

## **O Pensamento científico como fenômeno planetário**

**Vladimir I. Vernadsky**

Gildo Magalhães

Professor de História da Ciência, Universidade de São Paulo (USP)  
gildomsantos@hotmail.com

Como citar este artigo: "O Pensamento Científico como Fenômeno Planetário". *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº4, p. 153-166. 2017. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

### **Introdução**

Vladimir Ivanovitch Vernadsky (1863-1945) permanece ainda relativamente desconhecido pela História da Ciência, especialmente em língua portuguesa.<sup>1</sup> Nascido em São Petersburgo em família de origem ucraniana, formou-se na universidade de sua cidade natal em ciências naturais em 1885, tendo sido aluno de D. Mendelêiev. Entre 1888 e 1890 estudou na Alemanha e em Paris, e doutorou-se em 1897. Foi professor de mineralogia e cristalografia na Universidade de Moscou de 1890 a 1911 e nesse período fez uma série de levantamentos em campo pesquisando solos e províncias minerais da Rússia, pesquisas que depois foram estratégicas para a criação de indústrias nacionais como a do alumínio e para o desenvolvimento econômico da União Soviética. De 1906 a 1911 exerceu forte atividade política como deputado no novo parlamento russo, tendo renunciado ao cargo de professor em 1911 em protesto contra o tratamento reacionário e antidemocrático dado pelo governo czarista às universidades. Em 1913 visitou os EUA e Canadá. Além de seus estudos de geoquímica e radio-geologia, Vernadsky dedicou bastante tempo ao estudo da história e filosofia da ciência.

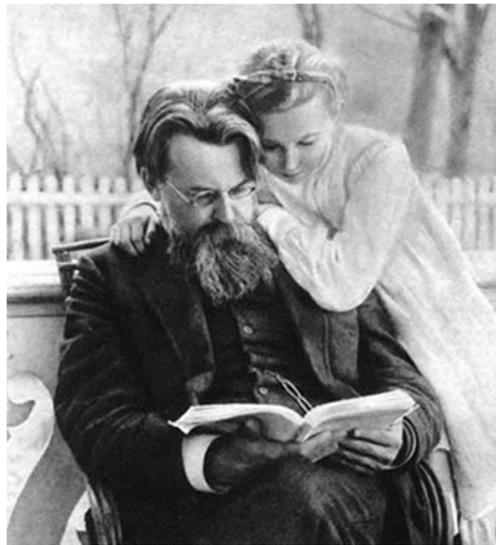
Com um pensamento francamente de esquerda, Vernadsky se colocou ao lado dos mencheviques durante a preparação da revolução soviética, o que lhe causaria inúmeros problemas após a vitória dos bolcheviques, com os quais, porém, foi sempre colaborativo em termos científicos. Entre 1917 e 1921 houve a guerra civil e Vernadsky criou a Academia de Ciências da Ucrânia, a primeira de uma série de instituições. Fundou em 1922 o Instituto do Rádio em Petersburgo e durante o período imediatamente após o final da guerra civil, de 1922 a 1925, conseguiu uma licença para ir a Paris, onde lecionou na Sorbonne e trabalhou com Marie Curie. Após a ascensão de Stalin, discordou da orientação impressa à ciência soviética pela aplicação de princípios pretensamente marxistas e apenas seu grande prestígio, forte patriotismo e firme dedicação à causa socialista o preservaram da prisão ou de destino pior. Verna-

---

<sup>1</sup> A biografia fundamental é a de Kendall Bailes, *Science and Russian culture in an age of revolutions. V.I. Vernadsky and his scientific school, 1863-1945*. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, 1990.

dsky faleceu em 1945 e atualmente seu nome é mais conspicuamente associado ao Instituto de Geologia e à estação de metrô que levam seu nome em Moscou.

No Ocidente, porém, Vladimir Vernadsky ficou praticamente ignorado fora de círculos científicos mais ligados à geoquímica. James Lovelock, que desenvolveu a partir de 1979 a “teoria de Gaia”, trabalhou algumas das questões pesquisadas por Vernadsky, posteriormente reconhecendo-o como um predecessor. Apesar das teses de Lovelock apresentarem doses de esoterismo que o distanciam consideravelmente de Vernadsky, elas despertam o interesse de um público mais amplo pela figura do cientista soviético, o que levou à publicação em inglês da obra *A biosfera*, que havia sido publicada por Vernadsky em 1929, mas que contém ainda poucas referências ao que seria depois desenvolvido por ele no conceito ainda mais relevante de noosfera.<sup>2</sup> A extensão, profundidade e importância da obra de Vernadsky serão apreciadas no Ocidente apenas no início do século XXI pelo grupo de pensadores em torno de Lyndon Larouche, especialmente por Jonathan Tennenbaum, que traduziu do russo alguns de seus textos.<sup>3</sup>



Vladimir Ivanovitch Vernadsky (1863-1945) com sua filha Nina. Imagem: Wikipedia

Vladimir Vernadsky é considerado um fundador da biogeoquímica e um dos mais eminentes cientistas soviéticos, reconhecido com essa qualidade tanto em países da antiga URSS quanto no Ocidente. Vernadsky desenvolveu, juntamente com Teilhard de Chardin, seu colega em Paris na década de 1920, o conceito de “noosfera” como resultado da tendência da biosfera de, a partir do surgimento do homem, contar com uma nova e poderosa força geológica, o pensamento científico, cuja energia transforma a face do planeta.

Aproveitando as teorias de Erwin Bauer, Vernadsky concluiu que o consumo de energia aumenta historicamente de forma obrigatória, o que permite a obtenção de energia livre

---

<sup>2</sup> Uma nova tradução, que não preserva a ordem original apareceu posteriormente, com uma apresentação de cientistas ilustres, encabeçados por Lynn Margulis. Nessa altura, o nome de Vernadsky já estava em maior evidência, tendo aparecido i.a. em resoluções da UNESCO. Cf. Vladimir I. Vernadsky, *The biosphere*. New York: Copernicus/Springer, 1998. Versões abreviadas de trabalhos de Vernadsky tinham aparecido após sua morte em inglês em traduções feitas por seu filho George Vernadsky, que emigrou para os EUA.

