: como poderíamos negar a existência de complexidade nos mecanismos de cura biológica e nas doenças em geral? Porém é a tal ponto óbvio sua existência que acaba sendo deixada de lado, argumenta-se que não é incorporada nas análises teóricas ou práticas como sendo uma possível justificativa para nossa ignorância ou incapacidade prática de resolver situações difíceis e muitas vezes aparentemente sem solução.

Por trás desta posição que considera a complexidade óbvia também há um equívoco: pensa-se que a complexidade deriva apenas do aumento quantitativo de conhecimentos acumulados nos últimos vinte ou trinta anos, aumento tal que hoje ninguém pode sonhar em dominar todo o conhecimento da medicina, talvez nem mesmo todo o conhecimento de uma especialidade. Todavia, como se verá adiante, um comportamento complexo pode determinar-se mesmo com a interação de poucos componentes.

Na história da medicina, o estudo do corpo humano evoluiu passando do estudo macroscópico ao microscópico, começando com a compartimentalização e depois – com o desenvolvimento de novos instrumentos – partindo dos órgãos em direção à célula e finalmente, da célula para a molécula: o paradigma da biologia molecular é hoje o que prevalece nas formas pelas quais se analisam e se interpretam os fenômenos biológicos e patológicos. O aumento do conhecimento biomédico obtido nos últimos dois decênios, graças à abordagem molecular, fez crescer a consciência da extrema complexidade do seres vivos. O homem possui cerca de 50.000 diversos genes e, portanto, teoricamente poderia ser considerado como uma construção feita com um grande número de “tijolos”, em torno de 50.000 tipos diferentes (considerando apenas as proteínas). Na realidade estes tijolos não são colocados ao acaso, mas de uma forma que se assemelhem entre eles coordenadamente encontrando –se numa contínua reestruturação devida às interações do sistema interno com os sistemas externos (ambiente). O conhecimento da existência de numerosas diferenças biológicas entre os indivíduos da mesma espécie, se agrega ao que acabamos de considerar ficando difícil e às vezes impossível estabelecer os valores que definam a normalidade e prever o êxito das intervenções reguladoras externas.

O modo de progredir que prevalece nas ciências biomédicas acompanhou o paradigma chamado de mecanicista, o qual se demonstrou fecundo em termos de resultados experimentais, de avanço na tecnologia, de progressos terapêuticos, mas que não conseguiu “resolver” cientificamente a complexidade. Ao contrário, ela e sua documentação científica ficaram para serem submetidas a novas pesquisas e metodologias de experimentação. O aumento dos conhecimentos fornecidos pela difusão de técnicas de análise da biologia molecular não foram suficientes para explicar a complexidade dos problemas relacionados a muitas patologias, inclusive as mais comuns, devido principalmente à multiplicidade dos fatores individuais e ambientais que fazem parte do fenômeno patológico. Quanto mais se perscruta o ser vivo, tanto mais ficam evidentes seus profundos e sutis mecanismos de regulação, sem que se consiga construir um modelo definitivo totalmente determinístico no sentido mecanicista clássico.

Nos anos cinquenta inicia-se uma linha de pensamento com abordagem sistêmica em biologia [von Bertalanffy, 1950], assim como a abordagem do indivíduo como sistema⁸, que acaba sendo quase o ponto de convergência de

⁸ Sistema: Um conjunto de variáveis ou fatores que interagem entre si. Um sistema dinâmico se encontra em tempos diferentes e em diversos estados. O sistema dinâmico está substancialmente descrito por duas partes fundamentais: uma que diz respeito ao seu estado no espaço de fases (a natureza dos seus componentes) e

todas as ciências [Giani, 1995]. Existem os sistemas biológicos, os sistemas físicos, os sistemas sociais, sistemas econômicos, sistemas de equações e assim por diante; os sistemas podem ser por sua vez compostos por outros sistemas. Os recentes desenvolvimentos da inteligência artificial e da matemática computacional resgatam o interesse pela abordagem sistêmica e o antigo conceito de sistema é uma generalização nas redes dinâmicas que nos permite explicar situações extremamente complexas [Capra, 1996].

