

Friedrich Engels

A DIALÉTICA
DA NATUREZA

6^a EDIÇÃO



PAZ E TERRA

Friedrich Engels que, juntamente com Marx, concebeu o socialismo científico, nasceu em Barmen, Alemanha, em 1820, filho de um próspero fabricante de tecidos, e morreu em Londres, em 1895, 12 anos depois de Marx.

Em 1844 conheceu Marx, dando início a uma amizade e a uma comunhão intelectual das mais fecundas da história.

Na juventude, Engels foi membro do círculo dos “jovens hegelianos” (1842), tendo sido redator da *Rheinische Zeitung*. Em 1848 tornou-se secretário da Federação dos Comunistas, sediada na Inglaterra. Em 1848, toma parte ativa na insurreição de Barmen, durante a revolução que sacode a Alemanha naquele ano. Em 1870, retorna à Inglaterra onde colabora com Marx na fundação da primeira Associação Internacional de Trabalhadores.

Suas principais obras são:

1842 - *Schelling*

1845 - *O Anti-Dühring*

1873/

1883 - *A Dialética da Natureza*

1884 - *A Origem da Família, da Propriedade Privada e do Estado*

1888 - *Ludwig Feuerbach e o Fim da Filosofia Clássica Alemã*

A simples enumeração das obras de Engels indica a gama de interesses desse filósofo e militante político. Ela se estende desde a pesquisa dos fenômenos da natureza, sua classificação (a partir das teorias evolucionistas da época) e o lugar do homem na escala zoológica - objeto deste livro - até o estudo da dinâmica social, presente em outra obra magistral do grande pensador alemão: *A Origem da Família, da Propriedade Privada e do Estado*.

Por seu caráter pioneiro, *A Dialética da Natureza* é, ainda hoje, leitura obrigatória para os estudiosos da filosofia da ciência.

ISBN 85-219-0347-2



9 788521 090347 5

Pela segunda vez, em língua portuguesa, publica-se a *Dialética da natureza*, trabalho em que Friedrich Engels traça novos rumos para a interpretação racional do mundo e dos seus fenômenos. Diz o professor Haldane, no prólogo da edição alemã, que, se esse livro houvesse sido publicado há mais tempo, a ciência hoje teria tido maior desenvolvimento. Mas, na verdade, *Dialética da natureza* somente veio a ser publicada muitos anos depois de escrita. Vários fatores concorreram para essa demora. Entre estes, destaca-se a falta de oportunidade do autor, que teve a sua atuação voltada para outras atividades. Trabalhando na *Dialética*, entre 1870 e 1880, não chegou a terminá-la, pois os últimos anos de sua vida foram dedicados à preparação de outros trabalhos e à organização de manuscritos que Marx deixou sobre *O Capital*.

Morto também Engels, os originais da *Dialética da natureza*, com numerosas anotações, ficaram entre os seus papéis. Houve, depois, uma edição em língua alemã, mas incompleta e com muitos erros, que não teve maior repercussão. Somente em 1935 foi possível a publicação de uma edição correta, orientada pelo Instituto Marx-Engels-Lenin, de Moscou, e sob a direção de V. Adoratsky, que escreveu o prefácio e incluiu também o *Anti-Dühring*. Nesse volume, Adoratsky acrescenta as notas e correções de Engels, que, juntamente com os manuscritos da *Dialética*, ficaram por longo tempo em poder de Bernstein e Arens, que nenhuma providência tomaram para editá-la.

Dividiu Engels o seu trabalho em seis capítulos: “Natureza geral da dialética como ciência”, “Formas fundamentais do movimento”, “Medida do movimento: o trabalho”, “Calor”, “Eletricidade” e “Humanização do macaco pelo trabalho”. Sobre esse último capítulo o Dr. Augusto Bunge, autor da introdução à edição argentina, de 1941, diz, textualmente: “É a versão mais genialmente penetrante que conheço sobre o fascinante problema da origem do homem. Admira que Engels, em 1876, com os reduzidos conhecimentos da ciência biológica da época, conseguisse chegar tão alto e tão profundamente”.

Nesse, como nos demais capítulos, Engels, apesar das dificuldades que teve de enfrentar, revelou-se à altura da grandiosa tarefa que se propôs realizar, pois para levar avante o seu empreendimento estava, como nenhum outro, capacitado pela lógica do materialismo dialético, de que, juntamente com Marx, foi um dos fundadores.

Disse Engels no último capítulo da *Dialética*: “O trabalho é a fonte de toda riqueza, dizem os economistas. É, mas juntamente com a natureza, que lhe proporciona a matéria que ele transforma em riqueza. Porém, é infinitamente mais do que isso. É a condição fundamental de toda a vida humana e é em tal grau que, em certo sentido, devemos dizer: o trabalho criou por si mesmo o homem”.

**A DIALÉTICA
DA
NATUREZA**

Coleção PENSAMENTO CRÍTICO
vol. 8

Friedrich Engels

A DIALÉTICA DA NATUREZA

6^a EDIÇÃO



PAZ E TERRA

© Editora Paz e Terra

Capa Sábat

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

E48d	Engels, Friedrich, 1820-1895 A Dialética da natureza; prólogo de J.B.S. Haldane. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979. 3ª ed. 240 p. 21 cm (Pensamento crítico, v. 8)	
	Apêndices: 1. Humanização do macaco pelo trabalho. 2. A investigação científica no mundo dos espíritos.	
	1. Filosofia alemã 2. Materialismo dialético I. Título II. Série.	
		CDD-146.3 193 CDU-141.8 1(430) 1 Engels
76-0588		

1ª edição: 1977

Direitos adquiridos por
EDITORA PAZ E TERRA S/A
Rua do Triunfo, 177
01212 - São Paulo, SP
Tel. (011) 223-6522

que se reserva a propriedade desta tradução

2000

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

PRÓLOGO

J. B. S. Haldane

O marxismo tem, com a ciência, uma dupla conexão. Em primeiro lugar, os marxistas a estudam como parte de outras atividades humanas e procuram mostrar como as atividades científicas de qualquer sociedade dependem de suas variáveis necessidades e, assim sendo, em um sentido mais amplo, de seus métodos de produção; e, finalmente, como a ciência transforma êsses métodos de produção e, dessa forma, tende a modificar a sociedade no seu conjunto. Essa análise é necessária, qualquer que seja o fato histórico a ser cientificamente examinado, havendo inclusive investigadores não marxistas que aceitam hoje êsse processo, embora em parte. Em segundo lugar, porém, Marx e Engels não se contentaram com analisar as transformações sociais. Viam, na dialética, a ciência das leis gerais da transformação, não apenas na sociedade e no pensamento humano, mas também no mundo exterior que é refletido pela mente humana. Isso quer dizer que a mesma pode ser aplicada não somente aos problemas da ciência *pura*, como também às relações sociais da ciência.

Os homens de ciência já se estão familiarizando com a aplicação das idéias marxistas à posição da ciência na sociedade. Alguns aceitam-nas no todo ou em parte, outros combatem-nas vigorosamente e dizem que procuram o conhecimento puro por si mesmo. Muitos dêles, no entanto, não têm consciência de que o marxismo tenha alguma relação, com os problemas científicos isolados de seu vínculo com a sociedade, tais como, por exemplo, os problemas do tautomerismo em química ou o da individualidade em biologia. E alguns marxistas se inclinam a considerar o estudo de tais problemas científicos e filosóficos como carentes de importância. Entretanto, têm diante de si o exemplo de Lenin. Em 1908, a revolução russa já havia fracassado. Era necessário reconstruir o movimento revolucionário. Lenin viu que isso só poderia ser feito sobre uma firme base teórica. Assim foi que escreveu *Materialismo e Empiro-criticismo*. Isso implicava um estudo de filósofos tais como Mach e Pierson, a quem criticou, mas também de físicos tais como Hertz, J. J. Thomson e Becquerel, cujos descobrimentos podiam ser interpretados quer sob o ponto de vista materialista, quer sob o idealista. Apesar de tudo, Lenin não procurou abarcar tôdas as ciências.

Preocupou-se principalmente com a revolução que se verificava então na física e pouco teve a dizer a respeito da astronomia, da geologia, da química ou da biologia.

Trinta anos antes de Lenin, porém, Engels havia procurado examinar o conjunto das ciências, sob o ponto de vista marxista. Tinha sido sempre um estudioso delas. Desde 1861, mantivera estreito contato com o químico Schorlemmer, de Manchester e, durante muitos anos, discutira problemas científicos com êle e com Marx. Em 1871, foi a Londres e começou a ler livros e revistas científicos, em larga escala. Alimentou então o propósito de escrever um grande livro para demonstrar “que na Natureza se aplicam, na confusão de suas inumeráveis transformações, as mesmas leis dialéticas do movimento, leis essas que governam a aparente contingência dos fatos históricos”. Se êsse livro tivesse sido escrito, haveria sido de imensa importância para o desenvolvimento da ciência.

Mas, além do trabalho político, Engels enfrentava outras tarefas intelectuais. Fazia-se necessário contestar a obra de Dühring, e talvez o *Anti-Dühring*, que abrange todo o campo do conhecimento humano, seja um livro mais importante do que teria sido *Dialética da Natureza*, caso Engels o tivesse completado. Depois da morte de Marx, ocorrida em 1883, teve o trabalho gigantesco de completar e editar *O Capital*, além do qual escreveu o *Feuerbach* e *A Origem da Família*. Eis a razão pela qual *Dialética da Natureza* nunca foi terminado. O manuscrito compreende quatro volumes (embrulhos), todos com a letra de Engels, salvo certo número de citações de filósofos gregos, transcritas por Marx. Parte do manuscrito estava pronta para a publicação, uma vez que, como veremos, é quase certo que havia sido revista. Em grande parte, consiste apenas de notas esboçadas que Engels esperava poder desenvolver mais adiante. São, com freqüência, difíceis de ler, estando cheias de abreviações como, por exemplo, Mag. por ímã ou magnetismo. Ocasionalmente são encontrados garatujas e desenhos à margem. E finalmente: apesar de quase todo o texto estar escrito em alemão, é preciso notar que Engels escrevia também em francês e inglês, razão pela qual, em certos trechos, lhe saíam algumas frases híbridas, tais como: “*Wenn Coulomb von particles of electricity sprincht, which repeal each other inversely as the square of the distance, so nimmt Thompson das ruhig hin als bewiesen*”. Ou ainda: “*In der heutigen Gesellschaft, dans le mécanisme civilisé, herrscht duplicité d'action, contrariété de l'interêt individuel avec le collectif; es ist une queue universelle des individus contre les masses*”. A tradução desse trabalho foi uma difícil tarefa, sendo que a ordem dos diversos manuscritos não é de todo segura.

A maior parte do manuscrito parece ter sido elaborada entre 1872 e 1882, o que significa dizer que se refere aos conhecimentos científicos

de sessenta anos atrás. Por conseguinte, torna-se muitas vezes difícil acompanhar o seu raciocínio, caso não se conheça a história da prática e da teoria científicas dessa época. A idéia do que atualmente se denomina *conservação da energia*, começava a ser introduzida na física, na química e na biologia. Mas não estava ainda completamente elaborada e muito menos integralmente aplicada. Empregavam-se palavras tais como *fôrça*, *movimento* e *vis viva* em lugar do que atualmente chamariam de *energia*. Os ensaios sobre *Formas Fundamentais do Movimento*, *A Medida do Movimento: o Trabalho* e *O Calor* ocupam-se amplamente, das controvérsias provocadas por teorias incompletas ou incorretas a respeito da energia. São interessantes na medida em que mostram a maneira pela qual se desenvolveram as idéias sobre esse assunto e como encarava Engels as controvérsias de seu tempo. Atualmente, muitas dessas controvérsias não existem mais. A expressão *vis viva* já não se emprega para designar o dôbro da energia cinética e o termo *fôrça* adquiriu, em física, um sentido definitivo. Engels não as havia empregado em sua forma atual como se conclui pelo simples fato de que, no ensaio posterior, sobre a fricção das marés, emprega uma terminologia mais moderna. O interesse dessas controvérsias não reside tanto na detalhada crítica das teorias, muitas das quais deixaram de ter qualquer importância, mas sim no mostrar a maneira pela qual Engels encarava os problemas intelectuais. O ensaio sobre a eletricidade é ainda mais antiquado. Seu interesse reside nas críticas feitas às contradições de Wiedemann e nas suas conclusões em favor de uma investigação mais profunda no que diz respeito às conexões entre a ação química e a elétrica, a qual, como dizia Engels, “conduzirá a importantes resultados em ambos esses campos de investigação”. Essa profecia foi, logo após, realizada. A teoria iônica de Arrhenius transformou a química e a teoria de Thomson sobre o elétron, revolucionou a física. Nesse ponto também o manuscrito havia sido, seguramente, revisto antes de sua publicação. Em uma carta a Marx, de 23 de novembro de 1882, é assinalado o fato de que Siemens, em sua dissertação como presidente da *British Association*, definira uma nova unidade, a de potência elétrica, o watt, que é proporcional à resistência multiplicada pela corrente, enquanto que a força eletromotriz é proporcional à resistência multiplicada pela corrente. Compara estas com as expressões do impulso e da energia, examinadas no ensaio sobre *A Medida do Movimento: o Trabalho*, assinalando que, em cada um dos casos, temos uma simples proporcionalidade (o impulso, como velocidade, e a força motriz como corrente) quando não consideramos a transformação de uma forma de energia em outra. Mas quando a energia se transforma em calor (ou trabalho), o exato valor é obtido elevando ao quadrado a velocidade

ou a corrente. “De maneira que se trata de uma lei geral do movimento que fui eu o primeiro a formular”. Podemos agora ver por que tal se verifica. O impulso e a força eletromotriz, pelo fato de terem uma determinada direção, invertem-se quando são invertidas a velocidade e a corrente. Mas a energia não se modifica. Por conseguinte, a velocidade ou a corrente devem entrar, na fórmula, elevadas ao quadrado (ou a outra potência par) uma vez que $(- \times)^2 = \times^2$.

No ensaio sobre *A Fricção das Marés*, Engels cometeu um sério erro, ou mais exatamente, um erro que teria sido sério caso o houvesse publicado. Mas duvido muito de que o tivesse feito. Nas notas manuscritas ao *Anti-Dühring*, sustentou a opinião, muito corrente no século dezenove, de que consideramos evidentes verdades tais como os axiomas matemáticos, porque nossos antepassados estavam convencidos de sua validade ao passo que não pareciam evidentes a um bosquímano ou a um negro australiano. Pois bem, essa opinião é quase seguramente incorreta e, possivelmente, Engels admitiu sua falácia e não a publicou. Duvido apenas de que ele ou alguns de seus amigos cientistas, tais como Schor, houvessem descoberto o erro existente no ensaio sobre *A Fricção das Marés*. Mas inclusive como erro é interessante, porque é um desses erros que conduzem a um resultado positivo (a saber, que o dia se encurtaria mesmo quando não existissem oceanos) através de um raciocínio equivocado.

Em outras partes existem afirmações incorretas, como por exemplo, sobre as estrélas e os protozoários. Mas nesse caso não se pode culpar a Engels por seguir a doutrina de alguns dos melhores astrônomos e zoólogos de seu tempo. O aperfeiçoamento técnico do telescópio e do microscópio conduziram, logo depois, a grandes progressos em nossos conhecimentos a esses respeito, durante os últimos sessenta anos.

Em contraposição, as observações de Engels sobre o cálculo diferencial, conquanto inaplicáveis a esse ramo da matemática tal como é hoje ensinado, eram corretas no seu tempo e continuaram a sê-lo durante algum tempo depois. Engels observa que aquela se desenvolveu por contradição e que nem por isso deixou de dar bons resultados. Hoje em dia são dadas provas *rigorosas* de muitos dos teoremas a que se refere e alguns matemáticos sustentam haver eliminado as possíveis contradições. Na realidade, porém, o que fizeram foi apenas transferir as contradições para outra área, para o domínio da lógica matemática, onde continuam a existir. Não somente fracassaram todos os esforços destinados a deduzir a matemática, na sua totalidade, de um conjunto de axiomas (e de algumas regras para aplicá-los) como também Cödel demonstrou que semelhante tentativa estava destinada a fracassar. Em conseqüência, o fato de que a análise matemática possa ser ensinada

sem conter as contradições particulares mencionadas por Engels, de maneira nenhuma impugna a validade de seu argumento dialético.

Uma vez feitas tôdas essas críticas, é surpreendente a maneira pela qual Engels antecipou o progresso das ciências durante os sessenta anos transcorridos desde que escreveu. É provável que não concordasse com a teoria atômica da eletricidade, a qual se afirmou entre os anos de 1900 e 1930; e sabendo-se que o elétron comporta-se não apenas como uma partícula, mas também como um sistema de ondas em movimento, bem poderia ter pensado haver tomado um caminho errado. Sua insistência no fato de que a vida é o modo característico de comportamento das proteínas, parecia muito unilateral à maior parte dos bioquímicos, visto como cada cédula contém muitas outras substâncias orgânicas complicadas, além das proteínas. Sômente nos últimos quatro anos verificou-se que certas proteínas puras apresentam um dos aspectos mais importantes dos seres vivos: o de reproduzir-se em diversos meios.

Se bem que, em todos os ramos possamos estudar com vantagem o método de pensamento de Engels, creio que as partes do livro que tratam de biologia, sejam as de mais valor imediato para os homens de ciência da época atual. Naturalmente que isso pode ser devido a que, como biólogo, posso descobrir sutilezas do pensamento de Engels que me poderão ter escapado nas seções que tratam de física; pode ser também devido a que a biologia sofreu, nas últimas gerações, menos mudanças espetaculares do que a física.

A fim de ajudar os leitores a acompanhar o desenvolvimento da ciência desde a época de Engels, acrescentei à obra algumas notas. Certos leitores poderão refutar minha afirmação de que, em alguns casos, Engels se equivocou. Ele, entretanto, não me teria contestado. Tinha perfeita consciência de que não era infalível e de que o movimento operário não deseja Papas ou escrituras reveladas. *A Situação da Classe Operária na Inglaterra em 1844* (da qual havia aparecido, nos Estados Unidos, uma tradução em 1845) foi publicada pela primeira vez, na Inglaterra, em 1892. Em seu prefácio, escrito quarenta e oito anos depois, diz Engels o seguinte:

“Tive grande cuidado em não suprimir do texto muitas profecias, entre outras a de uma iminente revolução social na Inglaterra, aventura a que fui induzido pelo meu ardor juvenil. O surpreendente, não é que muitas delas tenham sido desmentidas, mas sim que algumas se tenham, de fato, realizado.” Creio que os leitores de *Dialética da Natureza* acabarão chegando a uma conclusão semelhante a essa.

Não mencionei, entretanto, as seções relativas à história da ciência. Essas figuram entre as passagens mais brilhantes de todo o livro, mas representam uma linha de pensamento seguida por Marx e Engels

em muitos de seus livros e que, desde então, foi desenvolvida por outros investigadores, razão pela qual a maioria dos leitores poderá achá-las menos interessantes. Finalmente, temos o delicioso ensaio denominado *A Investigação Científica no Mundo dos Espectros*. Entre os materialistas, existe a tendência a descuidar os problemas aí tratados. É digno de ser assinalado que Engels não se descuidou dos mesmos. Pelo contrário, examinou certo número de fenômenos considerados em sua época como *ocultos* e misteriosos, tendo chegado às mesmas conclusões a que chegou a maioria dos investigadores neste campo, sempre que, como Engels, imprimiram ao seu trabalho um robusto senso comum e também um certo sentimento de humor.

Foi uma grande desgraça, não só para o marxismo como também para todos os ramos da ciência da Natureza, o fato de que Bernstein, com quem ficou o manuscrito após a morte de Engels, não o tivesse publicado. Em 1924, foi o trabalho submetido (ou parte dêle) à consideração de Einstein que, apesar de não o considerar muito interessante sob o ponto de vista da física moderna, mostrou-se contudo partidário de sua publicação. Se, como parece provável, Einstein examinou apenas o ensaio sôbre a eletricidade, é fâcilmente compreensível sua vacilação, uma vez que ali são tratadas, quase que inteiramente, questões agora consideradas como superadas. O manuscrito foi editado, pela primeira vez, por Riazanov, em 1927. Mas a edição de Adoratski, de 1935, é mais satisfatória, por isso que várias passagens que careciam de sentido, na primeira edição, foram então esclarecidas.

Se o *método de pensamento de Engels* se tivesse tornado mais familiar, a evolução de nossas idéias sôbre a física, ocorrida nos últimos trinta anos, teria sido menos trabalhosa. Se as suas observações sôbre o darwinismo fôssem mais geralmente conhecidas, pelo menos a mim teriam poupado uma certa quantidade de raciocínios confusos. Eis por que dou as boas vindas à publicação de uma tradução, para o inglês, de *Dialética da Natureza*, esperando que as futuras gerações de homens de ciência aí encontrem *a necessária ajuda para maior elasticidade de seu pensamento*.

Não se deve pensar, no entanto, que *Dialética da Natureza* seja apenas interessante para o homem de ciência. Qualquer pessoa culta e, sobretudo, qualquer estudioso da filosofia, encontrará ao longo de todo o livro muita coisa útil, *especialmente nos Capítulos I, II, VII, IX e X*. Uma das razões pelas quais Engels se tornou um escritor de tão grande projeção é devida provavelmente ao fato de ter sido êle o homem de mais vasta cultura de seu tempo. Possuía, não só profundos conhecimentos de economia e de história, como sabia o suficiente para discutir o sentido de uma obscura sentença latina referente à lei matri-

monial romana e ainda explicar o processo químico que se verifica quando se mergulha um pedaço de zinco puro em ácido sulfúrico. E, para acumular seus vastos conhecimentos, não foi necessário enclausurar-se no estudo, mas, sim, desempenhava uma ativa parte nas coisas da política ao mesmo tempo que realizava um negócio e, inclusive, tomava parte na caça à rapôsa.