<sup>3</sup> Desse esforço resultou a tradução de alguns textos fundamentais de Vernadsky: “Problems of Biogeochemistry II”, *21st Century*, Winter 2000-2001, p. 20- 39, “Some words about the noosphere”, *21st Century*, Spring 2005, p. 16-21 e “On some fundamental problems of biogeochemistry”, *21st Century*, Winter 2005-2006, p. 39- 49.

cada vez mais “estruturada”. Um significado maior poderia ser acrescentado pelo conceito cósmico de uma biosfera ainda mais ampla do que a do nosso planeta, em que ele antevia que o homem se expandiria pelo espaço extraterrestre. Vernadsky, assim como Mendelêiev antes dele, defendeu veementemente o progresso técnico-científico.

Na filosofia de Vernadsky, se do ponto de vista da teoria tradicional da seleção natural, o homem seria uma espécie pouco apta a sobreviver, sendo mais fraco do que outras, na verdade ele se revelou como adaptado a condições ambientais instáveis, o que foi fundamental para sua evolução. Foi devido ao uso da razão pelo homem que sua presença se impôs às demais formas de vida, o que o levou a criar a linguagem articulada, a viver em sociedades complexas e enfim, ao contrário das demais espécies, a fabricar uma cultura altamente elaborada e transmissível sem ser de forma genética. É devido à infância prolongada que o homem desenvolve sua inteligência e criatividade, que o capacitam a assimilar e desenvolver tecnologias, desde o fogo até as espaçonaves. A Terra e sua biosfera são para o homem o oposto de um ambiente fixo e, em contraste, a evolução biológica tem nela agido para gerar novas espécies que sucedem outras, extintas, por não terem a mesma versatilidade para transformar a biosfera.

Assim, para Vernadsky, com o surgimento da espécie humana é a própria biosfera (que inclui desde camadas geológicas das rochas, até as partes superiores da estratosfera) que está continuamente em evolução, e não somente as espécies nela contidas. A organização interna da biosfera para Vernadsky é que dita a evolução. Em consequência, o pensamento humano criativo, ou como ele o chama, “científico”, é visto como uma nova “força geológica” na biosfera, qualitativamente diferente das forças físico-químicas e biológicas. Foi isto o que passou a dar à biosfera o caráter distinto de “noosfera”, ou esfera da razão, através do fenômeno do conhecimento humano.

Vernadsky não teve tempo para elaborar sua doutrina da noosfera em detalhe, mas deixou indicadas algumas condições que norteariam a passagem da humanidade como um todo para esse nível:

- O povoamento de toda a Terra.
- A transformação radical dos meios de comunicação e comércio.
- O estabelecimento de compromissos políticos entre as nações.
- A predominância do papel geológico do homem na biosfera.
- A expansão das fronteiras da biosfera humana para o cosmos.
- A exploração industrial de novas formas de energia.
- A igualdade entre as pessoas de todas as raças e religiões.
- O aumento do papel decisório e político das massas.
- A liberdade de pensamento científico e a criação de condições para tal.
- O aumento do bem-estar físico em nível global.
- A transformação racional da Terra para satisfazer as necessidades humanas materiais, estéticas e espirituais
- A eliminação da guerra

O texto a seguir é o primeiro capítulo de “O pensamento científico enquanto fenômeno planetário”, que deveria ser a apresentação mais completa da teoria da noosfera, e que começou a ser escrito por Vernadsky entre 1937 e 1938, mas foi repetidamente reelaborado durante os terríveis anos da Segunda Guerra Mundial. Pode-se notar que várias passagens são ainda esboços que deveriam ser aprofundados, mas não houve tempo. Ele só foi publicado de forma integral em russo em 1991 e a tradução foi feita a partir da edição em inglês pela Fundação Vernadsky em 1997.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> V.I. Vernadsky, *Scientific thought as a planetary phenomenon*. Moscow: V.I. Nongovernmental Ecological Vernadsky Foundation, 1997. O texto em inglês tem sido utilizado na graduação e pós-graduação do

# O Pensamento Científico como Fenômeno Planetário

Vladimir I. Vernadsky

## Parte I

### O pensamento e o trabalho científico como força geológica na biosfera

#### Capítulo 1

*O homem e a humanidade na biosfera como parte regular da matéria viva e de sua organização. Heterogeneidade físico-química e geométrica da biosfera: a diferença radical na organização (com relação à matéria e energia, bem como ao tempo) entre a matéria viva e a inerte. Evolução das espécies e evolução da biosfera. Manifestação de uma nova força geológica na biosfera – a do pensamento científico da humanidade social. Essa manifestação está relacionada com o período glacial que atravessamos, como um fenômeno geológico especial dentre muitos recorrentes (na história de nosso planeta) que, quanto às suas causas, estão fora da crosta terrestre.*

1. Como todo ser vivo, o homem não é um objeto natural autossuficiente, independente do seu ambiente. Entretanto, hoje em dia mesmo os naturalistas geralmente não levam isso em consideração, ao contrastar o homem ou um organismo vivo com seu ambiente. Para os cientistas contemporâneos, é inquestionável a indissolubilidade de um organismo vivo e de seu ambiente. Isso representa o ponto de partida para o biogeoquímico que deseja entender, expressar e fixar essa dependência funcional. Os filósofos e a filosofia moderna não levam em consideração (na maior parte das vezes) essa dependência funcional (do homem enquanto um objeto natural e da humanidade como fenômeno natural) para com o ambiente em que vivem e pensam.

A filosofia não consegue levar isso em consideração adequadamente porque procede com as leis da razão que, em todo caso, são o seu critério último e autossuficiente, mesmo nos casos em que o escopo da razão é na verdade limitado, o que ocorre nas filosofias religiosas ou místicas.

Mas os cientistas atuais, que procedem a partir do reconhecimento da existência real de seu ambiente (do mundo a ser estudado: a natureza, o espaço ou a realidade do mundo), não conseguem manter essa visão filosófica como ponto de partida para o trabalho científico.<sup>5</sup>

Pois hoje sabe-se, exatamente, que o homem *não* vive sobre uma superfície terrestre sem estrutura, *não* está imediatamente ligado ao espaço em uma natureza sem estrutura. É verdade que, graças à rotina usual e à influência da filosofia, esse fato geralmente é esquecido até por um naturalista moderno que penetre profundamente na natureza: ele ignora esse fato, não o entende distintamente.