A dimensão da complexidade se encontra no organismo em cada um dos seus componentes. Na escala poli-molecular podemos considerar também a mesma formação de complexos de várias proteínas: quando uma molécula de antígeno (por exemplo, uma toxina) se une a uma molécula de anticorpo, resulta um imunocomplexo; as informações contidas na nova forma molecular representada pelo imunocomplexo são novas: o imunocomplexo perdeu algumas informações das moléculas individuais, por exemplo, aquelas relativas à toxicidade da molécula antigênica e a capacidade de reconhecer o alvo celular, enquanto armazenou informações como, por exemplo, as relacionadas à capacidade de interagir com o imunocomplexo e a célula magrofágica, estas informações antes não existiam.

Temos outro exemplo na coagulação do sangue: este processo funciona também mediante a formação de complexos (é interessante notar como a própria palavra põe em evidência a complexidade do fenômeno). O início da via intrínseca se inicia com a formação de um complexo entre fosfolipídios, o fibrinogênio de alto peso molecular, o fator XII, etc. O complexo formado possui um conteúdo informacional porque “informa” ao fator XI, no sentido que lhe dê uma forma ativa capaz de agir sobre o fator IX, etc. O sistema de coagulação, graças (mesmo que não somente) à formação de complexos, goza da propriedade de controlar os delicados sistemas que regulam a fluidez do sangue. O sistema deve ter a flexibilidade para poder detectar as perturbações sempre presentes pelo inevitável erro de qualquer elemento localizado, para manter a fluidez do sangue, ou na situação oposta, para amplificar rapidamente as perturbações quando temos o risco de uma hemorragia. As patologias de tais desequilíbrios só podem ser da ordem do sutil.

Obviamente, à medida que cresce o número dos elementos que compõe um sistema biológico, mais cresce a sua complexidade, que é dada essencialmente pela quantidade de informações que tais elementos intercambiam na homeostase fisiopatológica. Se a complexidade fosse somente quantitativa, a

outra com respeito à sua dinâmica (a lei de evolução, ou seja, as regras que determinam o estado no tempo $t > 0$ relativo ao estado no tempo $t = 0$).

única solução seria a de recorrer à especialização: entregar o “problema” a um setor cada vez mais limitado, de modo que cada problema encontre uma resposta cada vez mais específica. Na realidade, a complexidade do organismo humano também é encontrada ao nível de uma simples célula, esta possui características não só do tipo quantitativo, mas também e principalmente, de tipo qualitativo. Vale à pena analisar então quais são as propriedades peculiares dos sistemas dinâmicos e complexos.

Características fundamentais da complexidade

A complexidade se origina quando os componentes de um sistema são múltiplos, diversos entre si, e, sobretudo, onde tais componentes estão em mútuas e dinâmicas interações. Não é fácil dar uma definição precisa e inequívoca de “complexidade” porque esta não coincide estritamente com o número de objetos ou informações que constituem um determinado sistema. Essencialmente a complexidade poderia ser definida como: aquela característica típica, mas não exclusiva dos seres vivos, segundo a qual um certo sistema contém informações em grau superior a soma de suas partes [Nicolis e Prigogine, 1991; Stein e Varela, 1993; Cramer, 1993; Mainzer, 1994; Bellavite *et al.*, 1995; Bellavite, 1996, Bar-Yam, 1997]. A biologia, a fisiologia e a patologia nos mostram inumeráveis exemplos disto. É a própria evolução que nos mostra: os sistemas complexos se formam pela montagem dos componentes monoméricos e desta montagem nasce um sistema que possui novas propriedades e novas funções, que não estavam implícitas nas partes que vieram a compô-lo. Para formar uma proteína são necessários aminoácidos, mas para que a proteína exerça sua função (por exemplo, possa agir como uma enzima) os aminoácidos devem responder a uma determinada ordem: se colocados numa seqüência desordenada esta proteína não funciona. A propriedade de formar a enzima não está implícita em nenhum aminoácido isolado, está no complexo todo, sendo isto válido para o organismo inteiro, divisível em partes, mas que responde como uma unidade.