Necessitava desses conhecimentos, porque o materialismo dialético, filosofia que criou juntamente com Marx, não é apenas uma filosofia da história, mas uma filosofia que ilumina toda classe de acontecimentos, desde a queda de uma pedra até as imaginosas criações de um poeta. Ele empresta um particular interesse à interconexão de todos os processos naturais e o caráter artificial das distinções estabelecidas pelos homens, não só entre vertebrados e invertebrados ou líquidos e gases, mas também entre os diferentes domínios do conhecimento humano, tais como a economia, a história e as ciências naturais.

O Cap. II contém um esboço dessa filosofia em suas relações com a ciência da Natureza. No Cap. IV da *História do P. C. (b) da U.R.S.S.* encontra-se um resumo cuidadoso e condensado da mesma, mas as fontes principais para seu perfeito estudo são o *Feuerbach* e o *Anti-Düring*, de Engels; *Materialismo e Empiro-criticismo*, de Lenin; e algumas passagens das obras de Marx. Devido exatamente a ser ela uma filosofia viva, com inúmeras aplicações concretas, só se pode compreender toda sua força e importância quando a vemos aplicada à história, à ciência ou a qualquer outro campo de estudo que nos interesse. Por essa razão, um leitor que se ocupe fundamentalmente no que diz respeito ao campo político, ou ao econômico, retornará aos estudos que mais o seduzam transformado em um materialista dialético e, dessa forma, como um político ou economista de visão mais clara, depois de haver aprendido o método usado por Engels no que diz respeito à aplicação da dialética à Natureza.

No momento atual, é vitalmente necessária uma grande clareza de pensamento, se quisermos compreender a situação extremamente complicada com que se defronta toda a espécie humana e, em particular, nosso país, sobretudo se procuramos encontrar uma saída para um mundo melhor. O estudo de Engels nos acautelará contra algumas das fáceis soluções que nos são propostas hoje em dia e nos ajudará a desempenhar um papel inteligente e valoroso nos maiores sucessos de nosso próprio tempo.

J. B. S. HALDANE

Novembro de 1939.

P R E F Á C I O

A moderna investigação da Natureza é a única que conseguiu um desenvolvimento científico, sistemático e múltiplo, em contraste com as geniais intuições filosófico-naturalistas dos antigos e com as descobertas, muito importantes, mas esporádicas e em sua maior parte carentes de resultados, realizadas pelos árabes. A moderna investigação da Natureza data, como tódia a história moderna, dessa época poderosa a que nós, os alemães, denominamos a Reforma, depois da desgraça nacional que, por sua causa, nos aconteceu, a que os franceses chamam de Renascença e os italianos de Cinquecento, época que nenhum desses nomes explica exatamente. Ela se inicia na segunda metade do século XV. A realeza, apoiando-se nos habitantes das cidades, ou sejam, os burgueses, enfraqueceu o poder da nobreza feudal e fundou as grandes monarquias, baseadas essencialmente no conceito de nacionalidade. Sob esse regime, alcançaram grande desenvolvimento as modernas nações européias e a moderna sociedade burguesa. E, enquanto a burguesia e a nobreza continuavam engalfinhadas, a revolução camponesa alemã assinalou profeticamente as futuras lutas de classe, trazendo à cena não só os camponests sublevados — o que já não era novidade —, mas também, por trás deles, o esbôço do proletariado atual, tendo nas mãos uma bandeira vermelha e, nos lábios, a exigência da comunidade de bens.

Nos manuscritos encontrados depois da queda de Bizâncio e nas estátuas antigas descobertas em excavações feitas nas ruínas de Roma, desvendou-se aos olhos do Ocidente assombrado um verdadeiro mundo novo: a antigüidade grega. Diante de suas luminosas figuras, desapareceram os fantasmas remanescentes da Idade Média. Na Itália surgiu um florescimento artístico inesperado, resultado reflexo da antigüidade clássica e que nunca mais voltou a ser alcançado. Na Itália, na França e na Alemanha surgiu uma nova literatura, a primeira moderna. Inglaterra e Espanha viveram, pouco depois, sua época de literatura clássica. Foram derrubados os muros do antigo orbis terrarum; a Terra foi, então, realmente descoberta, lançando-se as bases do futuro comércio mundial, bem como a transição do artesanato à manufatura, que foi, por sua vez, o ponto de partida da moderna grande indústria. Foi atenuada a ditadura espiritual da Igreja. Os povos germanos repeliram-

na, em sua maioria, tendo adotado o Protestantismo, enquanto que, entre os povos latinos, estabeleceu-se uma alegre liberdade de pensamento, imitada dos árabes e alimentada pela filosofia grega, recentemente descoberta, tendo-se assim preparado o terreno para o materialismo do século XVIII.

Foi essa a maior revolução progressista que a humanidade havia vivido até então, uma época que precisava de gigantes e, de fato, engendrou-os: gigantes em poder de pensamento, paixão, caráter, multilateralidade e sabedoria. Os homens que estabeleceram o moderno domínio da burguesia eram alguma coisa em quase nada limitados pelo espírito burguês. Muito pelo contrário, o caráter aventureiro dessa época nêles se refletiu em certa dose. Não existia, então, quase nenhum homem de certa importância que não tivesse feito extensas viagens; que não falasse quatro ou cinco idiomas; que não se projetasse em várias atividades. Leonardo da Vinci era não só um grande pintor, mas também um grande matemático, mecânico e engenheiro, a quem os mais variados ramos da física devem importantes realizações. Albert Dürer era pintor, gravador, escultor, arquiteto e, além disso, inventou um sistema de fortificações que continha várias das idéias, muito mais tarde assimiladas por Montalembert, das modernas fortalezas alemãs.

Maquiavel era estadista, historiador, poeta e, ao mesmo tempo, o primeiro escritor militar digno de menção nos tempos modernos. Lutero não só limpou os estábulos de Águas da Igreja, como também o do idioma alemão: criou a prosa alemã moderna e escreveu o texto e a melodia desse coral triunfal que foi a Marselhesa do século XVI. Os heróis dessa época não se achavam ainda escravizados à divisão do trabalho, cuja ação limitativa, tendente à unilateralidade, se verifica freqüentemente entre seus sucessores. Mas o que constituía sua principal característica era que quase todos participavam ativamente das lutas práticas de seu tempo, tomavam partido e lutavam, êste por meio da palavra e da pena, aquêles com a espada, muitos com ambas. Daí essa plenitude e fôrça de caráter que fazia dêles homens completos. Os sábios de gabinete são a exceção: ou eram pessoas de segunda ou terceira classe, ou prudentes filisteus que temiam queimar os dedos.

Assim também a investigação da Natureza evoluía então, acompanhando a revolução geral, e era, por seu turno, inteiramente revolucionária, uma vez que era forçada a lutar pelo seu direito à existência. Ao lado dos grandes italianos, iniciadores da filosofia moderna, a investigação da Natureza forneceu alguns mártires, levados à fogueira ou aos cárceres da Inquisição. É bastante significativo o fato de que os protestantes sobrepuseram-se aos católicos no que se refere à perseguição à livre investigação da Natureza. Calvino mandou queimar Miguel Servet, quando êste estava prestes a descobrir a circulação do sangue, determi-

nando que fôsse assado lentamente, durante duas horas, ao passo que a Inquisição se contentava com, apenas e simplesmente, queimar Giordano Bruno.

O ato revolucionário pelo qual a investigação da Natureza declarou sua independência e repetiu, de certo modo, a queima de bulas papais, realizada por Lutero, foi a edição da obra imortal em que Copérnico, embora timidamente e já próximo da morte, lançou à autoridade eclesiástica sua luva de desafio a respeito das coisas da Natureza. A partir desse ponto, as ciências naturais se emanciparam da teologia, muito embora os esclarecimentos a respeito das pretensões daquelas e desta se arrastem até os nossos dias, não tendo ainda entrado em determinadas cabeças. Mas, desde então, o desenvolvimento das ciências se tem realizado a passo de gigante, podendo-se dizer que ganhou, em força, proporcionalmente ao quadrado da distância (o tempo), considerado o seu ponto de partida. É como se devêssemos demonstrar ao mundo que, daqui por diante, o mais excelso produto da matéria orgânica, — o espírito humano — é regido por uma lei de movimento, contrária à da matéria bruta.

A tarefa principal, nesse primeiro período das ciências naturais, então iniciado, era o domínio das questões mais imediatas. Na maior parte do que havia, quanto a conhecimentos científicos, tornava-se necessário começar tudo desde o princípio. A antigüidade clássica não havia legado Euclides e o sistema solar de Ptolomeu; os árabes, a numeração decimal, os primeiros elementos da álgebra, a numeração moderna e a alquimia. A Idade Média, cristã, nada nos deixou. Em face de tal situação, tornava-se necessário que se colocassem em primeiro lugar as ciências naturais mais elementares: a ciência dos corpos celestes e terrestres; e, ao lado dela, a seu serviço, a criação e o aperfeiçoamento dos métodos matemáticos. Nesse terreno, grandes coisas foram realizadas. No fim do período assinalado por Newton e Lineu, vamos encontrar esses ramos da ciência já delineados em seus aspectos fundamentais. Os métodos matemáticos, principalmente, foram estabelecidos no que havia de essencial: a geometria analítica, por Descartes, os logaritmos, por Neper, o cálculo diferencial e integral, por Leibnitz e talvez por Newton. (1) O mesmo se pode dizer em relação à mecânica dos corpos sólidos, cujas leis principais foram definitivamente esclarecidas. Finalmente, no que diz respeito à astronomia do sistema solar, Kepler estabeleceu as leis dos movimentos planetários e Newton as incluiu nas leis gerais do movimento da matéria.

Os demais ramos das ciências naturais ficaram muito distanciados do desenvolvimento fundamental daquelas outras. A mecânica dos corpos líquidos e gasosos começou a elaborar-se justamente no fim desse período. A física propriamente dita não havia vencido seus passos ini-

ciais, excetuando-se a ótica, cujos excepcionais progressos foram determinados pelas necessidades práticas da astronomia. A química começava, então, a emancipar-se da alquimia, mediante a teoria flogística. A geologia estava ainda na etapa embrionária da mineralogia; a paleontologia não podia, pois, existir. Finalmente, no campo da biologia, a preocupação principal era a coleta e uma primeira classificação do imenso material, tanto botânico e zoológico, como anatômico e fisiológico. Era apenas possível, então, a comparação das formas viventes entre si, a investigação de sua distribuição geográfica, bem como das condições climáticas e outras que pudessem influir sobre elas. A êsse respeito, somente a botânica e a zoologia conseguiram, até certo ponto, completar-se com as obras de Lineu.

Mas o que, realmente, caracteriza êsse período é a elaboração de uma peculiar concepção de conjunto, cujo centro é constituído pela noção da invariabilidade absoluta da Natureza. Fôsse qual fôsse o modo pelo qual a natureza tivesse chegado a existir, uma vez passando a existir devia permanecer tal como era, enquanto existisse. Os planetas e seus satélites, uma vez postos em movimento, pelo misterioso impulso primeiro, deviam continuar girando e girando, segundo as elipses estabelecidas, por tôda a eternidade ou, pelo menos, até o fim de tôdas as coisas. As estrelas permaneceriam para sempre fixas e imóveis em seus lugares, sustentando-se nos mesmos graças à gravitação universal. A Terra havia sido a mesma, desde sempre ou desde o dia de sua criação, segundo se preferisse acreditar. Os atuais cinco continentes haviam sempre existido e haviam tido sempre as mesmas montanhas, vales e rios, o mesmo clima, a mesma flora e fauna, a menos que tivessem sido modificados pela mão humana ou pelo transplante. As espécies de plantas e de animais haviam sido fixadas para sempre, desde suas origens. Cada espécie gerava sempre outra igual e já era avançar muito o fato de Lineu admitir que aqui ou acolá poderiam talvez surgir novas espécies em consequência de cruzamentos. Em contraste com a história da humanidade, que se desenvolve no tempo, prescreveu-se à história natural um desenvolvimento apenas no espaço. Negava-se tôda a modificação, todo o desenvolvimento na Natureza. A ciência natural, tão revolucionária a princípio, defrontou-se, de repente, com uma Natureza absolutamente conservadora, em que tudo era hoje da mesma forma que havia sido a princípio e na qual tudo teria que permanecer tal como era, até o fim do mundo ou por tôda a eternidade.

A ciência natural da primeira metade do século XVIII era muito mais avançada do que a da antigüidade grega no que se refere ao conhecimento e à classificação de seus materiais, mas, ao mesmo tempo, abaixo dela no que diz respeito ao domínio ideal dêsse material, dentro da concepção geral da Natureza. Segundo os filósofos gregos, o mundo

era algo que havia saído do caos e, depois se desenvolvera, isto é, algo que se fôra fazendo. Para os naturalistas do período de que nós nos ocupamos, a Natureza era algo ossificado, algo invariável e, para a maioria dêles, algo que havia sido feito de um só golpe. A ciência encontrava-se ainda profundamente dominada pela teologia. Por tôda a parte se buscava e se encontrava, como último recurso, um impulso exterior que não podia ser explicado pela própria Natureza. Se as leis da atração, pomposamente batizadas por Newton com o nome de gravitação universal, forem concebidas como uma propriedade essencial da matéria, donde vem a fôrça tangencial, não explicada, sem a qual seriam impossíveis as órbitas planetárias? Como surgiram as inumeráveis espécies de animais e de plantas? E como surgiu o homem, que não consta ter existido desde a eternidade? A essas perguntas, a ciência natural freqüentemente respondia lançando a responsabilidade sôbre o Criador de tôdas as coisas. Copérnico, no início dêsse período, lança a luva do desafio à teologia; Newton o termina com o postulado do primeiro impulso divino. O conceito geral mais elevado a que conseguiu chegar a ciência natural foi o da utilidade das coisas da Natureza, a trivial teologia de Wolff, segundo a qual os gatos foram criados para comer os ratos, os ratos para ser comidos pelos gatos e tôda a Natureza, para demonstrar a sabedoria do Criador. A mais alta honraria que se pode atribuir à filosofia dessa época é o fato de não se ter deixado extraviar em conseqüência da limitação dos conhecimentos das ciências naturais então existentes; o fato de haver — desde Spinoza até os grandes materialistas franceses — persistido em explicar o mundo por si mesmo e não deixar à ciência natural do futuro a justificação detalhada dêsse conceito.

Incluo os materialistas do século XVIII nesse período, porque não dispunham êles de nenhum outro material de ciências naturais, a não ser o já descrito. A obra transcendental de Kant, que sintetizou todo o conhecimento dessa época (na qual estabelecia que o mundo tivera sua origem no seio de uma nebulosa), continuava desconhecida, sendo que Laplace só veio muito depois dêles. É preciso não esquecer que essa antiquada concepção da Natureza, muito embora desmentida em todos os seus pontos pelo progresso da ciência, continuou predominando em tôda a primeira metade do século XIX e ainda hoje, no essencial, continua sendo ensinada em tôdas as escolas (1).

A primeira brecha nessa concepção petrificada da Natureza foi aberta, não por um naturalista, mas por um filósofo. Em 1755 apareceu a História Natural e Teoria Geral sôbre o Céu, de Kant. A questão do primeiro impulso era por êle eliminada: a Terra, bem como todo o sistema solar, constituíam algo que se foi formando no transcurso do tempo. Se a grande maioria dos naturalistas houvesse tido menos

horror a pensar, esse horror que **Newton** expressou com a advertência: "Física, toma cuidado com a metafísica"! , seriam levados a deduzir dessa genial concepção de Kant conclusões que lhes teriam poupado intermináveis extraviões, bem como um trabalho e tempo imensos, desperdiçados em direções erradas. Isso porque, na obra de Kant, estava o ponto de partida para todo o progresso ulterior. Se a Terra era algo que se tinha ido formando, então estava claro que seu atual estado biológico, geográfico e climático, suas plantas e animais deveriam também ter-se ido formando pouco a pouco. A Terra havia de ter uma história, não só no espaço, das coisas colocadas umas ao lado das outras, como também no tempo, das coisas sucedendo-se umas depois das outras. Se, imediatamente depois da publicação da obra de Kant, houvessem prosseguido decididamente as investigações nesse sentido, as ciências naturais estariam hoje muito mais adiantadas do que estão. Mas, da filosofia, que poderia resultar de bom? A obra de Kant não encontrou eco imediato; só longos anos depois, Laplace e Herschel tiveram ocasião de aplicar sua doutrina, dando-lhe fundamentos mais detalhados e impondo, gradualmente, a hipótese da nebulosa. (2) Descobertas ulteriores concederam-lhe, enfim, a vitória. Entre elas, as mais importantes foram: o movimento próprio das estrelas fixas; a verificação de que há um meio que opõe certa resistência nos espaços interestelares; a prova realizada, por intermédio da análise espectral, da existência dos mesmos corpos químicos em todo o universo e a existência também das massas radiantes sugeridas por Kant.

Apesar disso, pode-se pôr em dúvida que a maioria dos naturalistas tivesse chegado, desde logo, a adquirir consciência da **contradição** contida no fato de uma Terra que se modifica (embora contenha em si organismos invariáveis) caso a idéia nascente de que a Natureza não é, mas sim, um permanente vir-a-ser e passar, não tivesse recebido o apoio de outros fatos. Surgiu a geologia e não só se verificou a existência de camadas terrestres colocadas umas sobre as outras, formadas uma depois da outra, como também foram encontrados, nessas camadas, carcassas e esqueletos de espécies animais já extintas, ao lado de troncos, fôlhas e frutos de plantas que já não existiam. Era, portanto, forçoso reconhecer que não só a Terra, em seu conjunto, mas também sua atual superfície, bem como as plantas e animais que nela vivem, deviam ter uma história, no tempo. Isso foi, a princípio, reconhecido com muita má vontade. A teoria de **Cuvier** sobre os cataclismas verificados na Terra era revolucionária nas palavras, mas reacionária de fato. Em lugar de uma criação divina única, estabelecia uma série de rápidos atos de criação, convertida esta, por milagre, em uma alavanca essencial da Natureza. Recentemente, **Lyell** introduziu um conceito racional na geologia, ao substituir essas súbitas revoluções, provocadas por um simples

capricho do Criador, por ações graduais de lentas modificações processadas na Terra. (11)

Essa teoria de Lyell era, no entanto, ainda mais incompatível com a noção de espécies orgânicas imutáveis do que as teorias precursoras. A transformação gradual da superfície terrestre, e de tôdas as condições de vida sobre a mesma, conduzia diretamente à transformação gradual dos organismos e sua adaptação a esse meio que se transformava: conduzia, pois, à variabilidade das espécies. Mas a tradição é uma força não só na Igreja Católica, mas também nas ciências naturais. O próprio Lyell não atinou com a contradição durante muitos anos, e seus discípulos ainda menos. Isso só se pode explicar como resultado da divisão do trabalho, que havia sido introduzida nas ciências naturais, o que limitava cada um, mais ou menos, dentro de uma determinada disciplina especial e que somente a muito poucos não despojava da visão de conjunto.

Entretanto, a física havia feito progressos gigantescos. Seus resultados foram coordenados, quase simultaneamente, em 1842, ano transcendental para esse ramo de investigação da Natureza, por três homens, em diferentes pontos. Mayer, em Heilbronn; e Joule, em Manchester, assinalaram a transformação do calor em energia (3) mecânica e da energia mecânica em calor. Em conseqüência, ficou fora de qualquer dúvida a determinação do equivalente mecânico do calor. Ao mesmo tempo, demonstrou Grove — que não era naturalista profissional, mas advogado inglês, tendo apenas coordenado os resultados físicos já conseguidos — o fato de que tôdas as chamadas forças físicas podem transformar-se umas em outras, sob determinadas condições: a energia mecânica, o calor, a luz, a eletricidade, o magnetismo e até mesmo a denominada força química. Essa transformação é produzida sem perda alguma de energia. Dessa maneira e por intermédio da física, Grove demonstrou o princípio de Descartes segundo o qual a quantidade de movimento existente no mundo é invariável. Assim sendo, as diferentes energias físicas, por assim dizer, as espécies invariáveis da física, permaneciam unificadas como formas de movimento da matéria, diferenciadas e transformáveis umas em outras segundo leis determinadas. Era assim eliminada da ciência a casualidade da existência de determinado número de forças físicas, ao demonstrar-se suas correlações e formas de transformação. A física chegava, pois, como havia chegado já a astronomia, ao resultado que aponta inevitavelmente, como princípio último, a eterna circulação da matéria em movimento.

A maravilhosa rapidez do desenvolvimento da química, a partir de Lavoisier, e especialmente de Dalton, destruiu, por outro lado, as velhas concepções a respeito da Natureza. Ao preparar no laboratório, ou seja, por via inorgânica, combinações até então só encontradas em or-

ganismos vivos, a química demonstrou a validade de suas leis quer no que se refere aos corpos orgânicos, quer aos inorgânicos, dessa maneira transpondo, em grande parte, o imenso abismo que, mesmo depois de Kant, continuava a existir entre a natureza orgânica e a inorgânica.

Finalmente, o uso do método comparativo, por sua vez, tornou possível e necessário, no domínio da investigação biológica (graças à acumulação crescente de material resultante de viagens e expedições científicas, empreendidas sistematicamente desde meados do século XVIII) a exploração mais minuciosa das colônias européias, em todos os países, por especialistas nêles radicados (em geral, devido aos progressos da paleontologia, da anatomia e da fisiologia, especialmente depois do emprêgo sistemático do microscópio e do descobrimento da célula). Por um lado, as condições de vida das diferentes floras e faunas foram estabelecidas por meio da geografia física comparada; e por outro, os diferentes organismos foram comparados no referente a seus órgãos homólogos. E o foram, não somente depois da maturidade, como também em tôdas as fases de seu desenvolvimento.