---

Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. A tradução foi feita por Ana Torrejais, Mestranda em História Social na FFLCH-USP, e Gildo Magalhães. As notas a seguir são do texto original.

<sup>5</sup> Aqui e em outras partes falarei de realidade ao invés de natureza ou espaço. Considerado em seu aspecto histórico, o conceito de natureza é uma ideia sofisticada. Ele muito frequentemente inclui só a biosfera e é mais adequado usá-lo precisamente neste sentido – ou não o usar de modo algum. Historicamente, isso corresponderá à grande maioria dos casos em que essa ideia foi usada em ciências naturais e na literatura. O conceito de “espaço” seria talvez mais aplicável unicamente àquela parte da realidade que é refletida pela ciência. Neste caso, a representação pluralista filosófica se torna possível, sem qualquer critério unificado de “espaço”.

O homem e a humanidade estão, primeira e mais intimamente, ligados com a matéria viva que povoa nosso planeta. Não podem ser separados por nenhum processo físico real. Tal separação só é possível no pensamento.

**2.** O conceito de vida e de ser vivo é claro em nossa jornada diária e nunca nos levanta dúvidas cientificamente sérias (com relação a suas manifestações reais e aos correspondentes objetos naturais). Foi apenas em nosso século, após a descoberta dos vírus filtráveis, que a ciência obteve tais fatos, fazendo-nos pela primeira vez questionar, científica e não filosoficamente, se lidamos com matéria viva natural e não com matéria inerte, abiótica. Com referência aos vírus, a dúvida é causada pela observação científica e não por uma ideia filosófica. Nisto reside o grande significado científico da virologia. Essa disciplina está hoje no caminho certo. A dúvida será resolvida no futuro e não levará a nada mais, para além de um conceito mais exato de *organismo vivo*: não se pode deixar de considerar essa abordagem...

Entretanto, encontramos outras dúvidas na *ciência*, provocadas por buscas filosóficas e religiosas, procurando novos caminhos. Por exemplo, o Instituto Bose em Calcutá está pesquisando fenômenos cujas manifestações no ambiente material-energético são filosoficamente *comuns* aos corpos naturais vivos e abióticos. Nos corpos abióticos, esses fenômenos se manifestam apenas levemente, enquanto que nos corpos vivos esses fenômenos são claros e evidentes, contudo são inerentes a ambos os casos.

Mesmo que esses fenômenos, comuns a corpos naturais vivos e abióticos, existam na forma descrita por Bose, tal fato não diminuiria de modo algum a distinção patente entre o abiótico e o vivo. Tal distinção deve surgir nessa área, bem como sua existência deve ser comprovada de algum outro modo.

Dever-se-ia apenas proceder no estudo dos fenômenos de um outro ângulo, não à luz da qual Bose os tratou, não como fenômenos da *vida*, mas como dos corpos naturais vivos, *da matéria viva*.

Para evitar qualquer mal-entendido, no futuro me absterei de usar os termos “a vida”, “o vivo”. Pois se procedêssemos a partir desses conceitos iríamos muito além dos limites dos fenômenos vitais estudados pela ciência e entraríamos, ou num campo alheio à ciência, ou no campo da filosofia, ou (como faz o Instituto Bose) num campo novo de novas manifestações da matéria e energia comuns a todos corpos naturais da biosfera. Esse novo campo excede muito as fronteiras do tópico que nos interessa agora, que é o principal problema do organismo vivo e da matéria viva.

Assim, evitarei os termos e conceitos de “vida” e “vivo” e restringirei minha área de pesquisa às ideias de “*corpo natural vivo*” e “*matéria viva*”. Todo organismo vivo na *biosfera* (um objeto natural) é um corpo natural vivo. *A matéria viva da biosfera é a totalidade dos organismos vivos que a habitam.*

Tendo definido isso, a “matéria viva” é uma noção completamente exata, abrangendo a totalidade dos objetos estudados pela biologia e biogeoquímica. Essa noção é simples e clara, e não causa mal-entendidos. Na ciência estudamos apenas os organismos vivos e suas comunidades, que apresentam um equivalente científico da ideia de vida.

**3.** O homem, como qualquer outro corpo vivo natural (ou real), está inseparavelmente ligado a um determinado invólucro geológico do nosso planeta, como a biosfera, diferindo visivelmente de seus outros invólucros. A estrutura da biosfera é definida pelo seu peculiar *estado de organização*. Sendo uma parte isolada do todo, a biosfera ocupa um lugar regularmente fixo dentro do planeta.

A matéria viva, assim como a biosfera, possui uma organização peculiar e pode ser considerada como uma *função da biosfera* regularmente fixa.

A *organização* não é um mecanismo. É claramente distinto de um mecanismo, por estar sempre em processo de formação; as menores partículas de matéria e energia se envolvem neste movimento incessante. Em relação ao tempo (nas generalizações da mecânica e num modelo simplificado), podemos definir a organização como aquele estado em que nenhum dos seus pontos (quer materiais ou energéticos) retorna regularmente: nenhum deles chega no mesmo ponto da biosfera onde uma vez esteve. Tal retorno apenas poderá ocorrer como resultado de uma contingência de probabilidade muito reduzida.

A biosfera, enquanto invólucro terrestre que envolve a totalidade do globo, é acentuadamente delimitada e suas dimensões substancialmente condicionadas pela existência de matéria viva: ela é *povoada* pela matéria viva. Existe uma troca ininterrupta de matéria e energia entre a parte inerte e abiótica da biosfera, os seus corpos naturais inertes e a matéria viva que a povoa. A troca de matéria é implementada através do movimento atômico causado pela matéria viva. No decurso do tempo, esta troca manifesta-se pelo *equilíbrio* regularmente em mudança (sempre lutando pela estabilidade). Ela permeia toda a biosfera, e esse *fluxo biogênico de átomos* gera a mudança, a um nível significativo. Desta forma, durante todo o tempo geológico, a biosfera permanece inseparável e continuamente ligada à matéria viva que a povoa.

A importância planetária e cósmica da matéria viva manifesta-se através deste fluxo biogênico de átomos e da energia nele envolvida. Porque a biosfera é o único invólucro da Terra no qual a energia cósmica e a radiação cósmica penetram permanentemente. A radiação cósmica, e em primeiro lugar a radiação solar, suportam o equilíbrio dinâmico e a organização entre a biosfera e a matéria viva.