Devemos considerar o fato que o sistema biológico se desenvolve no espaço e no tempo. Inclusive o código genético de um organismo não pode ser considerado completamente estático porque muda, pelo menos em algumas partes, ao longo da vida. Existe, portanto um salto qualitativo no tipo de complexidade, salto qualitativo que é descrito pelo termo de *complexidade dinâmica*. As redes constituídas pelas relações entre os múltiplos elementos de um sistema biológico, estão em contínua atividade e num contínuo remodelamento, mesmo porque cada sistema biológico, independente da escala considerada (molecular, celular, orgânica, neuropsíquica, de população

etc.) é aberto ao exterior, no sentido que nele se instaura um intercâmbio de informação, de matéria e de energia com outros sistemas do mesmo grau ou de diversos graus de complexidade.

Um sistema complexo é regulado pelos meios de comunicações adequados a seu grau de complexidade. Por exemplo, as comunicações entre duas moléculas (sistema relativamente simples) consistem em atrações ou repulsões eletrostáticas. As comunicações entre grupos de moléculas (sistema complexo) estão representadas por uma dinâmica ondulatória e variações espaços-temporais (oscilações das diferentes moléculas-sinal); as comunicações entre órgãos e sistemas são controladas por sistemas complexos que usam comunicações tanto químicas (hormônios) como físicas (potenciais de ação). As comunicações entre pessoas são realizadas por outros meios como a palavra, a escrita, os olhares como também quando necessário podem ser feitas por transmissões via cabo ou telefonia. Quando o sistema é mais amplo e articulado, tanto mais complexa é a gestão das informações que podem ser efetuadas por muitos elementos colocados em forma seqüencial e em sistemas de redes. Tais redes (*networks*) contêm diversos elementos e geram informações com mecanismos de amplificação ou de *feedback*, multiplicados e interrelacionados. Exemplos evidentes de sistemas formados por uma rede se encontram no sistema nervoso, mas também na relação de controle recíproco das glândulas endócrinas ou na população linfocitária e assim por diante, até o exemplo de redes de conexões interindividuais (telecomunicações).

A informação nas redes biológicas é por si “redundante”; vale dizer que o mesmo sinal pode agir sobre múltiplos alvos e ser o resultado de múltiplos elementos do sistema. Em outras palavras, o mesmo elemento é controlado por sinais diferentes e a sua resposta depende do sinergismo ou antagonismo destes comandos. A “especificidade” da comunicação entre os elementos de uma rede não é garantida apenas pela existência de sinais específicos para a função ou ação que competem à rede. Os mesmos sinais usados (por exemplo: citocinas específicas ou neurotransmissores) podem ocasionar efeitos diversos, respostas desconhecidas diferentes, inclusive opostas em alguns casos, de acordo com o “contexto” no qual agem, ou seja, de acordo com a dinâmica da própria rede. O nível superior de complexidade é representado pelo sistema nervoso.

As interações e as comunicações no interior do organismo vivo e entre o organismo vivo e o ambiente externo são as duas principais características que distinguem a própria vida de qualquer outro objeto presente na natureza. Este importante conceito resume a essência do que se entende por sistema dinâmico; é ilustrado de forma esquemática na figura 4.