Quanto mais profunda e exata se ia fazendo essa investigação, tanto mais se ia desfazendo, entre suas mãos, aquêlo rígido sistema de uma natureza orgânica invariavelmente fixa. Não somente se transformavam umas em outras, sem remédio, diferentes espécies de plantas e animais, como também apareciam certos animais como o Amphioxus e a Lepidosirena, (⁴) que desafiavam tôdas as classificações existentes, tendo sido encontrados organismos a respeito dos quais não era sequer possível decidir se pertenciam ao reino animal ou vegetal. As lacunas, no arquivo paleontológico, iam sendo gradativamente preenchidas, razão pela qual se impunha, mesmo aos mais recalcitrantes, o resultante paralelismo existente entre a história do desenvolvimento do mundo orgânico, em seu conjunto, e de cada organismo em particular. Tornava-se necessário lançar mão do fio de Ariadne, capaz de apontar o caminho para fora do labirinto em que a botânica e a zoologia parecia que se extraviavam cada vez mais. Era significativo o fato de que, quase simultaneamente com o ataque de Kant à eternidade do sistema solar, lançasse C. F. Wolff, em 1759, o primeiro ataque à invariabilidade das espécies e proclamasse a teoria transformista. E aquilo que, então, era apenas uma antecipação genial, tomou forma consistente com as obras de Oken, Lamarck e Baer, sendo levado à vitória por Darwin exatamente cem anos depois, em 1859. Quase ao mesmo tempo, verificou-se que o protoplasma e a célula, (que anteriormente haviam sido já apontados como formas primárias de todos os organismos), existem com vida independente, tal como as formas orgânicas mais primitivas. Dessa maneira, o abismo entre a Natureza orgânica e inorgânica ficava reduzido a um mínimo,

sendo eliminada uma das principais dificuldades que se opunham, até então, à **teoria da transformação progressiva de todos os organismos**. A nova concepção da Natureza ficava, assim, configurada em suas linhas gerais: **tudo aquilo que se considerava rígido, se havia tornado flexível; tudo quanto era fixo, foi pôsto em movimento; tudo quanto era tido por eterno, tornou-se transitório; ficara comprovado que tôda a Natureza se movia num eterno fluxo e permanente circulação.**

Dessa forma, **voltava-se às concepções dos grandes fundadores da filosofia grega: em tôda a Natureza, desde o menor ao maior, do grão de areia aos sóis, dos protistas (5) ao homem, há um eterno vir a ser e desaparecer, numa corrente incessante, num incansável movimento e transformação.** Tudo isso, apenas com uma diferença essencial: **tudo quanto, entre os gregos, era uma intuição genial, tornou-se agora para nós o resultado de uma investigação severamente científica, ligada à experiência e, por conseguinte, o conhecimento se apresenta sob uma forma muito precisa e clara. Na realidade, a determinação empírica dessa circulação universal, não está inteiramente livre de falhas, mas estas são insignificantes em comparação com o que já foi determinado com perfeita exatidão. Não podia deixar de ser incompleta a descrição dos detalhes, se considerarmos que os principais ramos da ciência — a astronomia, a química, a geologia — contam apenas um século de existência; a fisiologia comparada, cinqüenta anos; e o elemento fundamental de quase todo o desenvolvimento vital — a célula — foi descoberta faz apenas quarenta anos.**

De torvelinhos e vapores incandescentes (cujas leis de movimento talvez sejam descobertas depois que as observações de vários séculos nos esclareçam sôbre o movimento próprio das estrêlas) desenvolveram-se, por contração e esfriamento, os inumeráveis sóis e sistemas solares de nosso universo insular, (6) limitado pelos anéis estelares mais afastados da Via Látea. Essa evolução não se produziu, evidentemente, em tôdas as partes, com igual ritmo. A existência, em nosso sistema solar, de corpos escuros não planetários (quer dizer, de sóis apagados), cada vez mais se impõe no campo da astronomia (Mädler). Além disso, (segundo Secchi,) fazem parte de nosso sistema estelar algumas manchas nebulosas que ainda não constituem sóis completos, razão pela qual é possível admitir que outras nebulosas (como sustenta Mädler) sejam universos insulares independentes, muito afastados, cujo **desenvolvimento relativo** deverá determinar o espectroscópio.

Laplace estabeleceu, de maneira até agora não superada, que todo o sistema solar é proveniente de uma só massa nebulosa; e a ciência posterior cada vez mais o tem confirmado. (7)

Nos diferentes corpos assim formados — sóis, da mesma maneira que planêtas e satêlites — predomina, de início, **a forma de movimento da**

matéria a que denominamos de calor. Não são possíveis combinações químicas nem mesmo a uma temperatura semelhante à que possui ainda o Sol. Em que medida **o calor se transforma em eletricidade ou magnetismo** (8) será determinado por continuadas observações solares. Que os movimentos mecânicos, produzidos no Sol, são resultantes, principalmente, do conflito entre o calor e a gravidade, é um assunto quase resolvido.

Os diferentes corpos se esfriam tanto mais rapidamente quanto menores são. Primeiramente os satélites, os asteróides e os meteoros; do mesmo modo que a nossa Lua está morta há muito tempo. Os planetas se esfriam mais lentamente; e ainda mais lentamente, o corpo central.

Com o esfriamento progressivo, adquirem maior importância as variações das formas físicas de movimento, as quais se transformam umas em outras, até ser alcançado um ponto a partir do qual começam a prevalecer as afinidades químicas, isto é, em que os elementos químicos até então indiferentes, se diferenciam quimicamente, uns depois dos outros, adquirindo propriedades químicas e combinando-se entre si. Essas combinações variam constantemente, de acôrdo com a queda da temperatura, que não só influi, de diferentes maneiras, sobre cada elemento, mas também sobre as diferentes combinações de elementos; em seguida, pela transformação (resultante da queda de temperatura) de uma parte da matéria gasosa, primeiro no estado líquido e, depois, no estado sólido; e finalmente, em consequência das novas condições assim produzidas.

A época em que o planeta adquire uma crosta sólida e se verificam acumulações de água em sua superfície coincide com aquela em que seu calor natural é cada vez menor relativamente ao calor recebido do corpo central. Sua atmosfera se torna cenário de fenômenos meteorológicos, no sentido em que hoje entendemos essa palavra; e sua superfície sofre transformações geológicas em consequência das quais os depósitos produzidos pelas precipitações atmosféricas, predominam cada vez mais sobre a influência progressivamente debilitada do seu núcleo incandescente no sentido do exterior. Quando a temperatura desce o suficiente para que, pelo menos em uma parte importante da superfície, não ultrapasse os limites dentro dos quais pode existir a proteína (9), então é possível formar-se, sob condições químicas favoráveis, o protoplasma vivente.

Quais são essas condições prévias favoráveis, não o sabemos ainda, o que não é de estranhar, porque até agora não se conseguiu obter a fórmula química da proteína, já que não sabemos sequer quantas proteínas quimicamente diferentes existem, dado que somente há uns dez anos é conhecido o fato de que a proteína, embora carecendo totalmente

de estrutura⁽¹⁰⁾, realiza tôdas as funções essenciais à vida: digestão, eliminação, movimento, contrações, reação contra as irritações, reprodução. É possível que tenham transcorrido milhares de anos até que aparecessem as condições sob as quais se realizou o primeiro progresso e essa proteína amorfa pudesse constituir a primeira célula, tendo formado seu núcleo e sua membrana. Mas essa primeira célula representava a constituição de todo o mundo orgânico. Primeiro, como é possível admitir-se em virtude de tôdas as analogias do arquivo paleontológico, desenvolveram-se inumeráveis espécies de protistas não celulares e celulares, dos quais nos foi transmitido unicamente o Eozoon canadense⁽¹¹⁾, tendo-se alguns diferenciado gradualmente, transformando-se nas primeiras plantas e, outros, nos primeiros animais. E, dos primeiros animais, se desenvolveram, principalmente por meio de novas diferenciações, as inumeráveis classes, ordens, famílias, gêneros, espécies animais; em último lugar, o animal em que o sistema nervoso atinge o desenvolvimento mais completo — a dos vertebrados —; e finalmente, entre êles, o vertebrado em quem a Natureza adquire consciência de si mesma: o homem.

Também o homem surge por diferenciação. Não somente individual, diferenciado de uma célula ovular até o organismo mais complicado que produz a Natureza, mas também historicamente. Quando, depois de lutas milenares⁽¹²⁾, se fixou finalmente a diferenciação da mão e do pé, donde resultou o caminhar erecto, o homem se tornou diferente do mono; constituiu-se o fundamento do desenvolvimento da linguagem articulada e da formidável expansão do cérebro que, desde então, tornou intransponível o abismo que separa o homem do macaco.

A especialização da mão: ela significa a ferramenta; e a ferramenta significa a tarefa especificamente humana, a reação transformadora do homem sobre a Natureza, sobre a produção. Também os animais, entendidos num sentido limitado, possuem ferramentas; mas apenas como membros de seu corpo: a formiga, a abelha, o castor. Há também animais que produzem, mas sua influência produtiva sobre a Natureza circundante é igual a zero. Únicamente o homem conseguiu imprimir seu sêlo sobre a Natureza, não só trasladando plantas e animais, mas também modificando o aspecto, o clima de seu lugar de habitação; e até transformando plantas e animais em tão elevado grau que as conseqüências de sua atividade só poderão desaparecer com a morte da esfera terrestre. E tudo isso êle o conseguiu, em primeiro lugar e principalmente, por intermédio da mão. Até mesmo a máquina a vapor, por enquanto sua mais poderosa ferramenta para transformar a Natureza, em última análise e pelo fato de ser uma ferramenta, repousa sobre a mão. Mas, ao lado da mão, se desenvolveu passo a passo o cérebro, tendo aparecido a consciência, primeiro das condições necessá-

rias para serem alcançados determinados efeitos práticos úteis; e, mais tarde, entre os povos mais favorecidos, e resultante dela, a penetração e investigação das leis naturais que os condicionam. E, como o conhecimento rapidamente crescente dessas leis naturais, aumentaram os meios de reagir sobre a Natureza. A mão, por si mesma, não teria jamais realizado a máquina a vapor, se o cérebro do homem não se tivesse desenvolvido qualitativamente, com ela, ao lado dela e, até certo ponto, por meio dela.

Com o homem, entramos na história. Também os animais têm uma história: a de sua descendência e desenvolvimento gradual até seu estado atual. Mas essa história é feita para eles e, na medida em que eles mesmos dela participam, se realiza sem que o saibam ou queiram. Os homens, pelo contrário, quanto mais se afastam do animal, entendido limitadamente, tanto mais fazem eles próprios sua história, correspondendo, cada vez com maior exatidão, o resultado histórico aos objetivos previamente estabelecidos.

Mas, se aplicarmos essa medida à história humana, mesmo que seja à dos povos mais avançados da época atual, verificaremos que inclusive entre eles persiste ainda uma colossal desproporção entre os objetivos fixados e os resultados obtidos; veremos que predominam os efeitos não previstos; que as forças não controladas são muito mais poderosas do que as postas em movimento de acordo com o plano estabelecido. E não pode ser doutra maneira, enquanto a principal atividade histórica do homem, aquela que o elevou da animalidade à humanidade, a que constitui o fundamento material de todas as suas outras atividades — a produção para as necessidades de sua vida, isto é, hoje em dia a produção social — enquanto essa atividade estiver submetida ao jogo flutuante de influências indesejáveis, de forças não controladas, só excepcionalmente se realizando o objetivo desejado, mas com maior frequência, exatamente o contrário. Nos países industriais mais avançados, o homem dominou as forças naturais, submetendo-as ao seu serviço. Dessa maneira, se conseguiu multiplicar infinitamente a produção, de modo que um menino, hoje em dia, produz mais que cem adultos antes. Qual a consequência daí decorrente? Crescente excesso de trabalho e crescente miséria das massas; e a cada dez anos, um grande krach (crack ou crise). Darwin não teve a menor idéia da amarga sátira que escrevia sobre os homens (e especialmente sobre seus compatriotas), quando afirmou que a livre competição, a luta pela existência, que os economistas celebram como sendo a maior conquista histórica do homem, constitui exatamente o estado natural do reino animal.

Somente uma organização consciente da produção social, de acordo com a qual se produza e se distribua obedecendo a um plano, pode elevar os homens, também sob o ponto de vista social, sobre o resto do

mundo animal, assim como a produção, em termos gerais, conseguiu realizá-lo para o homem considerado como espécie. A partir daí, iniciarse-á uma nova época histórica, em que os homens como tais, (e com êles, todos os ramos de suas atividades, especialmente as ciências naturais) darão à sociedade um impulso que deixará na sombra tudo quanto foi realizado até agora.

Entretanto, tudo quanto é criado acaba perecendo. Podem escoarse milhões de anos, centenas de milhares de gerações poderão nascer e morrer; mas inexoravelmente avançava a hora em que o calor solar, que declina lentamente ⁽¹³⁾, não consiga derreter os gêlos invasores, provenientes dos polos; em que os homens, cada vez mais impedidos para uma faixa em tôrno do Equador, também ali não encontrarão calor suficiente para viverem; em que, pouco a pouco, desaparecerá até o último resquício de vida orgânica e em que a Terra, esfera congelada e morta como a Lua, girará dentro da mais profunda escuridão, segundo uma órbita cada vez mais próxima do Sol (que também se irá apagando), até ser por êle absorvida. Outros planêtas a terão precedido, outros seguirão a mesma sorte; em vez do sistema solar, harmônicamente articulado, luminoso e quente, apenas uma esfera fria e morta prosseguirá seu caminho solitário através do espaço. E a mesma coisa acontecerá, mais cedo ou mais tarde, a todos os outros sistemas de nosso universo insular; sucederá a todos os outros inumeráveis universos insulares, mesmo àqueles cuja luz jamais alcançará a Terra, enquanto nela exista um olho humano vivo, capaz de recebê-la. E, quando um sistema solar tiver terminado o seu ciclo de vida e encontrar o destino de tudo quando é perecível e sucumbe na morte, que mais poderá acontecer? Será que o cadáver solar circulará, pela eternidade do espaço, indefinidamente, como cadáver; e tôdas as fôrças naturais, antes diferenciadas numa ilimitada multiplicidade, se dissolverão na única forma de movimento denominada atração? “Ou será que (como pergunta Secchi, pág. 810) existem fôrças na Natureza que restituem ao sistema morto o seu estado inicial de névoa radiante e podem fazê-lo despertar para uma nova vida? Nada sabemos a respeito”.

Na realidade, não o sabemos no mesmo sentido em que $2 \times 2 = 4$ ou seja, que a atração da matéria aumenta ou diminui segundo o quadrado das distâncias. Mas, de acôrdo com a teoria das ciências naturais, que elabora sua concepção possível segundo um todo harmonioso, e sem a qual nem mesmo o empírico mais empedernido poderá hoje dar um passo, temos que contar freqüentemente com fatores não perfeitamente conhecidos; e a lógica do pensamento deve ter ajudado, em todos os tempos, ao conhecimento insuficientê. Pois muito bem: a moderna ciência natural deve ter adotado, da filosofia, o princípio da indestrutibilidade do movimento, sem o qual não poderia subsistir. Mas

o movimento da matéria não é apenas o grosseiro movimento mecânico, a simples mudança de lugar; é calor e luz, tensão elétrica e magnética, associações e dissociações químicas, vida e, finalmente, consciência. Afirmar que a matéria, durante toda a sua existência ilimitada no tempo, apenas uma única vez se encontra diante da possibilidade de diferenciar seu movimento e desenvolver, assim, toda a riqueza desse mesmo movimento, acontecendo isso por um espaço de tempo desprezível em relação a sua eternidade; dizer que antes e depois ela fica reduzida a simples mudanças de lugar, isso equivale a afirmar que a matéria é mortal e o movimento é coisa transitória. A indestrutibilidade do movimento não pode ser concebida apenas no sentido quantitativo, mas também no qualitativo. Uma determinada matéria cujas mudanças simplesmente mecânicas de lugar apresentem a possibilidade de transformar-se, sob certas condições favoráveis, em calor, eletricidade, ação química e vida, mas que não é capaz de gerar, por si mesma, essas condições, semelhante matéria terá perdido o movimento. Um movimento que tenha perdido a capacidade de transformar-se nas diferentes formas que lhe são próprias, possui ainda dynamis, mas já não apresenta nenhuma energia (14) e assim terá sido, em parte, destruído. Mas ambas essas coisas são inconcebíveis.

O certo é que houve um tempo em que a matéria de nosso universo insular havia transformado em calor uma massa tal de movimento (não sabemos até agora de que classe seria esse movimento) que, em virtude do mesmo, puderam desenvolver-se pelo menos vinte milhões de sistemas solares (segundo Mädler), correspondentes a outras tantas estrelas cuja extinção é também certa. Como se teria produzido essa transformação? Sabêmo-lo tão pouco quanto o Padre Secchi sabe se o futuro caput mortuum de nosso sistema solar será transformado, algum dia, em matéria prima para um novo sistema solar. Mas, uma de duas: ou devemos, neste caso, recorrer ao Criador, ou somos forçados a admitir a conclusão de que a matéria prima incandescente dos sistemas solares de nosso universo insular foi gerada, em forma natural, por determinadas transformações do movimento, transformações que são naturalmente próprias da matéria em movimento e cujas condições têm, portanto, que ser reproduzidas pela própria matéria, muito embora o sejam depois de muitos milhões de anos e mais ou menos casualmente, mas obedecendo à necessidade, que é também inerente à casualidade.

A possibilidade de semelhante transformação é hoje cada vez mais admitida. Chega-se assim à noção de que os corpos solares estão destinados a se chocarem uns contra os outros e chega-se até a calcular a quantidade de calor que se pode desenvolver em consequência desses choques. O súbito aparecimento de novas estrelas, o repentino aumento da luminosidade de outras já conhecidas (coisas sobre as quais somos

informados pela astronomia), são fatos mais facilmente explicados uma vez admitidos esses choques (15). Além disso, não só nosso grupo planetário se move em torno do Sol e este dentro de nosso universo insular, como também todo este nosso universo insular move-se, no espaço, num equilíbrio temporário em relação às outras ilhas, isso porque, mesmo um equilíbrio relativo de corpos que flutuam no espaço, só pode subsistir em virtude de movimento reciprocamente condicionado, sendo que alguns cientistas admitem que a temperatura não é a mesma em todo o espaço interestelar. Finalmente: sabe-se que, com exceção de uma parte insignificante, o calor dos inumeráveis sóis de nosso universo insular é perdido no espaço, sendo vãs seus esforços para elevar sua temperatura pelo menos de um milionésimo de grau centígrado (16). Que será feito de toda essa enorme quantidade de calor? Ter-se-á perdido para sempre na tentativa de aquecer o espaço interestelar? Terá deixado praticamente de existir, subsistindo apenas teoricamente pelo fato de que a temperatura do espaço elevou-se de uma fração decimal que começa por dez zeros ou mais? Esse conceito nega a indestrutibilidade do movimento; admite a possibilidade de que, através das sucessivas precipitações dos corpos solares, uns sobre os outros, todo o movimento mecânico existente é transformado em calor e este irradiado no espaço, daí resultando que todo o movimento acabaria destruído, apesar da indestrutibilidade da força. (De passagem, é necessário assinalar como é distorcida a denominação indestrutibilidade da força (17), ao invés de indestrutibilidade do movimento). Chegamos assim à conclusão de que, por um processo que caberá à futura pesquisa da Natureza esclarecer, o calor irradiado no espaço deve ter a possibilidade de transformar-se em outra forma de movimento, podendo assim voltar a acumular-se e novamente pôr-se em ação. Dessa maneira, desaparece a dificuldade principal que se opõe à possibilidade da transformação dos sóis extintos em névoa incandescente.

Por outro lado, a repetição, segundo um ciclo eterno, dos mundos no espaço infinito, é apenas o complemento lógico da existência de um número infinito de mundos no espaço ilimitado. Este é um princípio cuja necessidade se impõe até mesmo a um cérebro ianque anti-teórico de um Draper (John William. 1811-1882) (III).

É um ciclo eterno (18) esse em que se move a matéria, um ciclo cuja trajetória fica encerrada em períodos de tempo para os quais nosso ano terrestre não constitui medida possível; um ciclo em que o momento do mais elevado desenvolvimento (o momento da vida orgânica e, mais ainda, da vida animal e de seres conscientes de sua natureza) está tão rigorosamente medido como o espaço em que a vida e a consciência conseguem realizar-se. Um ciclo em que todo o estado definido da matéria, seja sol ou nebulosa, animal individual ou espécie animal,

combinação química ou dissociação, tudo é igualmente passageiro; em que nada é eterno a não ser a matéria em eterna transformação e eterno movimento, bem como as leis pelas quais se move e transforma.

No entanto, por mais freqüente e inexorável que seja a realização dêsse ciclo, no tempo e no espaço; sejam quantos forem os milhões de sóis e terras que se possam produzir e perecer; por mais longo que seja o tempo requerido para o aparecimento, em um sistema solar (e só em um de seus planêtas) das condições necessárias à vida orgânica; embora sejam inumeráveis os seres orgânicos que devam aparecer e desaparecer antes de que, entre êles, se desenvolvam animais com um cérebro capaz de pensar e que encontrem, por um curto período, condições que tornem possível sua vida, para serem logo depois destruídos inexoravelmente; podemos ter a certeza de que a matéria, em tôdas as suas transformações, permanece sempre a mesma; que não pode perder nenhum de seus atributos; e que, portanto, com a mesma férrea necessidade com que voltará a destruir, na Terra, sua mais alta floração — o espírito pensante — voltará a engendrâ-lo em outra parte e noutro tempo.