Ao nível do geóide, a biosfera estende-se até aos limites da estratosfera e penetra-a, mas dificilmente consegue atingir a ionosfera, o vácuo eletromagnético da Terra, que apenas recentemente se revelou ao conhecimento científico. Abaixo do nível geoidal, a matéria viva penetra a estratosfera e as camadas superiores dos invólucros metamórficos e graníticos. Se realizássemos um corte no globo, veríamos que a matéria viva atinge 20-25 km do nível geoidal e se aprofunda, em média, 4-5 km abaixo dele. Estas demarcações modificam-se com o tempo e em outros locais podem avançar muito para além desses limites, apesar de tal acontecer em áreas bastante reduzidas. Nos mares profundos, a matéria viva certamente se adentra mais de 11 km em determinados pontos e a sua presença numa profundidade superior a 6 km tem sido demonstrada por algumas observações.<sup>6</sup> Quanto à estratosfera, testemunhamos a penetração do homem, mas como o homem é sempre inseparável de outros organismos – insetos, plantas, micro-organismos – a matéria viva tem avançado muito para além dos 40 km acima do nível geoidal e continua em ascensão rápida.

No decurso do tempo geológico, podemos observar o processo de expansão contínua das fronteiras da biosfera e a sua colonização pela matéria viva.

**4. O estado organizado** da biosfera, ou a organização da matéria viva, deve ser entendido como um equilíbrio dinâmico, oscilando numa média claramente expressa pelo tempo histórico e geológico. Os deslocamentos ou oscilações em relação a essa média manifestam-se continuamente no tempo geológico, não no histórico. Durante o tempo geológico, nos processos circulares característicos da organização biogeoquímica, nenhum ponto (seja ele um átomo ou

---

<sup>6</sup> Organismos bentônicos vivos têm realmente sido encontrados em todas as profundidades do mundo oceânico, incluindo aquelas que excedem 11 km (vide as monografias de G. M. Belyaev. *A fauna da zona ultra abissal do mundo oceânico*, Moscou, Nauka, 1966; *As fossas oceânicas do mar profundo e sua fauna*, Moscou, Nauka, 1989). Nota do editor.

um elemento químico) jamais retorna, na perenidade dos séculos, identicamente à sua posição prévia.

Esta característica da biosfera foi dramática e surpreendentemente expressa por Leibnitz (1646-1716), num de seus discursos filosóficos, que aparecem em sua *Teodicéia*. Ele recorda como, no final do século XVII, passeava num grande jardim, na companhia de pessoas da alta sociedade. Tendo falado a respeito da infinita diversidade da natureza e da infinita eficiência da mente, Leibnitz mencionou que jamais se encontrariam duas folhas de uma mesma árvore ou planta que fossem totalmente idênticas entre si. Como é óbvio, todas as tentativas do numeroso grupo para encontrar folhas idênticas permaneceram fúteis. Neste caso, Leibnitz raciocinou como um erudito que houvesse retirado o fenômeno de dentro dos seus livros, ao invés de um observador da natureza que o houvesse acabado de descobrir. Podemos rastrear este exemplo com a folha precisamente até ao folclore filosófico dos séculos anteriores.<sup>7</sup>

Na vida cotidiana, podemos observar estes mesmos fenômenos de inexistência de identidade na *personalidade*: não podem existir dois indivíduos idênticos e totalmente indistinguíveis um do outro. Na biologia, o mesmo fenômeno pode ser derivado da *distinção química* de qualquer *indivíduo médio* da matéria viva em relação aos demais. Quer nas suas combinações químicas e, evidentemente, nos seus elementos químicos, cada indivíduo possui determinadas características peculiares que lhe são próprias.

5. *A heterogeneidade físico-química e geométrica* é extremamente característica da estrutura da biosfera. Esta última consiste na matéria viva e na inerte que, no decurso do tempo geológico, permanecem claramente distintas na sua gênese e estrutura. Os organismos vivos, isto é o conjunto da matéria viva, são originados a partir da matéria viva e, no decurso do tempo, formam gerações que nunca emergem diretamente de qualquer matéria abiótica do planeta, fora de outros organismos vivos semelhantes. No entanto, mantém-se uma conexão incessante e ininterrupta entre a matéria viva e a matéria inerte. Esta conexão pode ser caracterizada como um fluxo contínuo biogênico de átomos da matéria viva para a matéria inerte da biosfera, e vice-versa. Este fluxo biogênico de átomos é incitado pela matéria viva e evidenciado pelo processo ininterrupto de respiração, nutrição, reprodução, etc.

Na biosfera, esta heterogeneidade contínua (durante todo o período geológico) da sua estrutura é o principal fator prevaletente e que nitidamente a distingue dos restantes invólucros do planeta.

A heterogeneidade penetra (mais profundamente que o fenômeno usualmente estudado pelas ciências naturais) em propriedades do tempo e espaço aproximados pelo conhecimento científico apenas nos nossos tempos, no século XX.

A matéria viva envolve toda a biosfera, criando-a e modificando-a, enquanto que com respeito ao seu peso e volume, apenas ocupa uma pequena porção dela. A matéria abiótica e inerte prevalece marcadamente. Em relação ao volume, os gases muito rarefeitos predominam; em relação ao peso, as rochas sólidas e, em menor grau, o componente fluído: a água salina do mundo oceânico. A matéria viva, mesmo em suas maiores concentrações em casos excepcionais, e em partes menores da biosfera, não constitui mais que cerca de décimos por cento do volume da matéria na biosfera. Quanto ao peso, a matéria viva atinge de cem a duzentos centésimos por cento. Contudo, geologicamente, ela é a maior força da biosfera e determina, como veremos, todos os processos da biosfera, desenvolvendo uma enorme quantidade de energia livre e gerando a principal força geologicamente evidente na biosfera. Não conseguimos ainda

---

<sup>7</sup> Vide, por exemplo, Lucrécio Caro, *Sobre a natureza das coisas*, livro 2, Moscou, 1913, p. 54. Nota do editor.

medir essa força quantitativamente, mas talvez ela exceda a força de quaisquer outros fenômenos geológicos na biosfera.

Será adequado introduzir, nesta relação, alguns conceitos básicos novos, para desenvolvê-los mais adiante.

6. Esses conceitos estão interligados com a ideia de corpo natural ou objeto natural, bem como com a ideia de fenômeno natural (todos estão costumadamente generalizados na noção de corpo real ou fenômeno real).