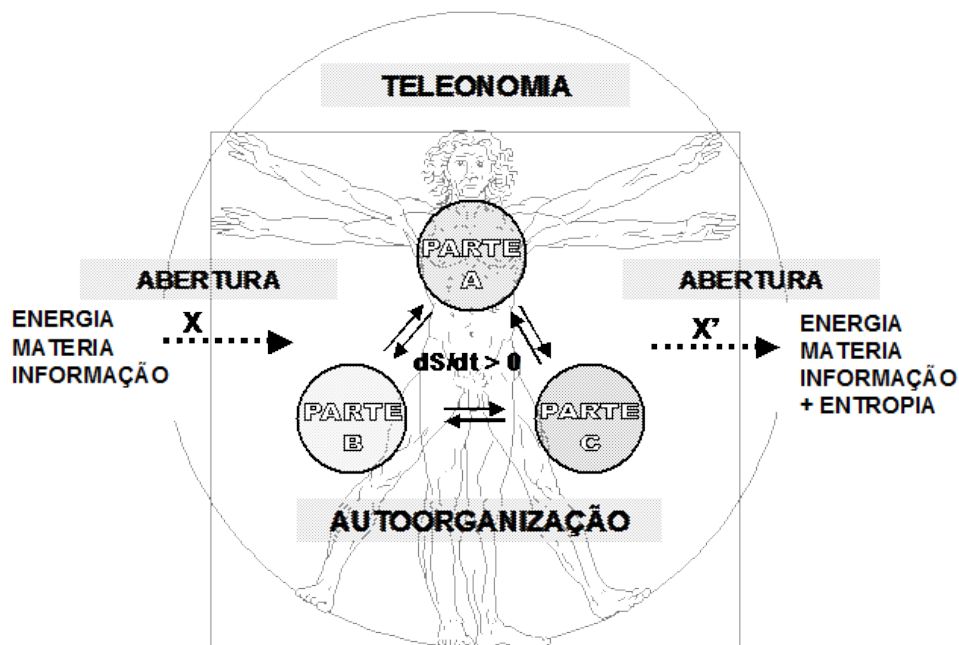


Figura 4. Esquema de um típico sistema dinâmico biológico, onde as características mais salientes são três: a capacidade de autoorganização (estabelecimento de relações recíprocas de controle entre vários componentes), a comunicação - abertura - com o ambiente (intercâmbio de matéria, energia e informações) e a teleonomia (caráter finalístico dos seres vivos). A abertura permite que entropia produzida nas transformações internas do sistema possa ser dissipadas no ambiente circundante.

Os seres vivos são participantes em sumo grau desta complexidade, mesmo porque eles são compostos de muitas partes, diferentes entre si, que estabelecem relações baseadas em contatos diretos e indiretos (mediados por sinais a longa distância). A complexidade de um sistema biológico, se analisada em relação aos seus componentes é de tipo quantitativo sendo chamada de complexidade estática, porque se refere às propriedades que não mudam ao longo do tempo. A complexidade do DNA desde este ponto de vista acaba sendo superior aquela da própria matéria porque contém muitas mais variáveis nos seus constituintes e na sua disposição sequencial.

Autoorganização

A vida se mantém e se reproduz como um evento *termodinamicamente longe do equilíbrio*, graças ao intercâmbio de energia e de matéria que o sistema vivo estabelece com o ambiente. Um ser vivo poderia, portanto ser

considerado como uma ilha complexa, onde existe uma ordem parcial que se mantém por um certo tempo às custas do aumento de entropia do ambiente. Tal interação produz uma estrutura⁹ espaço-temporal, *formas e comportamentos* característicos e novos em relação aos componentes iniciais. Estas estruturas são chamadas “dissipativas”, porque a instabilidade interna depende do fluxo de energia que a atravessa e que aparece depois parcialmente dissipado. Em outras palavras, seu estado estacionário (*steady-state*) é mantido por um consumo de energia que mantém a ordem num espaço de tempo limitado, às custas do aumento de entropia no ambiente circundante. Alguém já definiu eficazmente a vida como um “desequilíbrio controlado” [Guidotti, 1990].

A interação dos componentes de um sistema físico sobre uma escala de observação, leva a um comportamento global complexo sobre uma escala muito ampla que, em geral, não pode ser previsto pelo conhecimento dos componentes individuais. O *organismo* existe, portanto como um sistema dinâmico e organizado, uma entidade na qual diversos níveis (molecular, celular, orgânico, psíquico) estão em mútua interação e longe do equilíbrio, o que gera fenômenos peculiares como os seguintes:

1. formação espontânea de uma *coletividade* organizada espaço-temporalmente, fenômenos de coerência e cooperação (“autorganização”);
2. circuitos de retroação, pelos quais se geram contínuas oscilações das variáveis fisiológicas, cinéticas temporais bifásicas ou multifásicas, numa forte dependência do contexto no qual uma reação acontece;
3. relações dose-efeito nem sempre de tipo linear, com fenômenos tipo “limiar”, amplificações, sinergismos e antagonismos;
4. sensibilidade às pequenas perturbações, comportamentos caóticos que podem chegar até a possibilidades de “catástrofes” funcionais;
5. disposição dos sistemas em forma de “estruturas dissipativas”, onde a estabilidade interna depende do fluxo de energia e de informações que a percorrem.

Poderíamos sintetizar a propriedade peculiar dos sistemas complexos com a palavra *autoorganização*, sem, no entanto com isso fechar o sistema em si mesmo, já que a autoorganização é muito sensível ao ambiente externo.