NOTAS DO PREFÁCIO

(1) — Não padece quase dúvida nenhuma de que Newton e Leibnitz inventaram, independentemente, o cálculo diferencial. Neste e noutros pontos, Engels critica, talvez com uma dureza demasiada, a obra de Newton. Deve-se recordar que a concepção essencialmente mecanicista da natureza, defendida por Newton, havia obtido tão grande êxito durante mais de um século que era já admitida como um dogma e que, em consequência disso, estava retardando o progresso da ciência. Agora que podemos ver o ponto em que Newton se equivocou, talvez possamos apreciar melhor sua grandeza do que era possível fazê-lo quando era absolutamente necessário criticá-lo. (*Nota de Haldane*)

x

(1) — Com que inquebrantável firmeza podia sustentar essa opinião, inclusive no ano de 1861, um homem cujos trabalhos científicos forneceram material da maior significação para rebatê-la, fica bem claro nas seguintes e clássicas palavras:

“Tôdas as configurações de nosso sistema solar, na medida em que podemos compreendê-las, tendem à conservação do que existe e a sua invariável continuação. Da mesma forma que, desde os tempos mais remotos, nenhum animal e nenhuma planta tornaram-se mais perfeitos (ou de alguma maneira diferentes); da mesma forma que, em todos os organismos, só encontramos etapas umas *ao lado* das outras e não sucessivamente; da mesma maneira que nossa raça tem permanecido sempre a mesma no referente aos seus aspectos corporais; assim também, a maior diversidade dos corpos celestes coexistentes não nos autoriza a supor que essas formas são, meramente, diferentes etapas de desenvolvimento, ou melhor, tudo aquilo que é criado é igualmente perfeito por si mesmo” (Mädler, *Astronomia Popular*, Berlin, 5.^a edição, 1861, pág 316). (*Nota de Engels*)

(2) — Esta era a hipótese de que o Sol e seus planêtas são a condensação de uma nebulosa rotante. Foi considerada plausível durante mais de um século. Mas atualmente não resta dúvida de que as nebulosas são tôdas elas enormemente maiores do que o sistema solar; e as nebulosas espirais (duma das quais se pensou haver-se originado o sistema solar) são sistemas de milhares de milhões de estrêlas, tal como a nossa própria Via Látea, porém muito mais distantes. Essa hipótese foi, contudo, de uma imensa importância, pois demonstrou, pela primeira vez, que o sistema solar tem uma história. O fato pode ser comparado com as idéias dos antigos a respeito da evolução biológica. (*Nota de Haldane*)

x

(II) — A falha na concepção de Lyell — pelo menos na sua primeira forma -- consiste em considerar as forças que atuavam sobre a Terra constantes em qualidade e quantidade. Não concebia êle o esfriamento da Terra; esta não se desenvolvia — segundo êle — em uma determinada direção: transformava-se, mas de um modo incoerente e casual. (*N. de Engels*)

x

(3) — Ao longo de todo êste parágrafo, a palavra alemã *Kraft* (fôrça) foi traduzida por *energia*. Joule e outros contemporâneos seus empregavam a palavra *fôrça* justamente onde agora costumamos usar *energia*. Veremos mais adiante (pág. 29) que Engels opôs-se ao uso da palavra *Kraft* (ou fôrça) por *energia*. Em certa época, preferiu *movimento*, mas, em seus últimos escritos, empregava o termo *energia* tal como a maioria dos autores modernos. A mudança realizada esclarece mais o sentido do trabalho de Engels do que se a palavra *fôrça* tivesse sido empregada. (*N. de Haldane*)

x

(4) — *Lepidosirena* — cordado que pode respirar ar durante meses ou até o fim de sua vida. (*N. de Haldane*)

x

(5) — *Protistas* — animais e plantas unicelulares, tais como o *Paramoecium*, a *Ameba*, o *Bacillus*. (*N. de Haldane*)

x

(6) — O fato se refere ao sistema de estrêlas de que faz parte o Sol e que representa a região mais densa da Via Látea. Mädler estava com a razão ao sustentar que muitos dos outros corpos então considerados como nebulosas eram massas semelhantes de estrêlas. Sua opinião de que há sóis extintos é mais duvidosa. Também não é provável que as nebulosas gasosas se possam, por acaso, condensar em sóis. (*N. de Haldane*)

x

(7) — A teoria de Laplace quase se pode garantir que está errada. (*N. de Haldane*)

(8) — Nas manchas solares foram descobertos intensíssimos campos magnéticos e sabe-se também que a matéria expelida pelas protuberâncias solares é elétrica-mente carregada. Esses dois fatos eram insuspeitados pela maior parte, senão pela totalidade, dos astrônomos da época em que escrevia Engels. (*N. de Haldane*)

x

(9) — Em todo êste livro, a palavra *Eiweiss*, empregada por Engels, é traduzida por proteína. A palavra *albumina*, empregada na tradução de algumas obras de Engels, é agora unicamente aplicada a um certo grupo de proteínas. As fórmulas químicas de umas poucas proteínas foram estabelecidas, com bastante exatidão, por Bergmann, um refugiado judeu-alemão, em Nova Iorque, em 1936. Mas a ordem em que estão dispostos seus elementos constitutivos é mais incompletamente conhecida. É provável que haja muitos milhões de proteínas diferentes. (*N. de Haldane*)

x

(10) — *Proteína carente de estrutura*: o *Bathybius* Haeckell que — segundo se supunha — era um organismo composto de uma massa de proteína carente de estrutura, ficando logo depois provado ser um artefato, isto é, não um produto natural, mas sim constituído de substâncias químicas que se supunha poder preservá-lo. No entanto, Engels estava, na essência, com a razão. Alguns dos vírus, isto é, os menores agentes causadores da enfermidade, são nada mais do que grandes moléculas de proteína, conforme foi demonstrado por Stanley, em 1936. Parece que não exercem tôdas as funções da vida, mas apenas algumas. (*N. de Haldane*)

x

(11) — O *Eozoon canadense* não é, quase sem dúvida, um produto orgânico. No entanto, há muitas razões para crer na verdade fundamental dêste parágrafo. (*N. de Haldane*)

x

(12) — A escala geológica do tempo é mais ampla do que se acreditava há uns cinqüenta anos. Seria mais correto dizer-se *milhões de anos*. (*N. de Haldane*)

x

(13) — Até há muito pouco tempo pareciam inevitáveis essas conclusões tão fúnebres, principalmente pelo fato de se haver demonstrado que a escala do tempo era enormemente maior do que a suposta. Mas, entre 1936 e 1938, Milne e Dirac chegaram, independentemente, à conclusão de que as próprias leis da Natureza evoluem; e Milne, em particular, concluiu que as transformações químicas se aceleram (numa proporção de aproximadamente 1/2.000.000.000 parte, por ano) em relação às transformações físicas. Se assim fôr, é concebível, pelo menos, que êsse processo possa ser suficientemente rápido para compensar o esfriamento das estrêlas e a vida, portanto, nunca se torne impossível. (*N. de Haldane*)

(14) — *Dynamis e Energeia* são palavras gregas empregadas por Aristóteles. Podem ser traduzidas, aproximadamente, como *potência e atividade*. (N. de Haldane)

x

(15) — O aparecimento de novas estrelas é agora explicado, em geral, não como consequência de uma colisão, mas devido a uma crise interna da própria estrela, o que estaria mais de acordo com a dialética. (N. de Haldane)

x

(16) — Na realidade, a temperatura das partículas de pó cósmico, existentes entre as galáxias, deve ser provavelmente de vários graus acima do zero absoluto. (N. de Haldane)

x

(17) — Engels protesta, com toda a razão, contra o uso da mesma palavra *Kraft* para designar *força e energia*. (N. de Haldane)

x

(III) — “A multiplicidade de mundos, no espaço infinito, conduz à concepção de uma sucessão de mundos, no tempo infinito.” (Draper, *History of the Intellectual Development of Europe*, 1864, II, pág. 325.). (N. de Haldane)

x

(18) — Atualmente os físicos estão divididos em face dessa questão. Alguns poucos participam da opinião de Engels, segundo a qual o universo experimenta transformações cíclicas, diminuindo, de certa forma, a entropia por processos até agora desconhecidos (por ex.: formação de matéria originária de radiações interestelares). Outros pensam, como Clausius (ver *Apontamentos*, nota IV), que haverá degradação. Há, porém, uma terceira possibilidade. Como foi dito mais acima, o trabalho de Milne sugere que o universo, em seu conjunto, tem uma história, muito embora seja infinita, no passado e no futuro. É quase certo que Engels teria dado seu beneplácito a essa idéia, apesar de admitir a eternidade das leis segundo as quais se move e se transforma a matéria. Mas a pág. 223 deixa bem claro o quanto Engels se aproximou do ponto de vista de Milne. (N. de Haldane)

Natureza Geral da Dialética como Ciência

(Desenvolver a natureza geral da dialética como ciência das relações, em contraste com a metafísica.)

As leis da dialética são, por conseguinte, extraídas da história da Natureza, assim como da história da sociedade humana. Não são elas outras senão as leis mais gerais de ambas essas fases do desenvolvimento histórico, bem como do pensamento humano. Reduzem-se elas, principalmente, a três:

- 1) A lei da transformação da quantidade em qualidade e vice-versa;
- 2) A lei da interpenetração dos contrários;
- 3) A lei da negação da negação.

Essas leis foram estabelecidas por Hegel, de acôrdo com sua concepção idealista, como simples leis do *pensamento*: a primeira, na Primeira Parte de sua *Lógica*, na doutrina do *Ser*; a segunda ocupa tôda a Segunda Parte de sua *Lógica*, a mais importante, que é a doutrina da *Essência*; a terceira, finalmente, figura como lei fundamental da construção de todo o sistema. O êrro consiste em que essas leis são impostas à Natureza e à História, não tendo sido deduzidas como resultado de sua observação, mas sim como leis do pensamento. Tôda sua construção, erigida sôbre essa base, é tão forçada que chega, por vêzes, a nos eriçar os cabelos: o mundo, quer o queira, quer não, deve adaptar-se a um sistema de idéias que, por sua vez, nada mais é do que o produto de determinada fase do desenvolvimento do pensamento humano.

Se, entretanto, invertermos a coisa, tudo se torna simples e as leis dialéticas, que parecem tão misteriosas na filosofia idealista, se tornam claras como o Sol.

Por outro lado, todo aquêle que conheça razoavelmente a obra de Hegel saberá que êle arranja as coisas, em centenas de pontos de seu trabalho, de maneira que os exemplos mais esclarecedores das leis dialéticas êle os vai buscar na Natureza e na História.

Não nos propomos redigir um tratado de dialética, mas apenas res-

saltar que as leis dialéticas são leis reais de desenvolvimento da Natureza e, por conseguinte, válidas no que diz respeito à teoria das ciências naturais. Por esse motivo, não podemos entrar em detalhes quanto à correlação entre essas leis.

1) *Lei da transformação da quantidade em qualidade e vice-versa.* Podemos expressá-la, para o objetivo que temos em vista, dizendo que, na Natureza, de um modo que se mantém sempre igual em cada caso particular, as mudanças qualitativas só se podem realizar por acréscimos ou por subtração quantitativa de matéria ou de movimento (a chamada energia). (1)

Na Natureza, tôdas as diferenças qualitativas se baseiam, seja em uma composição química diferente ou em diferentes quantidades ou formas de movimento (energia) ou, coisa que acontece quase sempre, em ambas. Torna-se, portanto, impossível modificar a qualidade de um corpo, sem fornecer-lhe ou tirar-lhe matéria ou movimento, isto é, sem provocar uma mudança quantitativa no corpo em questão. Dessa forma, o misterioso princípio hegeliano se torna, ao mesmo tempo, inteiramente racional e perfeitamente evidente.

Constitui uma tarefa supérflua ressaltar também os diferentes estados alotrópicos (2) ou de agregação dos corpos, por não dependerem de diferenças de agrupamentos moleculares, mas sim pelo fato de serem determinados por quantidades maiores ou menores de movimento que sejam transmitidas aos referidos corpos.

Mas qual é a mudança de forma do movimento ou da chamada energia? Quando transformamos o calor em movimento mecânico ou inversamente, não se modifica a qualidade, permanecendo invariável a quantidade? Exatamente. Mas a mudança de forma do movimento é como o vício, segundo o define Heine: qualquer pessoa pode ser virtuosa isoladamente, porque para pecar são necessários dois. A mudança de forma do movimento é um processo que se realiza sempre, pelo menos, entre dois corpos, um dos quais perde determinada quantidade de movimento doutra qualidade (movimento mecânico, eletricidade, decomposição química). Quantidade e qualidade se correspondem, pois, em ambos os sentidos e reciprocamente. Até agora não se conseguiu, dentro de um corpo isolado, transformar o movimento, passando-o de uma a outra forma.

Ocupamo-nos, por enquanto, apenas dos corpos inanimados. Para os corpos animados predomina a mesma lei, mas esta se verifica sob condições muito mais complicadas, sendo freqüentemente impossível, hoje em dia, sua medição quantitativa. (3)

Se imaginarmos um corpo qualquer inanimado, dividido e subsidiado em partes cada vez menores, a princípio não se verifica nenhuma

mudança qualitativa. Mas isso tem um limite; se conseguirmos, como na evaporação, pôr em liberdade as diferentes moléculas, podemos, em geral, continuar dividindo-as mas somente com uma mudança total da qualidade: a molécula é decomposta em seus átomos e estes possuem propriedades inteiramente diferentes daquela. Em moléculas constituídas de diferentes elementos químicos, ao invés da molécula composta, aparecem os átomos desses elementos. Nas moléculas de corpos simples, aparecem os átomos livres, que exercem efeitos inteiramente diferentes: os átomos livres de oxigênio nascente fazem facilmente o que os átomos prisioneiros na molécula de oxigênio atmosférico não conseguem jamais.

Mas também a molécula é qualitativamente diferente da massa do corpo a que pertence. Pode realizar movimentos independentes dessa mesma massa, embora permaneça aparentemente em repouso: vibrações calóricas, por exemplo; pode, mediante a mudança de sua posição ou de sua relação com as moléculas vizinhas, transformar o corpo em outro estado alotrópico, ou em outra agregação, etc. Vemos assim que a divisão, tendo embora um caráter puramente quantitativo, impõe um limite, transposto o qual se converte em uma diferenciação qualitativa. A massa consta de moléculas, mas na realidade é qualquer coisa diferente da molécula como esta, por sua vez, é diferente do átomo. É sobre essa diferenciação que repousa a separação da mecânica, como ciência das massas celestes e terrestres, da física, como mecânica da molécula, e da química, como física dos átomos.

Na mecânica, não se trata de qualidades, mas quando muito de estados como o equilíbrio, o movimento, a energia potencial, os quais consistem na transmissão mensurável do movimento e podem ser expressões quantitativamente. Se fôr produzida, nesse processo, uma mudança qualitativa, esta será determinada por uma correspondente mudança quantitativa.

A física encara os corpos como se fôsem quimicamente invariáveis ou indiferentes. Nela, temos que nos haver com as mudanças de seus estados moleculares e com as mudanças de forma do movimento que, em todos os casos, pelo menos em um dos lados, é posto em jôgo pela molécula. Neste caso, tôda mudança é uma transformação de quantidade em qualidade, consequência de mudanças quantitativas da quantidade de movimento, sob uma forma qualquer, própria do corpo. "Assim, por exemplo, o grau de temperatura da água é, no começo, indiferente quanto ao seu estado líquido; mas, ao aumentar ou diminuir a temperatura da mesma, chegará um ponto em que seu estado de coesão se modifica e a água é transformada em vapor ou gelo". (Hegel, *Enciclopédia*, edição das Obras Completas, t. VI, pág. 217). Assim, basta uma corrente elétrica mínima para tornar incandescente o filamento de pla-

tina da lâmpada de iluminação; assim é que cada metal tem sua temperatura de incandescência e de fusão; e cada líquido, seu ponto de congelação e de ebulição sob determinado grau de pressão, como é claro, na medida em que nossos meios nos permitam produzir a temperatura correspondente; e assim, finalmente, cada gás tem um ponto crítico em que a compressão ou o resfriamento o tornam líquido. Em poucas palavras: as chamadas *constantes*, na física, em geral não são mais do que a designação de pontos nodais em que o acréscimo ou subtração quantitativa de movimento, provoca uma mudança qualitativa no estado do corpo considerado, ou seja, em que a quantidade se transforma em qualidade. (4)

Mas o domínio em que a lei natural estabelecida por Hegel celebra os seus maiores triunfos, é no da química. Pode-se definir a química como sendo a ciência das mudanças qualitativas dos corpos em consequência das mudanças verificadas em sua composição quantitativa. Já o próprio Hegel sabia disso. (*Lógica*, Obras Completas, t. III, pág. 433). Consideremos o corpo mais ao nosso alcance: o oxigênio. Se três átomos se agruparem em uma molécula, em vez dos dois átomos habituais, teremos o ozônio, corpo muito diferente do oxigênio ordinário, quer por sua côr, que por sua ação. E a imensa variedade de condições em que o oxigênio se combina com o nitrogênio ou o enxôfre e nas quais cada uma constitui um corpo qualitativamente diferente de todos os outros. Quão diferente é o gás hilariante (o monóxido de nitrogênio: $N_2 O$) do pentóxido de nitrogênio ($N_2 O_5$)! O primeiro é um gás; o segundo, um corpo sólido, cristalino, sob temperatura ordinária. E, no entanto, tôda a diferença de sua composição consiste em que o segundo contém cinco vêzes mais oxigênio do que o primeiro. E, entre ambos, há outros três óxidos de nitrogênio ($N O$, $N_2 O_3$ e $N O_2$) cada um dos quais é diferente entre si e diferente dos retrocitados.

Mais notável ainda se manifesta esta lei nas séries homólogas das combinações do carbono, especialmente no referente aos hidrocarburetos simples. O primeiro da série, é o metano. O carbono tem quatro valências que, nesse corpo estão saturadas por quatro átomos de hidrogênio. O segundo, o etano, ($C_2 H_6$), tem dois átomos de carbono unidos entre si, por uma de suas valências, e as outras seis, livres, unidas com seis átomos de hidrogênio. E assim continua a série: $C_3 H_8$, $C_4 H_{10}$ etc., segundo a fórmula $C_n H_{2n + 2}$. Com o acréscimo, cada vez, de um átomo de carbono e dois de hidrogênio, forma-se um corpo qualitativamente diferente do anterior. Os três primeiros têrmos da série, são gases; o têrmo mais elevado que se conhece (5) o hexadecano $C_{16} H_{34}$ é um corpo sólido, tendo seu ponto de ebulição a $270^\circ C$. Da mesma forma se comporta a série dos álcoois primários, de fórmula $C_n H_{2n + 2} O$ e os ácidos graxos monobásicos (de fórmula $C_n H_{2n} O_2$) am-

bos derivados (teoricamente) das parafinas. Que mudança qualitativa pode produzir o acréscimo quantitativo de $C_3 H_6$? A experiência nos ensina, quando consumimos álcool etílico ($C_2 H_6 O$) sob qualquer forma aceitável, sem mistura de outros álcoois e quando, outra vez, tomamos o mesmo álcool etílico mas com um pequeno acréscimo de álcool amílico ($C_5 H_{12} O$), que constitui o principal componente do *infame juel oil*. Na manhã seguinte, nossa cabeça o percebe, com toda a segurança e para seu prejuízo, de modo que até se poderia dizer que a bebedeira e seu estado subsequente *representam* a quantidade transformada em qualidade; por um lado, de álcool etílico e, por outro, das moléculas de álcool amílico, acrescidos a esse $C_3 H_6$.

Nessas séries, a lei hegeliana se nos apresenta também sob outra forma. Os primeiros termos admitem uma só posição oposta dos átomos. Mas, se a quantidade dos átomos unidos numa célula alcança um tamanho determinado para cada série, então o agrupamento dos átomos pode realizar-se de diversas maneiras na molécula; podem aparecer, assim, dois ou mais corpos isômeros que possuem igual quantidade de átomos C, H, e O em sua molécula, mas são qualitativamente diferentes. Podemos até calcular quantas isomerias são possíveis para cada termo da série. Assim, na série de hidrocarbonetos $C_4 H_{10}$, são possíveis duas; para $C_5 H_{12}$, três; para os graus mais elevados, cresce muito rapidamente o número de isômeros. É assim, outra vez, o número quantitativo de átomos na molécula, o que determina a possibilidade teórica e, na medida em que ela se verifica, também a existência real desses corpos isômeros qualitativamente diferentes.

Há ainda mais. Da analogia dos corpos que nos são conhecidos, nessas séries, podemos tirar conclusões sobre as propriedades físicas dos termos ainda desconhecidos e estabelecer, com grande exatidão, (pelo menos para os termos mais próximos dos conhecidos) suas qualidades, tal como seu ponto de ebulição etc.

Finalmente: a lei hegeliana é válida não só para os corpos compostos, como também para os próprios elementos químicos. Sabemos agora "que as propriedades químicas dos elementos são uma função periódica dos pesos atômicos" (Roscoe-Schorlemmer, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*, t. II, pág. 823). Por conseguinte, sua qualidade é determinada pela quantidade de seu peso atômico. A respectiva demonstração foi feita brilhantemente. Mendelejeff demonstrou que, nas séries dos corpos simples aparentados, ordenados por seus pesos atômicos, encontram-se diferentes lacunas, indicando que, nelas, estão faltando outros elementos a serem descobertos. Um desses elementos desconhecidos, que Mendelejeff denominou eka-alumínio (porque continua a série que começa com o alumínio), foi por ele descrito antecipadamente

em suas propriedades químicas gerais, sendo previsto aproximadamente seu peso específico bem como seu peso e volume atômicos. Poucos anos depois, Lecoq de Boisbaudran (Paul Emile, 1838-1912) descobriu esse elemento, confirmando as previsões de Mendelejeff, com ligeiras diferenças. O eka-alumínio era, na realidade, o gálio (ibid., pág. 828). Tendo empregado — inconscientemente — a lei hegeliana da transformação da quantidade em qualidade, havia realizado Mendelejeff uma façanha científica que se pode colocar, decididamente, ao lado do cálculo feito por Leverrier da órbita do planêta Netuno, naquela época desconhecido.

Na biologia, da mesma forma que na história da sociedade humana, a referida lei é demonstrada a cada passo; mas desejamos apoiar-nos, neste ponto, em exemplos tirados das ciências exatas, dado que nelas as quantidades são exatamente mensuráveis e podem ser seguidas.