A matéria viva é um corpo ou fenômeno natural da biosfera. Os conceitos de *corpo natural* ou *fenômeno natural* foram bem pouco estudados na lógica. Entretanto, representam as concepções básicas da ciência natural. Para nosso propósito, não precisamos nos demorar muito em sua análise lógica. Eles são os *objetos naturais*, isto é, os corpos ou fenômenos formados pelos processos naturais.

Não só os organismos vivos e as matérias vivas representam os corpos naturais da biosfera. O grosso da matéria da biosfera consiste em corpos ou fenômenos inertes que serão aqui chamados de corpos *abióticos*. São, por exemplo, gases, atmosfera, rochas, elementos químicos, átomos, quartzo, serpentina, etc.

Na biosfera, além dos corpos naturais vivos e abióticos, uma grande parte é representada por suas estruturas regulares, por corpos naturais heterogêneos, por exemplo solos, sedimentos, superfícies de água, a própria biosfera, etc.; eles são constituídos por corpos vivos coexistindo com abióticos, formando estruturas abiótico-vivas complexas. Chamarei esses corpos naturais complexos de "*corpos naturais vivos-abióticos*". A própria biosfera é um corpo natural complexo, um corpo vivo-abiótico planetário. Como veremos, a distinção entre corpos naturais vivos e abióticos é tão grande que nos processos terrestres nunca se observa uma transição de uma dessas categorias para a outra. Nunca e em lugar algum observamos essa transição em nossa pesquisa. Veremos também que tal transição só é concebível em um nível mais profundo do que os fenômenos físico-químicos conhecidos.

A principal manifestação envolvida nessa dicotomia é a *heterogeneidade da estrutura da biosfera* e uma distinção nítida entre corpos naturais vivos e abióticos dentro da matéria e energia da biosfera.

7. Uma das manifestações de tal heterogeneidade da biosfera consiste no fato de que os processos químicos na matéria viva, sendo considerados no seu aspecto temporal, tomam um curso totalmente diferente quando comparados com os processos na matéria abiótica. Na matéria viva, os processos ocorrem na escala do *tempo histórico*; na matéria abiótica, na escala do *tempo geológico*, cujo "segundo" é muito menor que uma decamiríade (que equivale a 100 mil anos do tempo histórico).<sup>8</sup> Para além da biosfera, esta diferença tende a tornar-se ainda mais clara e, na litosfera, podemos observar um estado organizado do volume da sua matéria. Neste estado, a maioria dos átomos estão imóveis (como os métodos de raios-X demonstram) e não é evidente a sua mudança de posicionamento ao longo de dezenas de milhares de decamiríades, que é o intervalo de tempo atualmente acessível às nossas medições.

Até recentemente, a geologia era dominada pela ideia de que os geólogos não eram capazes de reconhecer as manifestações das mudanças geológicas mais lentas e que haviam ocor-

---

<sup>8</sup> Sobre decamiríades, vide: V. I. Vernadsky, *On Some Topical Problems in Radiogeology*, Izvestya AN, 7th series, OMEN, 1935, no.1, p. 1-18.

rido durante a época de existência do homem. Nos tempos da minha juventude, nós aprendemos e pensávamos que, como regra, o clima, as estruturas montanhosas, as espécies de organismos não se modificavam no decurso de um estudo geológico e que não eram *assuntos atuais* para um geólogo. Agora, esta situação ideológica, essencial para um naturalista, modificou-se abruptamente, e vemos a atuação destas forças geológicas envolventes mais clara e intensamente. Dificilmente, pode ser considerado acidental que esta mudança tenha coincidido com o aumento (na consciência científica) da crença na importância geológica do *homo sapiens*; com a descoberta de um novo estado da biosfera, a noosfera, sendo uma das formas nas quais este estado se expressa. Esta descoberta está certamente relacionada com o crescimento da precisão da ciência natural, sua pesquisa e pensamento, dentro dos limites da biosfera onde a matéria viva desempenha o seu principal papel.

As manifestações acentuadamente distintas das características vivas e inertes da biosfera, no seu aspecto temporal, apesar de importantes, são uma expressão particular de um fenômeno muito mais genérico e que é refletido na biosfera em cada passo.

**8.** A matéria viva da biosfera é acentuadamente distinta da matéria abiótica em dois processos principais de grande importância geológica, que dão uma aparência bastante peculiar à biosfera, e que não existem em nenhum dos restantes invólucros planetários. Ambos apenas se manifestam contra um fundo de tempo geológico. Por vezes, podem ser interrompidos, mas nunca seguem um curso reverso.

Em primeiro lugar, junto com o tempo geológico, *aumenta o poder de revelação da matéria viva na biosfera*. A importância da matéria viva na biosfera e a sua influência sobre a matéria inerte da biosfera tornam-se mais significativas. Este processo tem recebido bem pouca atenção. Posteriormente, irei tratar bastante dele.

Muito mais atenção tem sido dada a outro processo, que tem sido muito mais estudado e amplamente conhecido, impregnando profundamente todo o conhecimento científico dos séculos XIX e XX. Este é o processo da *evolução das espécies* no curso do tempo geológico: o processo de mudanças radicais dos próprios corpos naturais vivos.

É apenas na matéria viva que observamos uma mudança acentuada dos próprios corpos naturais no curso do tempo geológico. Alguns organismos se transformam em outros, se extinguem (como podemos dizê-lo) ou modificam-se de um modo radical.

A natureza viva é *plástica*. Ela se altera, se ajusta às mudanças ambientais, mas talvez tenha o seu próprio processo evolutivo, manifestando-se em mudanças com a escala do tempo geológico, independentemente das mudanças ambientais. Provavelmente, isso é evidenciado por um incessante e intermitente crescimento do sistema nervoso central dos animais no curso do tempo geológico; pela importância deste sistema para a biosfera; e pela profunda reflexão (devida ao sistema nervoso) da matéria viva<sup>9</sup> no mundo circundante, pela sua (da matéria viva) penetração nele (do mundo circundante).