Todos os sistemas dinâmicos podem ser vistos como expressões de energia organizada, ou “informatizada”. A capacidade de auto-organização do sistema (conseqüentemente capacidade de aprendizado) se baseia na existência de um

⁹ Estrutura: uma configuração de partículas, átomos, moléculas ou íons; mas existem também estruturas organizadas em escala temporal. Uma nota musical, por exemplo, é uma estrutura formada por ondas vibracionais do ar.

numero extremamente grande de estados possíveis (configurações), que pela sua vez dependem do numero, tipo (efeitos) de interconexões entre os constituintes do sistema. Os circuitos de retroação (*feedback loops*) são as estruturas dinâmicas que constituem a ordem emergente, assim sendo assim tanto de tipo positivo (amplificações) como de tipo negativo (controle). Uma propriedade característica destes sistemas de componentes múltiplos intrinsecamente entrelaçados é a de manifestar sempre uma estabilização natural num pequeno numero de estados (atratores). Os atratores são consistentes e capazes de manter uma mesma estrutura essencial apesar de pequenas perturbações, mas se o sistema (ou uma parte dele) se encontra num estado vizinho a um ponto crítico (ponto de bifurcação) poderão sofrer drásticas mudanças (mudança de atrator).

Conseqüentemente o conceito de auto-organização está ligado também a uma visão nova da evolução, porque deixa em evidencia que os sistemas dinâmicos possuem a capacidade se gerar uma “entropia negativa” (desordem menor) Trata-se do aparecimento – às vezes de forma progressiva, outras de forma descontínua – das chamadas “propriedades emergentes”, já que “surgem” em níveis crescentes e específicos de complexidade e conectividade do sistema. Aparecem naturalmente das relações organizadoras entre as partes e não são possuídas pelas simples partes individualmente. De fato estas propriedades desaparecem quando um sistema é dissecado nos seus elementos e não podem ser previstos quando se estudam as partes de um sistema por separado. Estes eventos são tão constantes e evidentes que até fica redundante dizer que a própria vida entra nesta categoria.

Abertura

Tanto se consideramos a evolução como o estado de organização em que os seres vivos permanecem ajudam a explicar o fato de que estes são sistemas abertos, ou seja, que estão em contínua mudança e intercâmbio com outros sistemas.

Consideremos um sistema (figura 4) composto por um certo número de elementos (neste caso um mínimo de três, chamados por conveniência A, B, C) onde existe teoricamente entre eles um equilíbrio e cujas modificações são reversíveis. A, B, C, poderiam representar variáveis¹⁰ fisiológicas ou centros

¹⁰ Variáveis: Grandezas fundamentais das equações matemáticas e dos sistemas biológicos. Os sistemas não lineares descritos com equações matemáticas compreendem dois tipos de variáveis: as variáveis dinâmicas e as variáveis estáticas (chamadas também de parâmetros). As primeiras mudam continuamente com o tempo ou ao se repetirem às interações. No caso dos mecanismos sujeitos ao movimento, poderiam ser por um lado à posição da parte em movimento e por outro a sua velocidade. As variáveis estáticas assumem valores fixos escolhidos para cada equação, não podem mudar após as interações, nem com o tempo. Por exemplo, num

nervosos, grupos de células, ou quaisquer outros parâmetros onde existam valores oscilantes de recíproco jogo de controle, entrelaçados e interconectados, de ativação ou de inibição. Os sistemas isolados, nos quais não é permitido nenhum intercâmbio com o ambiente, se apresentam de maneira irreversível em relação a um estado¹¹ final de equilíbrio, onde existe mais diversidade, assimetria e modificações. Este comportamento da matéria se expressa pela segunda lei da termodinâmica ($dS/dt > 0$): a variação (d) de entropia¹² (S) na variação (d) de tempo (t) é maior ou igual a zero, afirmando a existência de uma inevitável tendência para a desordem. A desordem, onde a entropia é máxima, coincide com a anulação de cada estrutura, a eliminação de cada diversidade e a perda de cada informação.