Provavelmente, os mesmos senhores que, até agora, têm vociferado contra a transformação da quantidade em qualidade, classificando-a de misticismo e transcendentalismo incompreensível, declaração que essa lei é uma coisa evidente, trivial, sem importância; que a têm usado desde algum tempo, de sorte que nada de novo se lhes está ensinando. Mas o fato é que haver formulado, pela primeira vez, uma lei geral aplicável ao desenvolvimento da Natureza, da sociedade e do pensamento, segundo uma forma válida para todos os casos, constitui, sem dúvida, uma façanha de transcendência histórica mundial; e esses senhores estiveram transformando, desde alguns anos, a quantidade em qualidade, sem saber o que faziam; deverão consolar-se com Monsieur Jourdain, de Molière, que também, durante toda a sua vida, havia feito prosa sem jamais ter suspeitado.

NOTAS

(1) — Esta parte foi provavelmente escrita em data posterior à primeira. Emprega o termo *energia* para superar conceitualmente os termos *fôrça* e *movimento*, quando estes medem capacidade para executar trabalho. (N. de Haldane)

x

(2) — Diz-se que numa substância é *alotrópica*, quando suas moléculas ou átomos estão dispostos de forma diferente, constituindo substâncias com propriedades distintas. Assim, o diamante e o *grafito* são formas alotrópicas do carbono. O fato de terem diferentes conteúdos energéticos foi previsto por Engels, mas somente comprovado depois de sua morte. (N. de Haldane)

x

(3) — A opinião de Engels foi inteiramente confirmada por meio de medições muito cuidadosas. (N. de Haldane)

(4) — Neste ponto, como acontece freqüentemente, Engels avançou muito além de seu tempo. Há cinquenta anos era evidente que o ponto de fusão de uma substância era um ponto nodal. Agora, porém, sabemos que também a sua cor representa uma série de pontos nodais. Ao aumentar a freqüência do vermelho ao violeta, tem-se uma série de freqüências capazes de pôr em rotação ou vibração as moléculas, de um modo particular. A luz dessas freqüências é por conseguinte, absorvida. E a cor de uma substância é simplesmente a expressão de sua capacidade para absorver luzes de diferentes freqüências. Seria possível dar outros exemplos. (*N. de Haldane*)

x

(5) — Desde a época de Engels, foram obtidos muitos outros termos da série. (*N. de Haldane*)

Formas Fundamentais do Movimento

O movimento, em seu sentido mais geral, concebido como forma de existência, como atributo inerente à matéria, compreende tôdas as transformações e processos que se produzem no Universo, desde as simples mudanças de lugar até a elaboração do pensamento. A investigação da natureza do movimento tinha, por certo, que partir das formas mais elementares e simples dêsse movimento, sendo necessário nos esforçarmos por compreendê-las primeiro, para depois conseguirmos algo no que se refere à explicação de suas formas mais elevadas e complexas. Assim é que vemos, no desenvolvimento histórico das ciências naturais, tomar forma, primeiramente, a teoria mais simples da mudança de lugar, a mecânica não só dos corpos celestes, como a das massas terrestres. Segue-se depois a teoria do movimento molecular — a física; e finalmente, quase ao seu lado e por vêzes adiantando-se a ela, a ciência do movimento dos átomos — a química.

Sòmente após êsses diferentes ramos do estudo das formas de movimento, que imperam na natureza inanimada, haverem alcançado um alto grau de desenvolvimento, foi possível abordar com êxito a explicação das formas de movimento que interferem nos processos vitais. As noções a êle referentes progrediram, acompanhando sempre os avanços da mecânica, da física e da química. De maneira que, enquanto a mecânica estava, havia já algum tempo, em condições de explicar suficientemente, por exemplo, o movimento transmitido ao corpo animal pelas alavancas ósseas (ao serem movidas pelas contrações dos músculos, aplicando-lhes as respectivas leis vigentes na natureza inanimada), estava ainda em seu início a explicação físico-química dos outros fenômenos vitais (1). Assim é que, se quizermos investigar agora a natureza do movimento, somos forçados a deixar de lado os movimentos orgânicos. Limitar-nos-emos, embora forçados, de acôrdo com o atual estado da ciência — às formas de movimento da natureza inanimada.

Todo movimento está ligado a alguma mudança de lugar: mudança de lugar de corpos celestes, de massas terrestres, de moléculas, de átomos ou de partículas de éter. Quanto mais elevada a forma de movimento, tanto menor a mudança de lugar. Essa mudança de lugar não é, de for-

ma alguma, a totalidade do respectivo movimento, mas é inseparável do mesmo. É isso, portanto, o que se deve, em primeiro lugar, investigar.

Tôda a Natureza que nos é acessível, constitui um sistema, um conjunto de corpos. E é necessário que admitamos como *corpos* tôdas as existências materiais, desde a estrêla ao átomo e até mesmo a partícula de éter, desde que admitamos sua existência. Mas, já que todos êsses corpos constituem um conjunto, não se pode deixar de admitir também o fato de que êles atuem uns sôbre os outros; e essa ação de uns sôbre os outros é justamente o que constitui o movimento. Fica assim estabelecido que não é possível conceber a matéria sem movimento. (2) E, já que a matéria se nos apresenta como uma coisa de fato, tão increável como indestrutível, daí se deduz que também o movimento é tão indestrutível como increável. Essa conclusão tornou-se inelutável, desde que o universo foi reconhecido como um sistema, como um conjunto correlacionado de corpos. E como êsse reconhecimento foi uma aquisição da filosofia muito antes de haver adquirido valor efetivo no referente às ciências naturais, compreende-se por que a filosofia, 200 anos das ciências naturais, chegasse à conclusão de que o movimento era não só increável como também indestrutível. Até mesmo a forma sob a qual a apresentou, ainda hoje é superior à das ciências naturais. O postulado de Descartes segundo o qual a quantidade de movimento existente no Universo é sempre a mesma, pode ser considerado errado apenas quando aplica uma expressão finita a um grandeza infinita. Por outro lado, ainda hoje são usadas, em ciências naturais, duas maneiras diferentes de expressar a mesma lei: a de Helmholtz (a da conservação da *fôrça*); e a mais nova e precisa, a da conservação da *energia*, uma das quais, como veremos, é justamente o contrário da outra, sendo que ambas traduzem apenas um aspecto da relação.

Quando dois corpos atuam um sôbre o outro, de maneira que a consequência seja a mudança de lugar de um ou de ambos, essa troca respetiva de lugar só pode consistir em uma aproximação ou um afastamento. Ou ambos se atraem, ou ambos se repelem. Ou ainda, como se expressa a mecânica, as fôrças que atuam entre êles são centrais, isto é, agem na direção da linha de união de seus respectivos centros. Que o fato se passa dessa maneira, que acontece sempre assim e sem exceção, no Universo, por mais complicados que pareçam certos movimentos, é hoje considerado como evidente. Para nós seria um contrasenso admitir que dois corpos, atuando um sôbre o outro (e a cuja interação não se opõe nenhum obstáculo ou na qual não intervenha um terceiro corpo), pudessem exercer sua ação de outro modo a não ser pelo caminho mais curto e direto, ou seja, na direção das retas que unem seus centros.

Helmholtz [*Erhaltung der Kraft (Conservação da Fôrça)*, Berlim 1847, Cap. I e II], além de tudo mais, apresentou a prova matemática de que a ação central e a invariabilidade da quantidade de movimento se condicionam reciprocamente; e que a admissão de outras ações, que não as centrais, conduziria a resultados por meio dos quais se poderia criar ou destruir o movimento. A forma fundamental de todo movimento é, portanto, a aproximação e o afastamento, a contenção e a expansão, em suma: a velha oposição polar denominada *atração e repulsão*.

É necessário anotar expressamente: atração e repulsão não devem ser concebidas, neste caso, como pretensas *fôrças*, mas sim como *formas elementares do movimento*. Na verdade, já Kant havia concebido a matéria como uma unidade de atração e repulsão. O que, de fato, se sabe com respeito às *fôrças* será visto mais adiante.

Todo movimento consiste num jôgo de intercâmbio entre atração e repulsão. Mas o movimento só é possível quando cada atração, isoladamente considerada, é compensada por uma repulsão correlativa, em outro ponto. Não fôra assim, e um lado predominaria sôbre o outro, no decorrer do tempo; e, dessa forma, terminaria o movimento. Por conseguinte, tôdas as atrações e tôdas as repulsões devem compensar-se no Universo. A lei da increabilidade e da indestrutibilidade do movimento é assim expressa no sentido de que todo o movimento de atração, no Universo, tem que ser contrabalançado por outro, equivalente, de repulsão e vice-versa; ou, como foi expresso pela filosofia antiga (muito antes que as ciências naturais), a qual estabeleceu a lei da conservação da energia nos seguintes têrmos: a soma de tôdas as atrações, no Universo, é igual à soma de tôdas as repulsões.

Entretanto, a êsse respeito poderia parecer que subsistiam duas possibilidades: que todo o movimento desaparecesse, um dia, fôsse porque se equilibrariam, finalmente, a repulsão e a tração; fôsse pelo fato de que tôda a atração se transferisse definitivamente para uma parte da matéria e tôda a repulsão para outra parte. Diante da concepção dialética, porém, essas possibilidades são excluídas de antemão. Uma vez que a dialética estabeleceu, de acôrdo com os resultados conseguidos até agora pela investigação da Natureza, que tôdas as oposições polares são condicionadas, necessariamente, pelo jôgo alternante de um sôbre o outro de ambos os pólos opostos; que a separação e oposição de ambos os pólos, só existe dentro de sua correspondência e união (e, inversamente, sua união é condicionada por sua separação, sua correspondência, por sua oposição) já não se pode falar de um equilíbrio final entre a repulsão e a atração; da separação definitiva de uma forma de movimento em uma metade da matéria e, da outra forma, na outra metade, ou seja, não se pode falar, nem da penetração recíproca, nem da sepa-

ração absoluta de ambos os pólos. Isso seria o mesmo que se pretender, no primeiro caso, que o pólo norte e o pólo sul de um ímã se iguallassem e interpenetrassem; e, no segundo caso, a divisão de um ímã em duas partes, deixaria uma (a metade austral), sem pólo norte e a outra (a metade boreal), sem pólo sul; quando a verdade é que a sua divisão determina, imediatamente, a formação de novos pólos opostos em cada uma das metades. Mas, mesmo quando o inadmissível de semelhantes suposições se torna patente em face da própria natureza dialética das oposições polares, o predomínio do modo de pensar metafísico entre os naturalistas faz com que desempenhe certo papel, na teoria física, a segunda hipótese, quando mais não seja. Esse é um assunto que será tratado em seu devido lugar.

Como se apresenta o movimento na interação entre atração e repulsão? O melhor será investigá-lo através das diferentes formas do próprio movimento. Da observação das mesmas, surgirá então a lei de conjunto.

Consideremos o movimento de um planêta em tórno de um corpo central. A astronomia escolar corrente explica, de acôrdo com a teoria de Newton, ser a elipse descrita em virtude da ação conjunta de duas fôrças: a atração do corpo central, contrária a uma outra fôrça tangencial que impulsiona o planêta normalmente à direção daquela atração. Supõe assim, além de uma forma de movimento, de procedência central, outra pretensa fôrça que atua em direção perpendicular à linha de união dos pontos centrais dos dois corpos. Isso entra em contração com a lei fundamental, antes citada, segundo a qual, em nosso Universo, todo movimento só pode ser realizado na direção dos pontos centrais dos corpos que atuam uns sôbre os outros ou, como se diz em geral, só pode ser causada por fôrças centrais. Dessa maneira, é introduzido na teoria um fator de movimento que, conforme já vimos, conduz necessariamente à criação ou destruição de movimento e, portanto, pressupõe um Criador. A questão era, pois, reduzir essa misteriosa fôrça tangencial a uma forma de movimento que operasse sob uma forma central; e foi isso que se verificou com a teoria cosmogônica de Kant — Laplace. Segundo essa concepção, todo o sistema solar teve sua origem em uma massa gasosa muito tênue, possuindo um movimento giratório como resultado da contração gradual da mesma. Dado que a rotação dessa esfera gasosa, no Equador, tinha que ser mais rápida, desprenderam-se dessa massa anéis gasosos que, em seguida, se fragmentaram e constituíram planêtas, planetóides, etc., que giram em tórno do corpo central na mesma direção da rotação primitiva. Essa rotação é explicada correntemente como sendo o resultado de um movimento peculiar às partículas gasosas, que se produz nas mais variadas

direções, mas nas quais, finalmente, predomina alguma em determinada direção, originando-se assim o movimento giratório que, por necessidade, se acelera progressivamente, em virtude da contração. Entretanto, seja qual for a hipótese que se admita a respeito do movimento giratório, fica eliminada essa força tangencial, reduzida a uma forma especial do movimento, que procede em direção central.

Se o elemento diretamente central do movimento planetário está representado pela gravidade, pela atração entre êle e o corpo central, o outro fator — o tangencial — se nos apresenta como um resto, sob a forma transmitida ou modificada, da primeira repulsão entre as diferentes partículas da esfera gasosa. O processo que deu origem à existência de um sistema solar apresenta-se assim como um jôgo alternativo entre a atração e a repulsão, no qual a atração adquirire um predomínio gradual, por isso que a repulsão é irradiada, sob a forma de calor, no espaço cósmico, sendo assim progressivamente perdida pelo sistema solar.

Vê-se, à primeira vista, que a forma de movimento aqui concebida como repulsão é a mesma que a física moderna denomina de *energia*. Em virtude da contração do sistema e da conseqüente diferenciação dos diversos corpos de que hoje consta, o sistema teria perdido *energia*. Essa perda, segundo o conhecido cálculo de Helmholtz, deve já ter alcançado uns 453/454 de tôda a quantidade de movimento que existia originariamente nêle, sob a forma de repulsão. (3)

Consideremos agora uma massa corpórea de nossa própria Terra. Essa massa está ligada à Terra pela gravidade, assim como a Terra está, por sua vez, ligada ao Sol. Mas, ao contrário da Terra, essa massa é incapaz de um movimento giratório próprio. Só se pode mover por meio de um impulso recebido de fora e, mesmo assim, quando termina o impulso, seu movimento não demora a extinguir-se, seja em virtude da gravidade apenas, seja em conseqüência de sua combinação com as resistências do meio em que se move. Esta resistência é também, em última análise, um simples efeito da gravidade, sem a qual a Terra não teria, em sua superfície, nenhum meio resistente por não possuir atmosfera. Por conseqüente, no movimento puramente mecânico sôbre a terra, temos que enfrentar uma situação em que a gravidade — a atração — predomina decididamente e em que a produção de movimento se exerce em duas fases: primeiro, atuar contra a gravidade; em seguida, deixar atuar a gravidade; em resumo, levantar e depois deixar cair.

Temos assim, de nôvo, a interação da atração, por um lado; e, pelo outro, a que se produz em sentido contrário, ou seja, uma forma de movimento de repulsão. Na Natureza, porém, não existe essa forma de movimento de repulsão que seja produzido no campo da mecânica terrestre *pura* (que opere com massas em estados *dados* de agregação e

coesão, para ela invariáveis). As condições físicas e químicas sob as quais uma rocha se desprende do cume de uma montanha, ou as que tornam possível a existência de uma catarata, estão fora do domínio da mecânica pura. O movimento de repulsão que eleva deve, entretanto, ser produzido artificialmente pela mecânica terrestre pura: pela força humana, animal, hidráulica, do vapor, etc. E essa circunstância, essa necessidade de combater artificialmente a atração natural, gera, entre os mecanicistas, o modo de ver segundo o qual a atração, ou seja, a gravidade (ou, como eles dizem, a força da gravidade) *representa o essencial*, a forma fundamental do movimento na Natureza.

Se, por exemplo, levantarmos um pêso e, por meio de sua queda direta ou indireta, fôr transmitido movimento a outros corpos, nesse caso, segundo o ponto de vista dos mecanicistas, não é o *levantamento* do pêso que transmite êsse movimento, mas a força da *gravidade*. Assim é, por exemplo, que Helmholtz faz atuar “a força mais conhecida e mais simples — a gravidade — como força motriz... por exemplo, nesses relógios de parede movidos por um pêso. O pêso... não pode obedecer a atração da gravidade, sem pôr em movimento todo o mecanismo do relógio”. Mas não pode pôr em movimento o mecanismo do relógio, sem que êle próprio vá baixando até que o cabo onde está dependurado tenha se desenrolado por completo:

“Então, o relógio pára: a capacidade de rendimento de seu pêso esgotou-se temporariamente. A ação da gravidade não se perdeu nem foi diminuída; o pêso continua a ser atraído, como dantes, pela Terra; o que se perdeu foi a capacidade dessa gravidade produzir movimento... Mas podemos dar corda ao relógio, elevando novamente, com a força de nossos braços, o pêso que lhe transmitia o movimento. No momento em que isso acontece, o pêso recupera a capacidade de rendimento anterior e pode manter, de novo, o relógio em funcionamento” [Helmholtz, *Pöpuläre Vorträge (Conferências Populares)*, II, 144/145].

Segundo Helmholtz não é, portanto, o levantamento do pêso, isto é, a comunicação ativa de movimento, o que aciona o mecanismo do relógio, mas a gravidade passiva do pêso, muito embora essa mesma gravidade somente seja tirada de sua passividade graças ao fato de haver sido o pêso levantado, voltando à sua passividade uma vez desenrolado o cabo que o suspende. De maneira que, segundo a concepção mais moderna, a *energia* nada mais é do que outra forma de se expressar o contrário da repulsão: a *atração*. Por enquanto, contentamo-nos apenas com verificar êsse fato.

Depois que o processo da mecânica terrestre alcançou seu objetivo final, depois que o pêso foi levantado e, em seguida, desceu desde a altura a que foi elevado, que é feito do movimento em que se transformou

êsse processo? Para a mecânica pura, o mesmo desapareceu. Mas agora sabemos que, de forma nenhuma, êle foi destruído. Uma pequena parte sua converteu-se em ondas sonoras e uma parte muito maior, em calor. Êsse calor, por sua vez, foi em parte transmitido à atmosfera; outra parte ao próprio corpo que serviu de pêso; e outra parte, finalmente, ao mecanismo sonoro. Também o pêso do relógio transmitiu pouco a pouco, sob a forma de calor de fricção, seu movimento às diferentes rodas do mecanismo do relógio. Mas não foi o movimento de queda, como se costuma dizer, isto é, — a atração — o que se transformou em calor, ou seja, em uma forma de repulsão. Pelo contrário, a atração (a gravidade) continua sendo, como Helmholtz faz notar acertadamente, o que era antes ou, se quisermos ser mais exatos, torna-se ainda maior. É a repulsão comunicada ao corpo levantado (em virtude do ato de levantá-lo) que, em virtude da queda dêste, é destruída *mecanicamente* e renasce como calor. A repulsão de massas é transformada em repulsão molecular.

O calor, como já o dissemos, é uma forma de repulsão. Imprime vibrações às moléculas dos corpos sólidos, afrouxando assim a conexão entre essas moléculas até que se verifica a transição ao estado líquido; com a transmissão continuada de calor, acentuam-se os movimentos das moléculas, no líquido, até um grau em que as mesmas se desprendem da massa e se movem isoladamente, em liberdade, com uma velocidade determinada mas condicionada, para cada molécula, por sua constituição química; e sua velocidade se eleva ainda mais, caso prossiga a transmissão de calor, daí resultando que as moléculas se afastem cada vez mais entre si.

Mas o calor é uma forma do que se denomina *energia*; esta se mostra pois, também neste caso, como sendo idêntica à repulsão.

Nos fenômenos da eletricidade estática e do magnetismo, encontramos a atração e a repulsão distribuídas polarmente. Seja qual fôr a hipótese que se pretenda fazer prevalecer, no que se refere ao *modus operandi* de ambas as formas de movimento, ninguém pode pôr em dúvida, em face dos fatos, que a atração e a repulsão (na medida em que são produzidas pela eletricidade estática ou pelo magnetismo e podem atuar sem obstáculos) compensam-se total e mutuamente, o que resulta, na realidade e necessariamente, da própria natureza da repartição polar. Dois pólos cujas ações não se compensassem mútua e inteiramente, não seriam exatamente pólos; e, além do mais, o fato é que até agora não foram ainda descobertos na Natureza. Deixamos, por enquanto, fora de apreciação o galvanismo, por isso que, neste, o processo é condicionado por certas reações químicas que o tornam mais complicado. Em face disso, investiguemos, de preferência, os próprios

processos de movimento químico. Quando duas partes (em pêso) de hidrogênio se combinam com 15,96 de oxigênio, para produzir vapor de água, durante êsse processo se desenvolve uma certa quantidade de calor, correspondente a 64.924 unidades de calor. Inversamente, se quisermos decompor 17,96 unidades-pêso de vapor de água em dois de hidrogênio e 15,96 de oxigênio, isso só será possível sob a condição de que seja transmitido ao vapor de água uma quantidade de movimento equivalente a 68.924 calorias, quer sob a forma de calor, quer de movimento elétrico. A mesma coisa se verifica em relação a todos os demais processos químicos. Na grande maioria dos casos, é produzido movimento durante a combinação, movimento êsse que precisa ser fornecido para se obter a decomposição. Neste caso também a repulsão é, em regra, o lado ativo do processo, o mais dotado de movimento e aquêle que também o exige; e a atração, o lado passivo, aquêle que dispensa o movimento e até o cede. Daí surgiu a moderna teoria segundo a qual, em geral, a combinação de elementos põe energia em liberdade, sendo esta absorvida pela decomposição. A energia apresenta-se, assim, novamente, como repulsão. Mais uma vez insiste Helmholtz:

“Podemos considerar essa força (a afinidade química)... como sendo uma força de *atração*... A força de atração existente entre os átomos de carbono e de oxigênio executa um trabalho, da mesma forma que a Terra o exerce, sob a forma de gravidade, sôbre um pêso levantado... Quando os átomos de carbono e de oxigênio se precipitam uns em direção aos outros e se combinam, formando o anidrido carbônico, as particulas dêste devem estar possuídas do mais violento movimento, isto é, de movimento calórico... Quando, mais tarde, tiverem cedido seu calor ao meio ambiente, teremos, no anidrido carbônico, todo o carbono, todo o oxigênio e também a afinidade química entre ambos, exercida com a mesma força anterior. Esta, porém, se manifesta agora apenas pelo fato de que mantém ligados, uns aos outros, os átomos de carbono e de oxigênio, não permitindo que os mesmos se separem” (loc. cit., pág. 169).