Evidentemente, a plasticidade da matéria viva é um fenômeno bastante complexo, pois existem organismos que aparentemente não modificam a sua estrutura morfológica e fisiológica durante centenas de milhões de anos, até quinhentos milhões de anos ou mais, no decurso de incontáveis gerações. Estes são chamados de *persistentes*, fenômeno que infelizmente perma-

---

<sup>9</sup> Uma evolução incessante (durante toda a história geológica da biosfera) do tecido nervoso foi repetidamente mencionada, mas, até onde sei, nunca profunda, científica e filosoficamente analisada. Porque aqui não lidamos com hipóteses, nem com teorias puras, não podemos negar o fato da sua evolução. Apenas podemos questionar as suas interpretações. A aceitação do princípio de Redi define o número de explicações.

nece pouco estudado na biologia. Ainda assim, podemos observar um fenômeno comum para a matéria viva: o processo *evolutivo plástico* que está completamente ausente nos corpos naturais inertes. Para estes últimos, podemos ver *agora* os mesmos minerais, os mesmos processos de formação, as mesmas rochas, etc., que existiam há *dois bilhões de anos atrás*.

Incessantemente, durante todo o tempo geológico, o processo evolutivo da matéria viva envolveu a totalidade da biosfera e, de variadas formas, influenciou (ainda que menos distintamente) seus corpos naturais inertes. Isto nos permite e obriga a falar sobre o *próprio processo evolutivo da biosfera*, que ocorre na massa inerte dos corpos naturais vivos e abióticos, mudando evidentemente com o curso do tempo geológico.

Devido à evolução das espécies, que procede incessantemente e nunca para, o reflexo da matéria viva no ambiente muda abruptamente. Por causa disso, o processo de evolução (alteração) é transferido para os corpos naturais bioinertes e biogênicos, desempenhando o papel mais importante da biosfera; entre tais corpos, encontram-se solos, água de superfície e lençóis freáticos (mares, lagos, rios, etc.), carvão, betumes, calcários, minérios organogênicos, etc. Por exemplo, os solos e rios devonianos não são os mesmos que os solos e os rios do terciário ou da nossa época. Esta é uma área de novos fenômenos dificilmente tomada em consideração pelo pensamento científico. *A evolução das espécies converte-se na evolução da biosfera.*

**9.** O processo evolutivo adquire um significado geológico especial porque criou uma nova força geológica: o pensamento científico da sociedade humana. Agora testemunhamos a sua entrada manifesta na história geológica do nosso planeta. Durante os milênios recentes, podemos observar um intenso crescimento da influência da matéria viva de uma espécie (a humanidade civilizada), sobre a mudança da condição da biosfera. Sob a ação do pensamento científico e do trabalho humano, a biosfera caminha para um novo estado – para a *noosfera*.

Devido ao movimento regular que durou um a dois milhões de anos (a um nível constantemente acelerado em suas manifestações), a humanidade abrange todo o planeta e torna-se separada (isolada) dos restantes organismos vivos, como uma força geológica nova e sem precedentes. Desta forma, a uma taxa comparável com a taxa de reprodução, que é expressa por uma progressão geométrica ao longo do tempo, é criado na biosfera um conjunto que cresce sem cessar de corpos naturais inertes *novos* (para a biosfera) e novos fenômenos naturais de grande dimensão.

Perante os nossos olhos, a biosfera modifica-se acentuadamente. E dificilmente pode haver qualquer dúvida de que a sua reconstrução (que se tem manifestado deste modo pelo pensamento científico, através do trabalho humano organizado) não é um fenômeno ocasional dependente apenas da vontade do homem, mas sim um *processo natural* elementar, cujas raízes são profundas e foram preparadas por um processo evolucionário que tem durado centenas de milhões de anos.

Quando o homem é guiado por um conceito de mundo científico (não filosófico nem religioso), deveria entender que ele não é um fenômeno natural agindo livremente, *um acaso independente do mundo circundante* – a biosfera ou a noosfera. Ele é uma manifestação inevitável de um grande processo natural que tem ocorrido de forma regular por centenas de milhões de anos.

Presentemente, sob a influência dos horrores da vida em nosso redor, frequentemente ouvimos a respeito da decadência da civilização, da autodestruição da humanidade e isso conjuntamente com um florescimento sem precedentes do pensamento científico. Essas atitudes e esses julgamentos parecem ser a consequência de uma penetração insuficientemente profunda no mundo circundante. O pensamento científico ainda não está totalmente incorporado na

vida; vivemos sob a influência dos hábitos filosóficos e religiosos que ainda persistem, mas são irrelevantes para as realidades atuais.

O conhecimento científico, que se manifesta como uma força geológica criando a noosfera, não pode levar a resultados que contrariem o processo geológico que o gerou. Não é um fenômeno acidental: nele está profundamente enraizado.

**10.** Este processo geológico está diretamente vinculado com a origem do cérebro humano. Na história da ciência, foi descoberto (na forma de generalização empírica) pelo profundo naturalista e eminente geólogo, paleontólogo e mineralogista americano, J. D. Dana (1813-1895), em New Haven. Ele publicou as suas conclusões há cerca de 80 anos atrás. Estranhamente, esta generalização ainda carece de acabamento e permanece meio esquecida. Não foi desenvolvida apropriadamente. Falarei a esse respeito posteriormente. Aqui, posso adiantar que Dana apresentou a sua generalização em linguagem filosófica e teológica, mas a mesma parece estar relacionada com ideias inadmissíveis (cientificamente).

Colocando-a numa linguagem cientificamente correta, Dana notou que, no decurso do tempo geológico, uma certa parte dos habitantes do planeta adquiriu um aparato nervoso central cada vez mais perfeito (quando comparado com estágios anteriores): o cérebro.<sup>10</sup> Dana designou este processo de *encefalose*. Ela nunca regride, apesar de ter parado repetidamente, por vezes por milhões e milhões de anos. Portanto, este processo manifesta-se através do vetor polar temporal, cuja direção nunca muda. Veremos que o estado geométrico espacial, ocupado pela matéria viva, é caracterizado apenas por vetores polares e que não existem linhas retas.

A evolução da biosfera está relacionada com a *aceleração do processo evolutivo* da matéria viva. Sabemos atualmente que existem períodos críticos na história da crosta terrestre, quando o ritmo da atividade geológica, nas suas diversas manifestações, se torna mais acelerado. Esta aceleração certamente não se manifesta no tempo histórico e pode ser cientificamente fixada apenas na escala do tempo geológico.