A segunda lei da termodinâmica afirma, resumidamente, que cada sistema isolado onde existe qualquer transformação, está sujeito a uma série de processos que tendem a colocá-lo de um estado muito improvável (um estado peculiar no qual se encontra num certo momento) versus um estado muito mais provável associado com o todo, dito de equilíbrio termodinâmico, onde cada transformação se associa ao aumento de entropia (desordem). Para prevenir esta tendência em direção ao equilíbrio termodinâmico, para movimentar os sistemas com os seus subsistemas na direção oposta, em direção ao estado improvável, deve ser desenvolvido um trabalho contínuo. Todas as atividades vitais dos seres vivos que consistem em diferenciação, desenvolvimento, crescimento, reprodução, assimilação e cura, são processos que acontecem *longe do equilíbrio*, uma condição que pode ser mantida somente quando existe um fluxo contínuo de energia, de matéria e de informação (figura 4). “Cada criatura que se encontra isolada deste fluxo morre por asfixia ou por desnutrição. Estruturas e moléculas complexas se desintegram, o movimento cessa, os gradientes se dissipam e a ordem decai; o equilíbrio é morte” [Harold, 1986]. A vida implica necessariamente em ir contra o equilíbrio, converter energia em organização, um trabalho contínuo.

mecanismo as variáveis estáticas poderiam ser a longitude de um componente ou então a velocidade máxima permitida por um motor.

¹¹ Estado: O valor ou os valores (para qualquer uma das variáveis do sistema) num dado momento.

¹² Entropia: função de estado que mede a probabilidade termodinâmica de um sistema. O segundo princípio da termodinâmica afirma que cada transformação espontânea é acompanhada de uma produção de entropia. A entropia assume o valor máximo ao atingir o equilíbrio termodinâmico, o qual corresponde ao máximo de desordem das partículas que compõem o sistema. Quando a entropia de um sistema aumenta, sua energia total não muda (primeira lei da termodinâmica), mas temos uma degradação da qualidade desta energia, ou seja, do modo pelo qual esta é armazenada ou utilizada. Nos sistemas fechados a entropia aumenta inevitavelmente. Os sistemas abertos, e entre estes particularmente os sistemas vivos, sofrem normalmente um aumento de entropia, mas dependem também do intercâmbio de entropia com o exterior, por onde a desordem pode diminuir e o sistema aumentar o próprio grau de organização. Ainda não foi estabelecido se a entropia do universo físico inteiro aumentou ou não: o fato que esteja se expandindo e esfriando segundo alguns autores nos leva a considerar que no universo a entropia total está diminuindo

Portanto, se o sistema é aberto, ele recebe um *input* (**X** na figura 4) de matéria, energia¹³, informações¹⁴ do ambiente (e de outros sistemas) e produz um *output* (**X'** na figura 4) de saída, sempre de matéria, energia e informações. O estado de **A**, **B**, **C** num determinado tempo será então condicionado pelo “vínculo” constituído pelas variações de **X** e **X'** naquele tempo, que naturalmente dão os limites físicos “intrínsecos” ao próprio sistema (valores máximos e mínimos, que constituem uma variável) Um sistema assim, portanto, dificilmente será estável encontrando em mudanças contínuas constantemente.

Nos sistemas abertos à segunda lei da termodinâmica recebe uma correção: a entropia depende do estado interno do sistema, como também do intercâmbio de energia, de informação e de matéria com o exterior. Devido a este intercâmbio, a entropia pode ter um sinal negativo: a entropia que se dissipa sendo maior do que aquela que entra no sistema. Os sistemas abertos, como os sistemas vivos, intercambiam matéria, energia e informação. Existe um fluxo de entrada (como exemplo: comida, luz solar e oxigênio) e um fluxo de saída (detritos, metabolismo, radiações térmicas, anidrido carbono). A existência deste fluxo garante que o sistema pelo menos possa se organizar por um certo período, permanecer organizado e sobreviver. Todos os sistemas dinâmicos podem ser vistos como expressões de *energia organizada ou receptáculos de informação*.

Teleonomia

As leis da física e da química constituem os vínculos inevitáveis nos quais os sistemas vivos devem obedecer, mas estes não necessariamente determinam qual escolha deve ser feita para manter e restaurar a organização (sobrevivência e cura). Portanto, a biologia não pode ser reduzida nem a

¹³ Energia: capacidade de realizar trabalho. Temos numerosos tipos de energia: térmica, elétrica, geopotencial, nuclear, etc. Fundamentalmente, a energia pode se distinguir em duas contribuições, cinética e potencial [Atkins, 1984]. A energia é medida em joules (J), definido como a energia necessária para deslocar um objeto por 1 m quando se opõe uma força de 1 Newton. 1 Newton (1N) é a força necessária para acelerar uma massa de um quilograma a uma velocidade de 1 metro/segundo em 1 segundo.