Da mesma forma que antes, Helmholtz insiste em que, na química, tal como na mecânica, a força consiste apenas no que se denomina *atração*, sendo, portanto, precisamente o contrário daquilo que outros físicos denominam energia, o mesmo enfim que *repulsão*.

Assim, temos agora, já não as simples formas fundamentais de atração e repulsão, mas sim tôda uma série de subformas, sob as quais o processo de evolução e involução do movimento universal se realiza em oposição à atração e à repulsão. Mas não é, de maneira alguma,

apenas o nosso raciocínio que inclui tôdas essas formas atuantes, sob a denominação comum de movimento. Pelo contrário, elas mesmas se manifestam, no que a isso se refere, como formas de um mesmo movimento, pelo fato de se transformarem, umas nas outras, sob determinadas circunstâncias. O movimento mecânico de massas se transforma em calor, em eletricidade, em magnetismo; o calor e a eletricidade provocam a decomposição química; a combinação química, por sua vez, produz calor, eletricidade e, por meio desta, magnetismo; finalmente, o calor e a eletricidade produzem, novamente, movimento mecânico. E o produzem de tal modo que, a determinada quantidade de movimento de uma certa forma, corresponde sempre uma determinada quantidade de movimento de outra forma, sendo indiferente a forma de movimento da qual foi tomada a unidade de medida com que se avalie essa quantidade de movimento: tanto faz que se utilize, para medir o movimento de massas, o calor, ou a chamada força eletromotriz, ou o movimento em que são transformados certos processos químicos.

Entramos, assim, no terreno da teoria da *conservação da energia*, fundada por J. R. Mayer, em 1842 (1), e desde então internacionalmente desenvolvida, com brilhante êxito. Falta-nos agora investigar as noções fundamentais com que hoje opera essa teoria e que são as noções de *força*, ou *energia* e a de *trabalho*.

Já se disse, mais acima, que a moderna noção de *energia*, hoje quase geralmente aceita, expressa a repulsão, enquanto Helmholtz expressa a atração por meio da palavra *força*. *Poder-se-ia* ver, nesse fato, uma simples diferença de forma, sem qualquer interesse (uma vez que a atração e a repulsão se equilibram no Universo), razão pela qual pode parecer indiferente qual o lado da relação que se considere positivo ou negativo; tal como nos é indiferente se, de um certo ponto de determinada linha, contarmos as abscissas positivas para a direita ou para a esquerda. Mas êste não é absolutamente o caso.

Antes de mais nada, não se trata aqui do Universo, mas de fenômenos que se produzem na Terra e que estão condicionados pela posição que ocupa esta no sistema solar e a dêste em relação ao Universo. Nosso sistema solar cede, a cada instante, enormes quantidades de movimento ao espaço cósmico; e um movimento de qualidade perfeitamente determinada: calor solar, quer dizer, repulsão. (4) Nossa Terra, pelo contrário, é sustentada apenas pelo calor solar, por ela em parte irradiado depois de havê-lo transformado parcialmente em outras formas de movimento. No sistema solar e especialmente em nossa Terra, a atração adquiriu já, dessa maneira, um notável predomínio sobre a repulsão. Sem a repulsão que nos é irradiada pelo Sol, desapareceria todo o movimento na Terra. Se o Sol esfriasse, a atração continuaria sendo,

na Terra, em igualdade de outras circunstâncias, a mesma que é agora. Uma pedra de 100 quilos, continuaria pesando 100 quilos, no lugar onde está. Mas o movimento, tanto das massas, como das moléculas e dos átomos, chegaria a um ponto de imobilidade que, segundo nossas concepções, seria absoluto. Por conseguinte, torna-se claro: para processos que se verificam na *Terra* de hoje, não é certamente indiferente que se conceba a atração ou a repulsão como o lado ativo do movimento, ou seja, que se considerem *fôrça* e energia como sendo a mesma coisa. Na Terra de hoje, a atração, em vista de seu decidido predomínio sôbre a repulsão, tornou-se *totalmente passiva*: todo o seu movimento ativo devemos-lo ao fornecimento de repulsão recebido do Sol. Em conseqüência, a nova escola — mesmo quando não tenha sabido esclarecer a natureza das relações do movimento — tem inteira razão quando, atendo-se ao problema e com referência aos processos *terrestres* (bem como de todo o sistema solar), concebe a energia como repulsão.

O têrmo *energia* não traduz corretamente, por certo, tôdas as relações de movimento, já que apenas considera um aspecto do mesmo, — a ação — mas não a reação. O têrmo é também apresentado como alguma coisa exterior à matéria, como algo que lhe tivesse sido enxertado. Apesar disso, deve ser êle preferido à expressão *fôrça*.

A noção de *fôrça*, tal como foi por todos aceita (de Hegel a Helmholtz), foi tomada de empréstimo à ação do organismo humano em seu meio. Referimo-nos sempre à *fôrça* muscular, à *fôrça* de levantamento dos braços, à *fôrça* elástica das pernas, à *fôrça* de digestão do estômago e do tubo intestinal, à *fôrça* de sensibilidade dos nervos, à *fôrça* de secreção das glândulas, etc. Em outras palavras: para evitarmos a indicação da verdadeira causa de certas modificações uma causa fictícia, emprestando-lhe uma determinada *fôrça*. E aplicamos, em seguida, êsse cômodo método ao mundo exterior, inventando para isso tantas *fôrças* quantos são os fenômenos existentes.

Nessa fase ingênua se encontravam as ciências naturais (com exceção talvez da mecânica celeste e da terrestre), ainda nos tempos de Hegel, que, com tôda a razão, insurgiu-se contra essa maneira de, então, se denominarem as *fôrças* (citar trecho). A mesma coisa diz noutra passagem:

“É melhor (dizer) que o ímã tem uma *alma* (como se expressa Thales) do que dizer que tem a *fôrça* de atrair; a *fôrça* é uma espécie de propriedade *separável da matéria*, sendo apresentada como um predicado; enquanto que a *alma* é um *movimento da matéria, uma coisa que faz parte integrante da natureza desta*” (*História da Filosofia*, I, pág. 208).

Atualmente, não tratamos essas forças tão levemente como as tratávamos então. Ouçamos Helmholtz:

“Se conhecemos integralmente uma lei natural, devemos exigir a sua validade sem exceções... Assim, a lei é por nós concebida como uma potência objetiva; e, de acordo com isso, a denominamos *fôrça*. Objetivamos, por exemplo, a lei de refração da luz como uma fôrça de refração das substâncias transparentes; a lei das afinidades químicas eletivas, como uma fôrça de afinidade das diferentes substâncias entre si. Referimo-nos, assim, a uma fôrça elétrica de contato entre os metais, e uma fôrça de adesão, a uma fôrça de capilaridade a muitas outras. Com esses nomes são objetivadas leis que, a princípio, abrangem apenas pequenas séries de processos naturais *cujas relações são ainda bastante complicadas*... a fôrça não é mais do que a lei objetivada do efeito... O conceito abstrato de fôrça, por nós introduzido, demonstra apenas que não inventamos arbitrariamente essa lei, que é uma lei compulsória dos fenômenos. Nossa exigência de *compreender* os fenômenos naturais, ou seja, descobrir suas leis, adquire assim outra forma de expressão: a de que devemos determinar as forças que constituem as causas dos fenômenos”. (Loc. cit., págs. 189-191; *Conferência de Innsbruck*, de 1869).

Em primeiro lugar, constitui maneira muito peculiar de *objetivar*, essa de introduzir, numa lei já estabelecida como independente de nossa subjetividade (ou seja, uma lei já perfeitamente objetiva), o conceito *puramente subjetivo* de fôrça. Semelhante coisa poderia ser permitida, quando muito, a um velho hegeliano adstrito à mais severa fidelidade à doutrina; mas não a um neokantiano como Helmholtz. Não se acrescenta a mínima objetividade nova à de uma lei já estabelecida ou à objetividade de uma ação quando nela introduzimos uma fôrça: o que lhe acrescentamos é a nossa *afirmação subjetiva* de que ela atua em virtude de uma fôrça inteiramente desconhecida no momento. Mas o sentido oculto dessa introdução pode ser percebido quando Helmholtz apresenta-nos exemplos: refração da luz, afinidade química, eletricidade de contato, adesão, capilaridade, elevando as leis reguladoras desses fenômenos aos estados nobiliários *objetivo* de fôrças. (“Com esses nomes, não objetivadas as leis que abrangem, de início, pequenas séries de processos naturais, *cujas relações são ainda bastante complicadas*”). É neste ponto, precisamente, que adquire um sentido essa *objetivação* que é, antes, uma *subjetivação*: não porque tenhamos reconhecido inteiramente a lei, mas sim, exatamente, por *não ser* este o caso, porque ainda nos encontramos às escuras, no que diz respeito a essas condições *bas-*

tante complicadas. Justamente por isso, nos refugiamos na palavra *fôrça*. Manifestamos assim, portanto, não os nossos conhecimentos científicos, mas sim a nossa *falta* de ciência a respeito da natureza da lei e de seu modo de atuar. Nesse sentido, como expressão abreviada de uma relação causal ainda não determinada, como recurso de emergência do idioma, pode acontecer que a usemos ocasionalmente. Mas isso só dará maus resultados. Com o mesmo direito com que Helmholtz explica os fenômenos físicos por meio de uma pretensa força de refração da luz, força de contato elétrico, etc., com êsse mesmo direito os escolásticos da Idade Média explicavam as mudanças de temperatura por meio de uma *vis calorífica* e de uma *vis frigidaciens*, fugindo assim a qualquer investigação dos fenômenos caloríficos.

Também nesse sentido fica demonstrada a distorção resultante do uso dêsse conceito de *fôrça*. Com efeito, todo êle é expresso de maneira unilateral. Todos os processos naturais são bilaterais, fundando-se sôbre a relação de, pelo menos, dois lados atuantes: a ação e a reação. O conceito de força, pelo fato de proceder da ação do organismo humano sôbre o mundo exterior (e também da mecânica terrestre), pressupõe que uma das partes é ativa e a outra é passiva, apenas recebendo. Estabelece, assim, a extensão de uma diferenciação de ordem sexual, até agora não verificável, às existências inanimadas. A reação da outra parte sôbre a qual atua a pretensa força aparece, quando muito, como uma reação passiva, como uma *resistência*. Tal maneira de raciocinar é admissível numa série de domínios (mesmo fora da mecânica pura), quando se trata de uma simples transmissão de movimento e de sua medição. Mas, nos processos mais complexos da física, como o demonstram os próprios exemplos de Helmholtz, já não bastam. A força de refração da luz reside, não só na própria luz como também nos corpos transparentes. Na adesão e na capilaridade, a força reside, ao mesmo tempo, na superfície sólida e no líquido. Na eletricidade de contato, é perfeitamente seguro que ambos os metais contribuem, cada um com sua parte; e a *fôrça de afinidade química*, se é que está em alguma parte, estará por certo nas *duas partes* que combinam. Mas uma força que consta de duas forças separadas, uma ação que não provoca uma reação, mas é atuante por si mesma, não é uma força no sentido com que é empregada na mecânica terrestre, a única ciência em que se sabe verdadeiramente o que significa uma força. Porque as condições fundamentais da mecânica terrestre são, em primeiro lugar, a negativa de investigar as causas do impulso, isto é, a natureza da força atuante no momento; e, em segundo lugar, a concepção da unilateralidade da força, à qual se opõe, sempre e em cada ponto, a mesma gravidade; de maneira que, relativamente a cada distância de queda terrestre, o raio da Terra é considerado igual ao infinito.

Continuemos examinando como Helmholtz *objetiva* suas *fôrças*, dentro das leis naturais.

Em uma Conferência de 1854 (*loc. cit.*, pág. 119) investiga êle a *provisão de fôrça de trabalho* (5) que continha originariamente a esfera nebulosa que deu origem ao nosso sistema solar. “Na realidade, lhe havia sido dada uma imensa provisão a êsse respeito, considerando-se apenas a que possui sob a forma de atração geral, de tôdas as suas partes entre si”. Isso é indubitável. É também indiscutível, no entanto, que tôda essa provisão de gravitação ou gravidade subsiste intacta no atual sistema solar, descontando-se talvez uma pequena quantidade que se tenha perdido na matéria irrevogavelmente lançada ao espaço cósmico. E acrescenta êle: “Também as fôrças químicas deviam estar presentes, prontas para atuar; mas, como essas fôrças sômente podem entrar em ação mediante o contato mais íntimo das diferentes massas, era preciso aparecer, primeiro, a condensação para que então comesçassem a atuar”. Se concordarmos com Helmholtz, admitindo essas fôrças químicas, como fôrças de afinidade, ou seja, como *atração*, nesse caso devemos também dizer que a soma total dessas fôrças químicas de atração persiste intacta dentro do sistema solar.

Logo em seguida, porém, indica Helmholtz na mesma página, como resultado de seus cálculos, “que apenas subsistem cêrca de $1/454$ avos da fôrça mecânica primitiva, como tal”, dentro do sistema solar. Como é possível conciliar tais coisas? A fôrça de atração, tanto a geral como a química, continua ainda intacta, no sistema solar. Outra fonte certa de fôrça não é indicada por Helmholtz. É verdade que, segundo êle, essas fôrças realizaram um trabalho gigantesco. Mas, nem por isso, foram multiplicadas ou diminuídas. Tal como ao pêso do relógio, a mesma coisa acontece a cada molécula do sistema solar e a êste próprio. “Sua gravidade não foi perdida, nem reduzida”. Tal como se viu na passagem anterior, referente ao carbono e ao oxigênio, a mesma coisa acontece com todos os elementos químicos: temos sempre a totalidade da quantidade dada de cada um, bem como “tôda a fôrça de afinidade que subsistir, com a mesma fôrça anterior”. Que foi que se perdeu, então? E que fôrça teria realizado êsse enorme trabalho, 453 vêzes maior do que aquêle que pode fornecer ainda nosso sistema solar? Até êste momento, Helmholtz não nos deu resposta alguma. Mais adiante, porém, diz êle:

“Se havia uma *outra provisão de fôrça, sob a forma de calor*, não o sabemos”. Com licença. O calor é uma *fôrça repulsiva*; atua, portanto, em sentido *contrário* ao da gravidade, bem como à afinidade química, sendo, pois, uma quantidade negativa, se considerarmos aquela como positiva. Por conseguinte, se Helmholtz imaginou sua provisão

originária como sendo composta de força de atração geral e química, então a provisão de calor que existisse além dessa, não poderia ser a *ela* acrescentada, mas subtraída. De modo contrário, o calor solar teria que *reforçar* a força de atração da Terra quando, precisamente, em *oposição* a êle faz com que se evapore sua água e se eleve o seu vapor; ou então, o calor de um cano de ferro incandescente, pelo qual é conduzido vapor de água deveria *reforçar* a atração entre o hidrogênio e o oxigênio, quando a verdade é que, pelo contrário, a anula. Ou ainda, para dizer a mesma coisa de outra maneira: admitamos que a esfera nebulosa, de raio r e, portanto, de volume igual a $\frac{4}{3} \pi r^3$ tenha uma temperatura igual a t . Suponhamos, em seguida, uma segunda esfera de igual massa e que, possuindo uma temperatura T , mais elevada, tenha um raio maior R , sendo seu volume igual a $\frac{4}{3} \pi R^3$. Dessa maneira, torna-se claro que, na segunda nebulosa, a atração (tanto a mecânica, como a física e a química) só poderá atuar com a mesma força que na primeira, quando seu raio R se tenha contraído, igualando-se a r ; quer dizer, quando tenha irradiado, no espaço cósmico, a quantidade de calor correspondente à diferença de temperatura $T - t$. A esfera nebulosa mais quente, demorará portanto mais tempo para condensar-se do que a mais fria. Por conseguinte, o calor, como obstáculo à condensação e considerado sob o ponto de vista de Helmholtz, não é nenhum *plus*, mas sim um *minus* da *provisão de força*. Helmholtz incorre, pois, decididamente em um erro de cálculo ao supor a possibilidade de que uma determinada quantidade de movimento *repulsivo*, sob a forma de calor, se agregue às formas *atrativas* de movimento, tornando maior a soma delas.

Reduzamos agora tôda essa *provisão de força*, tanto a possível como a demonstrável, a um mesmo denominador para que seja possível sua ação. Como não podemos, por enquanto, inverter o calor, substituindo sua repulsão pela atração equivalente, teremos que proceder a essa inversão com ambas as formas de atração. Teremos então, em vez da força de gravitação geral, em vez da afinidade química e em vez do calor possivelmente existente como tal, desde o princípio, apenas a soma do movimento de repulsão — ou a chamada energia — existente na esfera nebulosa, no momento em que se tornou independente. E dessa forma, termina o cálculo de Helmholtz, no qual pretende incluir o cálculo do *aquecimento* que “devia ser produzido em virtude da condensação inicial, admitida, dos corpos de nosso sistema, da substância nebulosa dispersa”. Reduzir assim tôda a *provisão de força* a calor, a repulsão, faz com que seja também possível acrescentar, à adição, a suposta *provisão de calor*. Então o cálculo indica, na verdade, que 53/454 avos de tôda a energia originária, existente na esfera nebulosa,

foram irradiados no espaço cósmico sob a forma de calor ou, falando com maior exatidão, que a soma de toda a atração existente no atual sistema solar representa a repulsão ainda existente nêle, segundo a relação de 454 para 1. Nesse caso, porém, o cálculo contradiz frontalmente o texto da Conferência à qual está junto como apêndice.

Mas, se a noção de força dá motivo a semelhante confusão de conceitos, mesmo no caso de um físico da estatura de Helmholtz, constitui isso a melhor prova de que a mesma é cientificamente imprestável em todos os ramos da investigação que ultrapassem os limites da mecânica analítica. Na mecânica, consideram-se as causas do movimento como dadas: ninguém se preocupa com sua origem, mas apenas com seus efeitos. Por conseguinte, se designarmos, como força, a causa de um movimento, isso não prejudica à mecânica como tal. Mas, se nos habituarmos a aplicar essa designação também à física, à química e à biologia, a confusão é inevitável. Já o verificamos e haveremos de verificá-lo outras vêzes.

Quando ao conceito de trabalho, dêle nos ocuparemos no próximo capítulo.

NOTAS

(1) — Hoje em dia já é bem conhecida a natureza de muitos processos químicos e elétricos do corpo animal. (*N. de Haldane*)

x

(2) — Os físicos que não haviam lido a obra de Engels assombraram-se diante da descoberta de que, inclusive nas vizinhanças do zero absoluto de calor, os átomos conservam ainda um vigoroso movimento interno. (*N. de Haldane*)

x

(3) — A partir da época de Helmholtz foram descobertas as enormes forças atrativas entre certos núcleos atômicos. Se as tomarmos em consideração, a perda é muitíssimo menor. (*N. de Haldane*)

x

(1) — Helmholtz, em suas *Populäre Vorlesugen*, II pág. 113, parece atribuir-se uma certa participação na demonstração científica da invariabilidade quantitativa de movimento, da mesma forma que Mayer, Joule e Colding. “Eu próprio, sem nada saber a respeito de Mayer e de Colding, tomando apenas conhecimento das experiências de Joule, já no final de meu trabalho, *havia tomado o mesmo caminho*; ocupei-me em investigar tôdas as relações entre os diversos processos naturais que podiam ser deduzidos dêsse modo de consideração, e publiquei minhas investigações em 1847, num pequeno trabalho sob o título *Über die Erhaltung*

der Kraft.” Mas nesse escrito nada se encontra de novo a respeito da situação imperante em 1847, com exceção das descobertas mencionadas, matematicamente muito valiosas, segundo as quais a *conservação da força* e a ação central das forças que atuam entre os diversos corpos de um sistema são apenas duas expressões distintas de uma mesma coisa; e, além disso, uma formulação mais exata da lei segundo a qual a soma das forças vivas e tensionais (a), em um sistema *mecânico* dado, é constante. Em tudo mais, já havia sido superado a partir do segundo trabalho de Mayer, de 1845. Já em 1842, Mayer defendia a tese da *indestrutibilidade da força* e, a partir de seu novo ponto de vista, em 1845, afirma, a respeito das *relações entre os diversos processos naturais*, coisas muito mais geniais do que Helmholtz, em 1847. (*Nota de Engels*)

x

(a) — *Fôrça viva* ou *vis vivas* é agora denominada energia cinética; e a *fôrça tensional* chama-se energia potencial (*N. de Haldane*)

x

(4) — Mais uma vez, estava Engels na dianteira sobre seus contemporâneos. Foi somente em 1900 que Lebedeff demonstrou que o calor radiante e a luz exercem repulsão sobre os corpos que os emitem; absorvem ou refletem. (*N. de Haldane*)

x

(5) — Atualmente devíamos denominá-la energia potencial. (*N. de Haldane*)

Medida do Movimento: O Trabalho

“Em compensação, tenho verificado que os conceitos fundamentais, neste terreno (isto é, “os conceitos físicos fundamentais de trabalho e de sua invariabilidade”), parece serem dificilmente compreensíveis pelas pessoas que não tenham passado pela escola da mecânica matemática (por maior empenho que ponham na tarefa e por maior que seja a sua inteligência), até mesmo possuindo um grau muito elevado de conhecimento das ciências naturais. Não se pode negar, porém, que se trata de abstrações de espécie muito particular. Tanto que sua compreensão só foi alcançada com certa dificuldade até mesmo por um espírito como o de M. Kant, segundo se infere da polêmica que manteve com Leibnitz”. É isso o que diz Helmholtz (*Conferências Científicas*, II, Prefácio).