Podemos considerar estes períodos como críticos na história do planeta e tudo indica que foram causados por processos profundos (em relação à crosta terrestre), aparentemente transcendendo os limites da crosta terrestre. Ao mesmo tempo, os fenômenos vulcânicos, orogênicos e glaciais intensificaram-se, assim como as transgressões marinhas e outros processos geológicos envolvendo a maior parte da biosfera, simultaneamente e através dela. A aceleração e as grandes mudanças do processo evolutivo coincidem com estes intervalos. Durante esses períodos, ocorreram as maiores e mais importantes mudanças na estrutura da matéria viva, refletindo uma manifestação evidente da profundidade do significado geológico desta reflexão plástica da matéria viva, em meio às mudanças planetárias.

Não existe uma teoria, nenhuma explanação científica exata para este fenômeno central na história do nosso planeta. A ideia foi criada empírica e subconscientemente, entrando na ciência imperceptivelmente. A sua história nunca foi escrita. Este fenômeno foi bastante estudado por geólogos americanos, particularmente por J. D. Dana. O pensamento científico do nosso século foi bastante estimulado por este fenômeno.

Mas este fenômeno pode e deve ser abordado quantitativamente. Podemos medir a sua duração geológica e, portanto, caracterizar quantitativamente a mudança na taxa dos processos geológicos. Esta é uma das tarefas imediatas da radiogeologia.

---

<sup>10</sup> No manuscrito: “Expressando-o na linguagem científica corrente, Dana notou que, em nosso planeta, no decurso do tempo geológico, um aparato central cada vez mais perfeito – o cérebro – de uma certa parte dos seus habitantes se manifestou, quando comparado com o que havia existido antes”.

11. Antes da resolução desta tarefa, devemos notar e ter em consideração que o processo de evolução da biosfera e sua transformação em *noosfera* revela claramente a aceleração da velocidade do processo geológico. A história antiga da biosfera desconhecia mudanças como aquelas ocorridas na biosfera durante os últimos milhares de anos, em conexão com o crescimento do pensamento científico e as atividades sociais da humanidade.

Finalmente, estes são os conceitos que agora podemos inferir a partir do estudo da evolução dos organismos no decurso do tempo geológico. Para o tempo geológico, uma decamiríade é muito menos que um segundo para o tempo histórico. Assim sendo, mil anos na escala do tempo histórico são muito menos que 300 milhões de anos na escala do tempo geológico. Isso não contraria as grandes mudanças na biosfera que ocorreram, por exemplo, no cambriano, quando emergiram os elementos de esqueletos calcários de organismos marinhos macroscópicos; ou no paleoceno, quando a fauna mamífera foi formada. Não devemos esquecer que o tempo em que vivemos corresponde geologicamente aos períodos críticos do tipo acima citado, pois o período glacial ainda não está terminado: a velocidade das modificações é ainda tão baixa que a humanidade não nota tais mudanças.

O homem e a humanidade, o reino humano na biosfera, posicionam-se inteiramente dentro dos limites deste período e não os excedem.

Podemos descrever a evolução da biosfera, começando a partir do algonquiano, mais claramente a partir do cambriano, durante 500-800 milhões de anos. Nem uma única vez a biosfera se converteu num novo estado evolutivo; novas manifestações geológicas, que nunca haviam existido anteriormente, emergiram. Por exemplo, no cambriano, quando se originaram grandes organismos com esqueleto calcário, ou no terciário (talvez no cretáceo tardio), há 15-80 milhões de anos, quando se formaram nossas florestas e estepes e surgiram os grandes mamíferos. Vivemos agora (durante os últimos 10-20 mil anos) num período análogo, quando o homem, tendo elaborado o pensamento científico no seu ambiente social, cria uma nova força geológica na biosfera, previamente dela ausente. A biosfera se transformou, ou melhor, está sendo transformada num *novo estado evolutivo* – a *noosfera* – pelo pensamento científico da humanidade social.

12. A irreversibilidade do processo evolutivo é um resultado da distinção característica da matéria viva na história geológica do planeta, dos corpos naturais inertes e processos do planeta. Podemos verificar que essa irreversibilidade está relacionada com as qualidades especiais do espaço ocupado pelos corpos dos organismos vivos, com uma estrutura geométrica especial (como disse P. Curie), um *estado espacial* especial. Em 1862, Louis Pasteur foi o primeiro a compreender a importância radical deste fenômeno chamado por ele, infelizmente, de “dissemetria”.<sup>11</sup> Pasteur estudou este fenômeno de outro ângulo, a desigualdade das manifestações levóginas e dextróginas no organismo, em relação aos conceitos de “direita” e “esquerda” para os organismos.<sup>12</sup> Geometricamente, a posição direita e esquerda só pode surgir num espa-

---

<sup>11</sup> O princípio de dissimetria foi formulado por P. Curie (1859-1906), mas havia sido bem e intuitivamente compreendido por L. Pasteur (1822-1895). Identifiquei aqui este princípio como especial (L. Pasteur, *Oeuvres*, vol. 1, Paris, 1922; P. Curie, *Oeuvres*, Paris, 1908).

<sup>12</sup> É estranho que o fenômeno “direita-esquerda” tenha permanecido fora do pensamento filosófico e matemático, apesar de alguns filósofos e matemáticos notáveis, como por exemplo Kant e Gauss, o terem abordado. Pasteur foi perfeitamente inovador na sua reflexão e é bastante importante que tenha estudado este fenômeno e tenha reconhecido o seu significado através da experiência e observação. Curie baseou sua abordagem nas ideias de Pasteur, mas desenvolveu-as do ponto de vista da física. Quanto à significação destas ideias para a vida, vide: V. I. Vernadsky, *Ensaio Biogeoquímico* (1922-1932), Moscou-Leningrado, 1940; V. I. Vernadsky, *Problemas de Bioquímica*, Vol. 1, Moscou-Leningrado, 1935.

ção com vetores polares e enantiomórficos. A ausência de linhas retas e a curvatura, claramente manifesta nas formas de vida, parecem estar relacionadas com a propriedade geométrica. Devo retornar a este tópico posteriormente, mas agora preciso frisar que o espaço dentro dos organismos não corresponde ao espaço euclidiano (mas corresponde a uma forma de espaço de Riemann).