¹⁴ Informação: “aquele tipo particular de energia requerida para o trabalho de restabelecer a ordem” [Harold, 1986]. No mundo biológico, a energia pode ser “redistribuída” de modo que sua dissipação por parte do sistema aberto leve a um aumento do “conteúdo” de energia de boa qualidade (ou seja, que aumente a energia capaz de realizar um trabalho, energia útil ao sistema). A informação depende do tipo de trabalho e do objetivo que será desenvolvido. Uma definição bem elaborada [Angeleri, 1992] é a seguinte: informação é o conhecimento necessário para resolver um estado de incerteza que esteja presente em qualquer ente que poderíamos definir como um sistema físico em condições de reagir a um estímulo externo segundo um programa apropriado. A unidade de medida da informação é o *bit*, que pode ser definido como a quantidade de informação necessária para efetuar uma escolha entre duas possibilidades alternativas (por exemplo, branco/preto, ligado/desligado, aberto/fechado e assim por diante). Existem ainda discussões notáveis sobre o problema da medida de informação nos seres vivos, porque nem toda a informação biológica pode ser digitalizada, ou seja, medida em *bit* [Bellavite *et al.*, 1995; Klivington, 1997].

química nem a física e para compreender a vida deve-se considerar outras propriedades características. Uma destas é a teleonomia¹⁵ que designa o caráter finalístico dos seres vivos, nos processos de transformação parece de fato sempre haver um objetivo. A “máquina da vida”, portanto, “usa” as leis da química e da física e a energia disponível, com o fim de manter a delicada organização desta mesma vida.

S. Hahnemann intuiu de forma significativa à dimensão teleonômica da “força vital”: *“No homem em estado de saúde a força vital autocrática que anima de forma dinâmica o organismo material, governa com poder ilimitado conservando todas as partes do corpo em funcionamento de uma forma harmoniosa e admirável tanto em relação às sensações como as funções. Deste modo o espírito dotado de razão que existe em nos pode empregar estes instrumentos vitais e são para os mais elevados fins da nossa existência”*[S. Hahnemann, *Organon da Medicina*, parag 9].

Este propósito é visível tanto no desenho da evolução, como no desenvolvimento e no comportamento de cada um dos seres vivos, desde o ovo zigoto até o organismo adulto. O caráter teleonômico da vida é indiscutível e ele fica documentado pela precisão com a qual o organismo tende continuamente a constituir “sua” forma adulta e reintegrar sua estrutura após uma noxa. Cada um dos seres vivos é dotado, desde o início, de um projeto e uma grande parte da sua atividade é direcionada para “assimilar”, ou seja, a “ficar” símile, à matéria do ambiente até que esta responda às necessidades do projeto, mesmo com todos os fatores que apareçam para perturbar este trabalho. Todavia, este desenvolvimento do projeto original não é “incondicionado” e não se desenvolve sem problemas internos ou externos, porque a estrutura dos organismos vivos são flexíveis, plásticas e podem se adaptar ao ambiente. A chave de uma vida sadia está no equilíbrio justo entre a conservação da estrutura e a adaptação.

Nos sistemas complexos (e principalmente nos biológicos) a *ordem* e a *desordem* convivem e “colaboram” para o bom funcionamento do próprio sistema: sintetizando, se poderia afirmar que enquanto a “ordem” garante a constância dos parâmetros e o intercâmbio significativo de informações, a “desordem” garante o acesso à novidade e à diversificação. As características peculiares de tal globalidade de interações podem ser compreendidas e se tornar evidentes refletindo sobre a complexidade da homeodinâmica biológica, que será o objeto de estudo do próximo capítulo.

¹⁵ Teleonomia: conceito com o qual definem-se os processos ou comportamentos biológicos que seguem um programa interno (como p.ex. o código genético mas não só ele) que os direciona para um fim determinado (p.ex. sobrevivência ou reprodução).