Em vista disso, ousamos penetrar num território muito perigoso, tanto mais que não podemos conduzir o leitor “de acôrdo com a escola da mecânica matemática”. Mas talvez seja possível que, pelo fato de se tratar de conceitos, o pensamento dialético consiga conduzir-nos, pelo menos, tão longe quanto o cálculo matemático.

Galileu descobriu a lei da queda dos corpos, segundo a qual os espaços sucessivos percorridos por um corpo, ao cair, são proporcionais aos quadrados dos tempos de queda. Mas, ao lado dêsse princípio, estabeleceu um outro que, como veremos, não corresponde inteiramente ao mesmo: o de que a magnitude do movimento de um corpo (isto é, seu *impulso* ou *momento*) é determinada por sua massa e por sua velocidade; de forma que, com uma massa constante, ela é proporcional à velocidade. Descartes apoiou-se neste último princípio e, do produto da massa pela velocidade de um corpo em movimento, fez a medida geral de seu movimento.

Huyghens havia já verificado que, num choque elástico, a soma dos produtos das massas pelo quadrado das velocidades é a mesma tanto antes como depois do choque; e que uma lei semelhante rege diversos outros casos de movimento de corpos unidos em um mesmo sistema.

Leibnitz foi o primeiro a advertir que a medida do movimento, estabelecida por Descartes estava em contradição com a lei da queda

dos corpos. Por outro lado, não se podia negar que a lei estabelecida por Descartes era correta sob vários aspectos. Em vista disso, Leibnitz dividiu as forças do movimento em mortas e vivas. As mortas eram representadas pelas *pressões* ou *tendências* dos corpos em repouso; e sua medida é igual ao produto de sua massa pela velocidade com que se moveriam se passassem do estado de repouso ao de movimento. Em contraposição, como medida da força viva (do verdadeiro movimento de um corpo), estabeleceu que seria igual ao produto de sua massa pelo quadrado de sua velocidade. Essa nova medida do movimento foi diretamente deduzida da lei que preside à queda dos corpos:

“Para levantar, a um pé de altura, um corpo que pese quatro libras — concluía Leibnitz — torna-se necessária a mesma força exigida para levantar a quatro pés um outro que pese apenas uma libra. Mas suas trajetórias são proporcionais ao quadrado da velocidade, porquanto um corpo, quando cai da altura de quatro pés, terá alcançado uma velocidade dupla daquêle que caiu apenas da de um pé. Por outro lado, ao cair, os corpos adquirem a força necessária para subir à mesma altura da que caíram; de sorte que as forças são proporcionais ao quadrado da velocidade”. [Heinrich Suter, 1848-1922, *Gesch. der Mathem.* (História da Matemática), II, pág. 367].

Leibnitz assinalou, além disso, que a medida *mv* do movimento está em contradição com a lei cartesiana da constância da quantidade de movimento, por isso que, se a primeira tem valor real, a força (isto é, a quantidade de movimento); aumenta ou diminui constantemente na Natureza. Chegou mesmo a esboçar um aparelho (1960, *Acta Eruditorum*) o qual, se a medida *mv* fôsse correta, teria que representar um movimento contínuo, com uma constante aquisição de força, o que seria absurdo. Helmholtz voltou a empregar ultimamente, com frequência, essa mesma argumentação.

Os cartesianos protestaram enêrgicamente, entabulando-se uma polémica famosa, através de muitos anos, da qual participou também Kant com sua primeira obra [*Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte* (Considerações Sobre a Verdadeira Medição das Forças vivas), 1746], sem que o assunto fôsse, entretanto, perfeitamente esclarecido. Os atuais matemáticos encaram despressivamente essa polémica estéril, que se prolongou durante 40 anos, tendo dividido os matemáticos europeus em dois campos inimigos, até que d'Alembert, finalmente, em seu *Traité de dynamique* (1743) pôs um ponto final, com uma veemente repulsa, a essa *inútil disputa de palavras*, pois não era outra coisa êsse longo debate (Suter, loc. cit., pág. 366).

Parece-nos, entretanto, que uma discussão não pode ser considerada como uma inútil disputa de palavras, quando sustentada por

um Leibnitz contra um Descartes e quando empolgou o espírito de um homem como Kant, que dedicou ao assunto a sua primeira obra, aliás um livro volumoso. Na realidade, como admitir-se a possibilidade de ter o movimento duas medidas contraditórias, ora proporcional à velocidade, ora ao quadrado da velocidade? Para Suter, a questão apresenta grande facilidade; diz êle que ambas as partes tinham razão e ambas estavam equivocadas: “a expressão *fôrça viva*, apesar de se ter mantido até agora, *já não prevalece como medida de fôrça*, sendo apenas uma expressão adotada para, vez por outra, designar a lei (tão importante no que se refere à mecânica) do produto da massa pela metade do quadrado da velocidade”. De maneira que mv continua sendo a medida do movimento; e a *fôrça viva* é apenas uma outra expressão de $1/2 mv^2$, fórmula que, segundo se diz, é muito importante na mecânica, mas que justamente agora já não sabemos o que pode significar.

Lancemos mão, entretanto, do salvador *Traité de dynamique* e examinemos mais de perto a repulsa de d'Alembert. Consta do prólogo. No texto — é dito ali — a questão já não é levada em consideração devido a “*l'inutilité parfaite dont elle est pour la mécanique* (sua absoluta inutilidade para a mecânica). Isso é inteiramente exato no que se refere à mecânica *puramente calculista*, na qual, segundo a citação anterior de Suter, as designações verbais são simples expressões diferentes, nomes em vez de fórmulas algébricas, nomes com os quais nada se representa. No entanto, como pessoas tão importantes se ocuparam do assunto, êle deseja analisá-lo rapidamente no *Prólogo*. Sob a denominação de *fôrça de corpos em movimento*, só se pode entender, caso pensemos com clareza, como sendo a propriedade que possuem os mesmos de vencer obstáculos ou de opor-se a êles. De maneira que a *fôrça* não pode ser medida por mv , nem por mv^2 , mas sim pelos obstáculos e sua resistência.

Ora, muito bem: haveria três classes de resistências: 1) — as invencíveis, que destroem totalmente o movimento, razão pela qual não podem ser aqui consideradas; 2) — resistências que só conseguem deter o movimento por alguns instantes; 3) — resistências que só detêm o movimento pouco a pouco: é o caso do movimento retardado.

“Pois bem, tôda gente concorda em que só há equilíbrio entre dois corpos, quando os produtos de suas massas por suas velocidades virtuais, isto é, pelas velocidades com as quais tendem a mover-se, são iguais de uma e de outra parte. Por conseguinte, quando há equilíbrio, o produto da massa pela velocidade ou, o que é a mesma coisa, a quantidade de movimento, pode representar a *fôrça*. Tôda gente concorda também em que, no movimento retardado, o número de obstáculos vencidos cor-

responde ao quadrado da velocidade; de sorte que um corpo que comprimiu uma mola, por exemplo, com uma certa velocidade, poderá, com uma velocidade dupla, comprimir, seja de uma só vez, seja sucessivamente, não duas mas quatro molas semelhantes à primeira, nove com velocidade tríplice e assim sucessivamente. Daí concluem os partidários das forças vivas (os leibnitzianos) que a força dos corpos que se movem realmente é, em geral, igual ao produto da massa pelo quadrado da velocidade. No fundo, que inconveniente poderia haver no fato de a medida das forças ser diferente no caso de haver equilíbrio e no caso do movimento retardado, uma vez que, se quisermos raciocinar com idéias claras, não se deve entender pela palavra *força* apenas o efeito produzido ao vencer um obstáculo ou resistência?" (*Prólogo*, págs. 19-20 da edição original).

Mas d'Alembert é suficientemente filósofo para compreender que não é possível admitir, com tamanha facilidade, a contradição existente no fato de haver uma dupla medida para uma mesma força. De maneira que, após ter repetido o que, no fundo, já dissera Leibnitz (pois o seu *equilíbrio* é a mesma coisa que as *pressões mortas* de Leibnitz), volta-se rapidamente para o lado dos cartesianos e encontra a seguinte saída: o produto mv pode também valer como medida de força, no movimento retardado,

“se, neste último caso, mede-se a força, não pela quantidade absoluta dos obstáculos, mas sim pela soma das resistências oferecidas por esses mesmos obstáculos. Porque não se pode duvidar de que a soma dessas resistências é proporcional à quantidade de movimento (mv), visto como toda gente concorda em que a quantidade de movimento que o corpo perde a cada instante é proporcional ao produto da resistência pela duração infinitamente pequena do instante; e que a soma desses produtos representa, evidentemente, a resistência total”.

Essa última maneira de calcular lhe parece a mais natural “porque um obstáculo não pode ser considerado tal senão quando resiste; e, para falar com exatidão, a soma das resistências representa o obstáculo vencido; por outro lado, ao avaliar dessa maneira a força, obtem-se a vantagem de dispor de um medida comum para o equilíbrio e para o movimento retardado”. Cada qual pode encará-lo como quiser; e depois de acreditar ter assim resolvido a questão, por meio de um fraco intermediário matemático (como o admite Suter), termina com observações desdenhosas sobre a confusão que reinava entre seus predecessores, sustentando a opinião de que, em virtude de suas considerações an-

teriores, já não era mais possível senão uma discussão metafísica muito fútil ou uma disputa ainda mais indigna, baseada em palavras.

E d'Alembert apresenta uma proposição conciliatória que pode ser reduzida ao seguinte cálculo:

Uma massa 1, com velocidade 1, comprime uma mola, na unidade de tempo; uma massa 1, com velocidade 2, comprime 4 molas mas necessita, para isso, 2 unidades de tempo, isto é, comprime apenas 2 molas, na unidade de tempo; uma massa 1, com velocidade 3, comprime 9 molas, em 2 unidades de tempo, ou sejam apenas 3, na unidade de tempo; De maneira que, se dividirmos o efeito realizado pelo tempo requerido, passamos novamente de mv^2 a mv .

Trata-se do mesmo argumento que já havia sido empregado por Catelan contra Leibnitz: é verdade que um corpo, com velocidade 2, sobe (contrariando a gravidade) a uma altura quádrupla a que subiria um outro com a velocidade 1; mas necessita, para isso, de um tempo duplo; em consequência, a quantidade de movimento deve ser dividida pelo tempo, sendo igual a 2 e não a 4. Curiosamente, é este também o modo de ver de Suter, que conseguiu tirar à expressão *fôrça viva* todo o sentido lógico, deixando-lhe apenas o matemático. É natural que assim seja. Para Suter, o objetivo principal era salvar a fórmula mv , dada a sua importância como medida única do movimento; êle sacrifica logicamente mv^2 , para depois ressuscitá-la, transfigurada, no céu matemático.

No entretanto, uma coisa é verdadeira: a argumentação de Catelan é uma das pontes que unem mv^2 e mv ; e, por isso, é importante.

Os mecanicistas posteriores a d'Alembert, não aceitaram, de modo algum, a repulsa por êle feita, já que seu retardo era, afinal de contas, favorável a mv como medida de movimento. Atinham-se à forma que êle havia dado à diferenciação estabelecida por Leibnitz entre forças mortas e vivas: para o estado de equilíbrio, ou seja, para a estática, prevalece mv ; para o movimento ou seja para a dinâmica, prevalece mv^2 . Mesmo quando seja correta, de um modo geral, a distinção apresentada sob essa forma, ela não tem mais sentido lógico do que a do sargento: entre dois modos (que não consigo entender) de dizer aquilo que, para mim, é uma mesma coisa; e visto como pretendem que sejam duas coisas diferentes, em serviço usarei sempre um deles; e, fora do serviço, o outro. Aceita-se, em silêncio, essa distinção: a coisa é assim, não podemos modificá-la; e, se nessa dupla medida há uma contradição, que podemos fazer?

Assim dizem, por exemplo, Thomson e Tait (*A Treatise on Natural Philosophy*, Oxford, 1867, pág. 162): “A quantidade de movimento ou o impulso de um corpo rígido que se move, sem rotação, é proporcional à sua massa e à sua velocidade, conjuntamente. A uma dupla massa ou a uma dupla velocidade, corresponderia uma dupla quantidade de movimento”. E, em seguida: “A *vis viva* ou energia cinética de um corpo em movimento é, ao mesmo tempo, proporcional à massa e ao quadrado da velocidade”.

É dessa forma chocante que são postas, uma ao lado da outra, as duas medidas contraditórias do movimento, sem que haja a mínima tentativa para justificar a contradição ou, pelo menos, dissimulá-la. No livro desses dois escoceses, fica proibido pensar: é permitido apenas calcular. Não constitui, portanto, um milagre o fato de que um deles, pelo menos (Tait), figure entre os mais fervorosos cristãos da crente Escócia.

Nas lições de Kirchhoff, sobre mecânica matemática, as fórmulas mv e mv^2 não aparecem sob essa forma.

É possível que Helmholtz nos possa ajudar. Em sua obra *Conservação da Fôrça*, propõe que a fôrça viva seja expressa pela fórmula $1/2 mv^2$. Haveremos de voltar a êste ponto. Em seguida, enumera rapidamente (Pág. 20 e ss.) os casos em que o princípio da conservação da fôrça viva (ou seja $1/2 mv^2$) já fôra utilizado e reconhecido. Entre êles, figura sob o número 2:

“A transmissão de movimento pelos corpos sólidos e líquidos incompressíveis, sempre que não intervenha fricção ou choque de substâncias sem elasticidade. Nosso princípio geral é habitualmente expresso, para êsses casos, segundo a regra de que um movimento transmitido e modificado por potências mecânicas, tem sua intensidade de fôrça diminuída na mesma relação em que aumenta sua velocidade. Consideremos, pois, um pêso m , levantado com a velocidade c , por uma máquina que produz, por qualquer processo, uma fôrça constante de trabalho; então, por meio de outro dispositivo mecânico, pode ser levantado um outro pêso $n m$, mas com a velocidade apenas de c/n , de modo que, em ambos os casos, a quantidade de fôrça de tensão gerada pela máquina, na unidade de tempo, deve ser representada por $m g c$, onde g representa a intensidade da gravidade”.

Verifica-se, pois, também neste caso, a contradição contida no fato de que uma *intensidade de fôrça*, que aumenta ou diminui em simples relação com a velocidade, deve servir para demonstrar a conservação de uma intensidade de fôrça que aumenta ou diminui segundo o quadrado da velocidade.

É verdade que mv e $1/2 mv^2$, são usados para determinar dois processos muito diferentes, mas isso já o sabíamos desde algum tempo, pois

mv^2 não pode ser igual a mv —, a menos que $v = 1$. Trata-se de tornar compreensível a razão pela qual o movimento tem duas medidas, coisa que, na ciência, é tão inadmissível como no comércio.

Por meio de mv se mediria, portanto, “um movimento transmitido e modificado por potências mecânicas”. Essa medida prevalece, pois, também para a alavanca e tôdas as demais formas dela resultantes: rodas, parafusos, etc., ou seja, para tôda a maquinaria de transmissão. Ora bem: de uma consideração muito simples e de maneira nenhuma nova, resulta que, em qualquer caso, se pode empregar indiferentemente mv ou mv^2 . Tomemos qualquer dispositivo mecânico em que a dimensão dos braços das alavancas dos dois lados esteja na relação de 4:1; na qual, portanto, o pêso de 1 quilo, em um dos lados, equilibre o de 4 quilos, no outro. Por meio de um pequeno acréscimo de força a um dos braços da alavanca, podemos levantar 1 quilo à altura de 20 metros; o mesmo suplemento de força aplicado ao outro braço da alavanca, poderá levantar 4 quilos a 5 metros; e o pêso predominante desce no mesmo tempo que o outro necessita para subir. As massas e as velocidades se comportam em sentido inverso: $m v, 1 \times 20 = m' v', 4 \times 5$. Deixemos agora cair livremente cada um desses pêsos, depois de levantado até o seu primitivo nível; veremos então que o de 1 quilo alcança, depois de percorrer a distância de queda de 20 metros (suposta a aceleração da gravidade como sendo de 10 em vez de 9,81), uma velocidade de 20 metros por segundo; e o outro, de 4 quilos, com uma distância de queda igual a 1 metro, alcançará uma velocidade de 10 metros.

$$m v^2 = 1 \times 20 \times 20 = 400 = m' v'^2 = 4 \times 10 \times 10 = 400$$

Por outro lado, porém, os tempos de queda são diferentes: os 4 quilos percorrem seus 5 metros em 1 segundo e o quilograma percorre seus 20 metros em 2 segundos. A fricção e a resistência do ar foram inicialmente desprezadas.

Mas, a partir do momento em que êsses dois corpos caíram de suas respectivas alturas, seu movimento cessa. Por conseguinte, mv aparece aqui como medida do movimento mecânico simplesmente transmitido e portanto incessante; e mv^2 como medida do movimento mecânico desaparecido.

Prossigamos. No choque de corpos perfeitamente elásticos, prevalece a mesma regra: a soma dos mv e a soma dos mv^2 , antes e depois do choque, não variaram. Ambas as medidas valem a mesma coisa.

Tal não se dá, porém, no choque de corpos inelásticos. A êsse respeito, os manuais elementares ensinam (a mecânica superior já não se ocupa quase de semelhantes bagatelas) que a soma dos mv é a mesma antes e depois do choque. Em compensação, verifica-se uma

perda de força viva, porque, se testarmos a soma dos $m v^2$ depois do choque e a soma dos mesmos *antes* do choque, resta em todos os casos um resíduo positivo. A força viva terá sido diminuída dessa quantidade (ou de sua metade, conforme o modo de ver) pela penetração recíproca e pela mudança de forma dos corpos entrecrocados. Esta última afirmação é clara e salta à vista. Não acontece o mesmo com respeito à primeira: a de que a soma dos $m v$ continua sendo a mesma antes e depois do choque. A força viva é movimento, apesar de Suter; e se perdermos uma parte de força viva, perde-se movimento. Por conseguinte, ou $m v$ expressa, neste caso inexatamente, a quantidade de movimento; ou então, a afirmação anterior é falsa. Além do mais, toda essa proposição nos vem de um tempo em que não se tinha a menor idéia da transformação do movimento; no qual, portanto, só se admitia o desaparecimento do movimento mecânico, quando não restava outro recurso. Assim é que se procura demonstrar a igualdade dos $m v$ antes e depois do choque, eliminando qualquer perda ou ganho em relação aos mesmos. Mas, se os corpos cedem força viva em virtude da fricção interna correspondente à sua falta de elasticidade, também cedem movimento; e assim, a soma dos $m v$ tem que ser, depois do choque, menor que antes. Não é admissível que se despreze a fricção interna, ao calcular os $m v$, quando a levamos em consideração, com tanta clareza, ao calcular os $m v^2$.

Mas isso não muda em nada a situação. Mesmo no caso de admitirmos a proposição e calcularmos a velocidade depois da queda (na suposição de que a soma dos $m v$ manteve-se igual), mesmo nesse caso encontraremos aquela diminuição quando somamos os $m v^2$. De sorte que $m v$ e $m v^2$ entram em conflito, devido à diferença de movimento mecânico desaparecido. E o próprio cálculo demonstra que a soma dos $m v^2$ expressa corretamente a quantidade de movimento e que a soma dos $m v$ a expressa incorretamente.

Êsses são, aproximadamente, todos os casos em que a fórmula $m v$ é usada em mecânica. Examinemos agora alguns casos em que é usada $m v^2$.

Quando é disparado um projétil de canhão, na sua trajetória absorve uma quantidade de movimento que é proporcional a $m v^2$, tanto no caso de chocar-se com um alvo sólido, como no de atingir o repouso (seja devido à resistência atmosférica, seja devido à gravidade). Quando um trem em marcha se choca contra outro que está parado, a violência com que se verifica o fato e a correspondente destruição resultante, são proporcionais ao seu $m v^2$. Da mesma forma, prevalece $m v^2$ no cálculo de qualquer força mecânica necessária para vencer uma resistência.

Que significa, entretanto, êsse cômodo modo de dizer, tão corrente entre os mecanicistas: vencer uma resistência?

Se, levantando um pêso, vencemos a resistência da gravidade, é preciso notar que, ao fazê-lo, desaparece uma certa quantidade de movimento, uma quantidade de força mecânica igual à que pode ser gerada novamente pela queda direta ou indireta dêsse pêso desde a altura a que foi levantado até seu nível anterior. Essa quantidade é medida multiplicando-se a metade de sua massa pelo quadrado da velocidade alcançada durante a queda, ou seja: $1/2 m v^2$. Que teria ocorrido ao levantar-se o pêso? O movimento mecânico ou força terá desaparecido como tal. Mas, em verdade, não ficou reduzido a nada: foi transformado em força mecânica de tensão (para empregar a expressão de Helmholtz); em energia potencial, como dizem os mais modernos; em *geral*, como a denomina Clausius. E esta pode ser transformada, a qualquer momento e por qualquer processo mecânico possível, na mesma quantidade de movimento mecânico que foi necessário para gerá-la. A energia potencial é apenas a expressão negativa da força viva e vice-versa.