Agora, temos o direito de supor (para o espaço no qual vivemos) a manifestação de propriedades geométricas correspondentes às três formas de geometria existentes: euclidiana, lobatchevskiana e riemanniana. Esta inferência é lógica e perfeitamente válida, mas um estudo posterior é necessário para compreender se é verdadeira.<sup>13</sup> Lamentavelmente, uma série de observações empíricas relacionadas a esta área e cientificamente estabelecidas não é assimilada (quanto à sua importância) pelos biólogos e não entrou na sua visão científica de mundo. Contudo, como foi demonstrado por P. Curie, esse estado especial do espaço não pode surgir num espaço usual sem circunstâncias especiais. Utilizando os seus termos, um fenômeno dissimétrico deve ser sempre provocado por uma causa igualmente dissimétrica. Isso corresponde à generalização empírica básica de que o vivo tem a sua origem no vivo e que qualquer organismo nasce de outro organismo. Geologicamente, isso torna-se evidente a partir do fato de que existe uma fronteira intransitável entre os processos e corpos naturais vivos e os inertes, o que não é observado em outros invólucros terrestres. A biosfera inclui dois ambientes que são claramente distintos, tanto materialmente como energeticamente, interpenetrando-se mutuamente e trocando os átomos que os compõem, conectados com o fluxo biogênico de elementos químicos. Abaixo retornarei a este fenômeno em maior detalhe.

**13.** Estamos testemunhando agora uma exibição extraordinária da matéria viva na biosfera, geneticamente relacionada ao aparecimento do *homo sapiens* há centenas de milhares de anos com a criação, devida a isso, de uma nova força geológica, o *pensamento científico*, que aumentou grandemente a influência da matéria viva na evolução da biosfera. Sendo abraçada pela matéria viva, a biosfera parece aumentar a sua força geológica a um nível infinito; parece também se transformar pelo pensamento científico do *homo sapiens* e passar para um novo nível – a *noosfera*.

O pensamento científico como exibição da matéria viva *não pode ser*, na sua própria essência, um fenômeno reversível. Pode parar no seu movimento, mas tendo uma vez surgido e se revelado na evolução da biosfera, carrega em si uma possibilidade de desenvolvimento ilimitado com o tempo. Já foi verificado há muito que, nesta relação, o progresso do pensamento científico como, por exemplo na criação de máquinas, é completamente análogo ao curso da reprodução dos organismos.

Não existe irreversibilidade no ambiente inerte da biosfera. Aqui, a reversibilidade circular dos processos físico-químicos e geológicos evidentemente prevalece. A matéria viva introduz-se neles, através das suas manifestações físico-químicas, como uma discordância.

O crescimento do pensamento científico, intimamente ligado ao crescimento do povoamento da biosfera pelo homem, através da sua reprodução e da criação de matéria viva na

---

<sup>13</sup> O pensamento matemático já reconheceu, há muito tempo, a admissibilidade de pesquisa semelhante de manifestações geométricas não-euclidianas na realidade circundante. Talvez este pensamento estivesse claro para o próprio Euclides, quando separou o postulado das linhas paralelas dos axiomas. Lobatchevsky (1793-1856), procedendo a partir da rejeição desse postulado, procurou e provou a geometria não-euclidiana no nosso ambiente, questão que não levantou qualquer dúvida na formulação do pensamento de A. Einstein (compare: A. Einstein, *Geometrie und Erfahrung: erweiterte Fassung des Festvortrages*, Berlin, 1922). Podemos objetar que nestes casos foi admitido, *tacito consensu*, que uma ou outra geometria é comum à realidade como um todo, enquanto que no caso apresentado lidamos com a heterogeneidade geométrica do espaço na nossa realidade. O espaço da vida difere do espaço da matéria inerte. Não vejo qualquer razão para supor que tal admissão contradiga as fundações do nosso conhecimento exato.

biosfera, deve ser restringido pelo ambiente, estranho à matéria viva, e exercer uma *pressão* sobre ele. Pois este crescimento está relacionado com a quantidade de massa de matéria viva que aumenta rapidamente, participando (direta ou indiretamente) do trabalho científico.

Esse crescimento e a pressão nele envolvida aumentam constantemente, porque o trabalho científico inclui a atuação de diversas máquinas criadas pelo homem, cuja multiplicação na noosfera é regida pelas mesmas leis que as da própria reprodução da matéria viva, isto é, este crescimento pode ser descrito por uma progressão geométrica.

Assim como a reprodução dos organismos se manifesta através da pressão da matéria viva na biosfera, as manifestações geológicas do pensamento científico exercem (através das ferramentas que cria) uma pressão sobre o ambiente inerte e restritivo (para o pensamento) da biosfera. Assim, a noosfera, o reino da razão, é criado.

Na história do pensamento científico, do conhecimento científico e do seu desenvolvimento histórico, revela-se um novo aspecto, previamente não reconhecido. Esta história não deve ser considerada somente como a história da ciência humana. Ao mesmo tempo, ela é a *história da criação de uma nova força geológica na biosfera – a força do pensamento científico*, algo que não estava disponível anteriormente na biosfera. Esta é a história da manifestação de um novo fator geológico, uma nova expressão do estado organizado da biosfera. Este fator formou-se espontaneamente, como um fenômeno natural, durante várias dezenas de milhares de anos. Esta história não é fortuita, como qualquer fenômeno natural: ela é regular, no curso do processo paleontológico dependente do tempo, em que se criou o cérebro do *homo sapiens* e o ambiente social onde (em consequência, como um processo natural relacionado) o pensamento científico, esta nova força geológica e conscientemente dirigida, está sendo criado.

Mas a história do conhecimento científico, ainda que coincida somente com a história de uma disciplina humana, permanece sem reconhecimento e escrita. Não existe tentativa de fazê-lo. Apenas nos anos mais recentes, a história da ciência começou a avançar para além do nosso tempo “bíblico”; a existência de um *centro comum* para a sua geração, em algum lugar dentro dos limites da cultura mediterrânica emergente, há oitenta milhares de anos atrás, começa a ser reconhecida. É apenas com grandes lacunas que a começamos agora a revelar, através de vestígios culturais, estabelecendo os fatos científicos inesperados ou radicalmente esquecidos que foram vividos pela Humanidade, e fazendo novas generalizações empíricas a partir deles.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Uma mudança rápida no nosso conhecimento, devido a escavações arqueológicas, permite-nos esperar um grande progresso num futuro próximo.