Uma bala de canhão de 24 libras, com uma velocidade de 400 metros por segundo, choca-se contra a couraça (de um metro de espessura) de um encouraçado; e, em tais circunstâncias, não tem nenhuma ação visível sôbre o barco. Terá desaparecido, assim, um movimento mecânico que era igual a $1/2 m v^2$. Ou seja, considerando que as 24 libras alemãs equivalem a 12 quilos, um movimento igual a: $12 \times 400 \times 400 \times 1/2 = 960.000$ quilogrâmetros. Que terá sido feito dêles? Uma pequena parte, foi consumida em sacudir a couraça e modificar sua estrutura molecular; outra parte, em arrebentar a bala em inumeráveis fragmentos; mas a maior parte, foi transformada em calor, tendo aquecido a bala até a incandescência. Quando os prussianos, em 1864, ao passar por Alsen, puzeram em ação suas baterias pesadas contra o encouraçado Rolf Krake, viram, a cada impacto, brilhar o projétil incandescente dentro da escuridão; e Withworth, antes disso, havia já demonstrado que os projetis explosivos não precisam de fulminantes quando usados contra couraças de ferro: o metal incandescente, por si mesmo, inflama a carga explosiva. Considerando o equivalente mecânico da unidade de calor como correspondendo a 424 quilogrâmetros, a já citada quantidade de movimento mecânico corresponde a 2.264 unidades. O calor específico do ferro é igual a 0,1140, isto é, corresponde à mesma quantidade de calor que eleva de 1° C a temperatura da água (medida adotada como unidade de calor). Ela é suficiente para elevar de 1° C a temperatura de 1 quilo de ferro a $8.772 \times 2.264 = 19.860^{\circ}$, ou então, 19.860 quilos de ferro à temperatura de 1° . Considerando que essa quantidade de calor é repartida, em partes iguais, entre a couraça e o projétil, deve a mesma ser calculada à razão de

$19.860 / 2 \times 12 = 828^\circ$, donde resulta um ótimo poder de incandescência. Mas, como a parte dianteira do projétil, aquela que sofre diretamente o choque, deve receber uma porção muito maior de aquecimento (provavelmente o dôbro da que recebe a parte posterior), a primeira seria aquecida a uma temperatura de 1.104° e a segunda a 552° apenas, o que é suficiente para explicar perfeitamente o efeito luminoso da incandescência, apesar de haver uma forte redução em virtude do trabalho mecânico efetivo realizado pelo choque.

Em conseqüência da fricção desaparece também o movimento mecânico, que reaparece depois como calor. Por meio da medição mais exata possível de ambos êsses processos, conseguiram Joule (James Prescott, 1818-1889), em Manchester e, logo depois, Colding, em Copenhage, determinar experimentalmente, com uma certa aproximação, o equivalente mecânico do calor.

A mesma coisa se verifica ao ser produzida uma corrente elétrica, em uma máquina eletromagnética, por meio de força mecânica (por exemplo, uma máquina a vapor). A quantidade da chamada força eletromotriz (¹), gerada em um determinado tempo, é proporcional e (caso expressa pela mesma medida) equivalente à quantidade de movimento mecânico consumida nesse mesmo tempo. Podemos compará-la com a que é gerada pela queda de um pêso, em virtude da atração da gravidade. A força mecânica que essa queda pode produzir é medida pela força viva que receberia se caísse livremente desde uma certa altura, ou pela força necessária para levantá-lo à altura primitiva. Em ambos os casos, a medida seria $1/2 m v^2$.

Assim é que, na realidade, verifica-se que o movimento tem uma dupla medida; mas, também, que cada uma dessas medidas é aplicada a uma determinada e delimitada série de fenômenos. Quando um movimento mecânico, já existente, é transmitido de tal maneira que é conservado como movimento mecânico, o mesmo se transmite segundo a relação do produto da massa pela sua velocidade. Mas se o movimento mecânico é transmitido sob uma forma tal que desaparece na qualidade de movimento para reaparecer sob a forma de energia potencial, calor, eletricidade, etc.; numa palavra, se é convertido em outra forma de movimento, então a quantidade dessa nova forma de movimento será proporcional ao produto da massa, originariamente móvel, pelo quadrado de sua velocidade. Em poucas palavras: $m v$ é movimento mecânico, medido em movimento mecânico; $1/2 m v^2$ é movimento mecânico medido segundo sua capacidade para transformar-se em uma determinada quantidade de outro movimento; e vimos já que ambas essas medidas não entram em contradição apesar de serem diferentes.

Daí resulta que a polêmica entre Leibnitz e os cartesianos não era,

de forma alguma, uma simples disputa em tórno de palavras; e que a desaprovação de d'Alembert podia ter evitado suas tiradas sôbre a falta de clareza de seus predecessores, visto como acabou sendo tão pouco claro quanto êles. Na realidade, enquanto não se conseguiu saber o que era feito do movimento aparentemente aniquilado, era inevitável que se permanecesse na obscuridade. E enquanto matemáticos mecânicos como Suter se mantivessem tenazmente encerrados entre as quatro paredes de sua ciência especial, permaneceriam na mesma obscuridade que d'Alembert e teriam que alimentar-nos com frases vazias e contraditórias.

Mas como explica a mecânica moderna essa transformação do movimento que lhe é proporcional em quantidade? Diz-se agora que *terá realizado* um trabalho, isto é, determinada quantidade de trabalho.

Mas o conceito de trabalho, no sentido físico, não fica, com essa afirmação, perfeitamente esclarecido. Quando, como na máquina a vapor (ou térmica), o calor é transformado em movimento mecânico, ou seja, quando um movimento molecular é transformado em movimento de massas; quando o calor decompõe uma combinação química ou quando se transforma em eletricidade, por meio da pilha termoeétrica; quando uma corrente elétrica separa os elementos da água, do ácido diluído, ou inversamente, quando o movimento pôsto em liberdade (aliás energia), numa pilha, toma a forma de eletricidade e esta, por sua vez, ao fechar seu circuito, se converte em calor — em todos êsses processos — a forma de movimento que êles iniciam, ou que é por êles transformada em outra, realiza um trabalho; e num montante correspondente à sua própria quantidade.

O trabalho é, assim, uma simples mudança de forma do movimento, considerado sob seu aspecto quantitativo.

Mas, como? Quando um pêso levantado se mantém em repouso (em cima), sua energia potencial, durante o repouso, será também uma forma de movimento? É de supor. Até mesmo Tait chegou à convicção de que a energia potencial se pode transformar, em seguida, numa forma de movimento real ⁽²⁾ (*Nature*, XIV, 459). Além disso, Kirchhoff vai muito mais longe quando diz: “O repouso é um caso particular de movimento (*Math. Mech.* pág. 32). Com isso, demonstra êle que, não sômente sabe calcular, como também pensar dialéticamente.

O conceito de trabalho, que antes fôra considerado como difficilmente compreensível sem mecânica matemática, nos foi sumariamente apresentando depois de um simples exame das duas medidas do movimento mecânico. Em todo o caso, sabemos agora muito mais a êsse respeito do que aquilo que aprendemos através da conferência de Helmholtz (*Sôbre a Conservação da Fôrça*, 1862), na qual nos é proposto exatamente “esclarecer, tanto quanto possível, os conceitos físicos funda-

mentais sôbre o trabalho e sua variabilidade”. Tudo o que nela aprendemos a respeito de trabalho é que se trata de algo que se traduz em pés-libras ou em unidades calóricas; e que o número d'esses pés-libras ou unidades calóricas é invariável para uma determinada quantidade de trabalho. Mais ainda: que, além da fôrça mecânica e do calor, também as fôrças químicas e elétricas podem realizar trabalho; mas tôdas essas fôrças esgotam sua capacidade de trabalho na medida em que produzem trabalho real. E que se deduz daí? Que a soma das quantidades de fôrça capazes de atuar no conjunto da Natureza permanece eterna e invariavelmente a mesma. O conceito de trabalho não é desenvolvido, nem tampouco definido (1). E é precisamente a invariabilidade quantitativa da soma de trabalho aquilo que o impede de compreender que a mudança qualitativa, a mudança de forma, é condição fundamental de todo trabalho físico. Assim é que Holmholtz se pode permitir a seguinte afirmação: “A fricção e o choque inelástico são processos nos quais é *destruído trabalho mecânico*, dando em resultado a produção de calor”. (*Popul. Vorträge*, II, pág. 166). Justamente o contrário. No caso, não é *destruído* trabalho mecânico, mas sim *efetuado* trabalho mecânico. Aquilo que *aparentemente* é destruído é o *movimento* mecânico. Mas o movimento *não pode* jamais realizar trabalho, nem que seja um miliónésimo de quilogrâmetro, sem ser aparentemente destruído como tal, isto é, sem converter-se noutra forma de movimento.

Está muito bem: a capacidade de trabalho contida em determinada quantidade de movimento mecânico, significa, conforme já vimos, sua fôrça viva que era, até bem pouco, medida por $m v^2$. Mas, neste ponto, surgiu uma nova contradição. Ouçamos Helmholtz (*Erhaltung der Kraft*, pág. 9). Ali diz êle que a quantidade de trabalho pode ser expressa por meio de um pêso m , levantado a uma altura h e pela gravidade, simbolizada por g , em virtude do que a quantidade de trabalho será igual a $m g h$. Para subir verticalmente à altura h , m necessita uma velocidade $v = \sqrt{2 g h}$, voltando a alcançar essa mesma velocidade ao cair. Assim sendo, $m g h = 1/2 m v^2$. E Helmholtz propõe, então, “designar diretamente $1/2 m v^2$ como quantidade de fôrça viva, tornando-a, assim, idêntica à medida da soma de trabalho. Para o uso feito até agora do conceito de fôrça viva... essa mudança carece de importância, enquanto que nos proporcionará, mais adiante, vantagens consideráveis”.

É quase incrível. Helmholtz via, em 1847, com tão pouca clareza a relação recíproca entre fôrça viva e trabalho, que nem sequer notou que convertia a medida por êle antes reconhecida como proporcional à fôrça viva, em medida absoluta; que não se apercebeu de quão importante era o descobrimento que havia feito com seu audaz golpe de mão e recomenda a fórmula $1/2 m v^2$, apenas por considerações de comodi-

dade relativamente a $m v^2$. E, por comodidade, deixaram também os mecanicistas que se consagrasse essa fórmula, que só gradualmente foi também demonstrada pela matemática. A êsse respeito, existe um desenvolvimento algébrico em Naumann (*Allgemeine Chemie*, pág. 7) e um analítico em Clausius (*Mechanische Wärmetheorie*, 2.^a ed., I, pág. 18), sendo em seguida deduzida e desenvolvida doutra maneira por Kirchhoff (Obra citada, pág. 27).

Uma ótima dedução algébrica de $1/2 m v^2$, a partir de $m v$, é feita por Clerk Maxwell (Obra cit. pág. 88). O que não impediu os nossos dois escocêses, Tait e Thomson, de dizerem o seguinte (Obra cit. pág. 163): “A *vis viva* ou energia cinética de um corpo em movimento é proporcional, ao mesmo tempo, à massa e ao quadrado da velocidade. Se adotarmos as mesmas unidades de massa antes adotadas (ou seja, unidade de massa que se move com unidade de velocidade), há *uma particular vantagem* em definir a energia cinética como sendo a *metade* do produto da massa pelo quadrado da velocidade”. No que se refere, portanto, aos dois primeiros mecanicistas da Escócia, não só ficou detido o pensamento, como também a faculdade de calcular. A *vantagem particular*, a facilidade no manêjo da fórmula, resolve tudo mais esplêndidamente.

Para nós, os que vimos que a força viva não é outra coisa que a capacidade que possui uma certa quantidade de movimento mecânico de realizar trabalho, para nós outros é evidente que a expressão da medida mecânica dessa capacidade de trabalho (bem como a do trabalho efetivamente realizado), têm que ser iguais entre si; por conseguinte, se $1/2 m v^2$ mede o trabalho, a força viva deve ser igualmente medida pela mesma fórmula. Assim acontece na ciência. A mecânica teórica estabelece o conceito de força viva, a prática dos engenheiros, o de trabalho, sendo êste impôsto aos teóricos⁽³⁾. E, à força de calcular, nos desacostumamos de tal maneira de pensar, que durante anos não se reconheceu a correlação entre uma e outro, medindo-se uma segundo $m v^2$, ao outro segundo $1/2 m v^2$, e aceitando-se finalmente esta última fórmula para ambos, não por have-la compreendido, mas pela simplicidade do cálculo (II).

NOTAS

(Medida do Movimento: Trabalho)

(1) — O termo *força eletromotriz* usa-se agora num sentido muito mais restrito do que há cinquenta anos. É a quantidade que se mede em volts. A quantidade equivalente à energia mecânica é por certo a energia elétrica medida em quilowatts-hora. Esses termos se definiram como medida exatamente depois que a energia elétrica se converteu em mercadoria.

(2) — Na teoria geral da relatividade, de Einstein, o espaço tempo é deformado por um campo gravitante e, em consequência, a relação entre dois corpos separados por um campo gravitante é do mesmo caráter que teriam se estivessem em movimento relativo. Nesse sentido, pode-se dizer que a energia potencial se transforma em movimento. (N. de Haldane)

x

(I) — Não conseguiremos progredir se consultarmos Clerk Maxwell. Eis o que diz êle (*Theory of Heat*, 4.^a Ed., Londres 1875), pág. 87: “Realiza-se trabalho sempre que é vencida uma resistência”; e na pág. 183: “A energia de um corpo é a sua capacidade para realizar trabalho”. Isso é tudo quando ali encontramos a respeito do assunto. (N. de Engels)

x

(3) — O termo *vis viva* (fôrça viva, medida por $m v^2$) desapareceu completamente da mecânica teórica, tal como pensava Engels ser necessário. Presentemente, a maior parte das pessoas pode pensar em termos de energia, não em virtude de nenhum progresso teórico, mas sim porque se trata de uma mercadoria. Compramo-la hoje sob a forma de B.T.U., calorias, quilowats-hora e outras medidas; e, por consequente, somos forçados a pensar nela de maneira concreta. (N. de Haldane)

x

(II) — A palavra trabalho e sua correspondente idéia são criação dos engenheiros ingleses. Mas, em inglês, o trabalho prático se denomina *work* e o trabalho em sentido econômico, *labour*. Por consequente, o trabalho físico se denomina também *work*, excluída qualquer confusão com o trabalho no sentido econômico. Em alemão (e em espanhol) não se verifica a mesma coisa; em consequência, na recente literatura pseudocientífica, tornou-se possível fazer diversas aplicações peculiares ao trabalho, no sentido físico, às condições econômicas do trabalho e vice-versa. Mas nós outros (os alemães) temos também a palavra *Werk* que, como a palavra inglesa *work*, se adapta esplêndidamente à designação do trabalho físico. Mas, como a economia está demasiado afastada dos nossos investigadores da Natureza, difficilmente se decidirão êstes a introduzir essa palavra para substituir *Arbeit*, que já se tornou corrente; a menos que o façam quando fôr demasiado tarde. Sômente Claudius tentou conservar... conservar a palavra *Werk* ao lado de sua semelhante *Arbeit*. (N. de Engels)

O Calor

Como já tivemos ocasião de ver, há duas formas sob as quais desaparece o movimento mecânico, a força viva. A primeira consiste na transformação em energia mecânica potencial, como por exemplo, quando levantamos um pêso. Esta forma apresenta a particularidade de que, não só é conversível em movimento mecânico (e exatamente em movimento mecânico com a mesma força viva do primeiro) como também o fato de que só é capaz dessa mudança de forma. A energia mecânica potencial não pode jamais gerar calor ou eletricidade, a menos que se transforme, antes, em movimento mecânico efetivo. Trata-se, empregando-se uma expressão de Clausius, de um *processo reversível*.

A segunda forma de desaparecimento do movimento mecânico se verifica por fricção e por choque (ambas diferem apenas quanto ao grau). A fricção pode ser concebida como uma série de pequenos choques sucessivos e centrifugos; o choque, como uma fricção concentrada, num só momento e num só lugar. A fricção é um choque crônico; o choque, uma fricção aguda. O movimento, desaparecido neste caso, desaparece *como tal*. Não pode ser restabelecido por si mesmo. O processo não é diretamente reversível. Converteu-se em formas de movimento qualitativamente diferentes, em calor, em eletricidade; em formas de movimento molecular.

A fricção e o choque conduzem, assim, do movimento de massa, objeto da mecânica, ao movimento molecular, objeto da física.

Se designamos a física como mecânica do movimento molecular, não perdemos de vista, por essa razão, que essa expressão não abarca todo o domínio da física atual. Pelo contrário. As vibrações do éter, que transmitem os fenômenos da luz e do calor radiante, não são certamente movimentos moleculares no sentido real da palavra. Mas seus efeitos terrestres dizem respeito, antes de tudo, à molécula: a refração e a polarização da luz, etc. são condicionadas pela constituição molecular dos corpos em questão. Da mesma forma, a eletricidade é considerada, por quase todos os investigadores mais importantes ⁽¹⁾, como um movimento das partículas do éter. E a respeito do calor, Clausius chega mesmo a dizer que "no movimento dos átomos ponderáveis (em cujo

lugar seria talvez melhor colocar a molécula)... também pode tomar parte o éter existente nos próprios corpos" (2) (*Mechanische Wärmetheorie*, I, pág. 22). Também nos fenômenos elétricos e térmicos, devem ser considerados, em primeiro lugar, os movimentos moleculares, já que não pode ser doutra maneira, enquanto sabemos tão pouco sobre o éter. Mas, quando conseguirmos formular devidamente a mecânica do éter, ela compreenderá várias questões que hoje, forçadamente, fazem parte da física (3).

Dos processos físicos em que a estrutura das moléculas é modificada, trataremos mais adiante. Constituem a transição do campo da física para o da química.

Como consequência do movimento molecular, adquiriu plena liberdade a mudança de forma do movimento. Enquanto que o movimento de massa, nos limites da mecânica, só pode assumir reduzidas formas (calor ou eletricidade), encontramos, neste caso, uma vivacidade muito maior no que refere à mudança de formas: o calor, por meio da pilha termoelétrica, se converte em eletricidade; em determinado grau de radiação, se identifica com a luz (4) e pode gerar movimento mecânico. A eletricidade e o magnetismo, constituindo um par fraterno, tal como o calor e a luz, convertem-se não somente entre si, mas também em calor, em luz e em movimento mecânico. E tudo isso se passa segundo relações quantitativas tão precisas, que podemos representar uma dada quantidade de cada um, em qualquer outra: em quilogrametros, em unidades de calor, em volts (5); e, de igual modo, reduzir cada uma das medidas em qualquer das outras.

A verificação prática da transformação do movimento mecânico em calor é coisa tão antiga que, a partir da mesma, se poderia estabelecer o começo da história da humanidade (6). Sejam quais forem as invenções de ferramentas, bem como a domesticação de animais que a tenham precedido (7), o fogo por meio da fricção foi o processo pelo qual os homens, pela primeira vez, puseram a seu serviço uma força natural inanimada. E a maneira como ficou gravado em seu sentimento, a transcendência quase incomensurável desse avanço gigantesco, encontram-se ainda hoje na superstição popular. A invenção da faca de pedra, o primeiro utensílio humano, era ainda celebrada longo tempo depois da descoberta do bronze e do ferro, realizando-se todos os sacrifícios religiosos com facas de pedra. Segundo a lenda judaica, Josué fazia circuncidar com uma faca de pedra os homens nascidos no deserto; os celtas e os germanos só usavam facas de pedra para seus sacrifícios humanos. Tudo isso está esquecido, desde muito tempo. A mesma coisa aconteceu com o fogo por fricção. Muito tempo depois de conhecer outras maneiras de produção do fogo, todas as fogueiras sagradas da

grande maioria dos povos deveriam ser acendidas por meio de fricção. E, até os dias de hoje, a superstição popular, na maioria dos povos europeus, acredita em que um fogo capaz de produzir efeitos mágicos (por ex., o nosso *Notfeuer* alemão) só pode ser acendido por meio de fricção. De maneira que, até os dias de hoje, sobrevive, na superstição popular, na recordação profano-religiosa dos povos mais cultos do mundo — sob uma forma meio inconsciente —, a lembrança agradecida da primeira grande vitória do homem sobre a Natureza.

Entretanto, no fogo por fricção, o processo é unilateral. O movimento mecânico é transformado em calor. Para ser completo, torna-se necessário que o processo possa inverter-se: deve ser possível transformar o calor em movimento mecânico. Sòmente então fica completa a dialética do processo e encerrado seu ciclo, pelo menos por enquanto. Mas a história tem sua marcha peculiar e, muito embora se desenvolva dialéticamente, a dialética precisa, com freqüência, esperar a evolução da história. Mede-se em milênios o tempo transcorrido desde que foi descoberto o fogo por fricção até que Heron de Alexandria (por volta do ano 120 A.C.) inventou uma máquina que era posta em movimento giratório por meio do vapor de água emitido por ela. E transcorreram novamente quase dois mil anos até que fôsse construída a primeira máquina a vapor, o primeiro dispositivo capaz de transformar o calor em movimento mecânico realmente utilizável.

A máquina a vapor foi a primeira invenção verdadeiramente internacional; e êsse fato é, por sua vez, testemunho de um progresso histórico formidável. Foi ela inventada pelo francês Papin (Denis, 1647-1714), tendo êle conseguido realizar seu feito na Alemanha. O alemão Leibnitz, semeando como sempre idéias geniais ao seu redor, sem levar em conta se daí poderia provir algum proveito para êle ou para outros; Leibnitz, como se sabe agora através da correspondência de Papin (editada por Gerland), deu-lhe a idéia fundamental: o emprêgo de cilindros e pistões. Os ingleses Savery (Thomas, ca. 1650-1715) e Newcomen (Thomas, 1663-1729) inventaram, pouco depois, máquinas parecidas; e seu compatriota Watt (James, 1736-1819), finalmente, ao inventar o *condensador separado*, permitiu que a máquina a vapor chegasse, na prática, à sua situação atual⁽⁸⁾. O ciclo dos inventos, nesse terreno, ficava assim completo: havia-se conseguido a transformação do calor em movimento mecânico. O que veio depois foram apenas aperfeiçoamentos de detalhe.

Assim foi que a prática resolvera, à sua maneira, o problema das relações entre o movimento mecânico e o calor. Em princípio, havia conseguido transformar o primeiro no segundo e, logo depois, o segundo no primeiro. Mas a teoria, como andava ela?

De maneira lastimável. Muito embora, justamente nos séculos XVII e XVIII, através de inumeráveis narrações de viagens se multiplicassem as referências a povos selvagens que desconheciam outra maneira de produzir fogo a não ser por meio da fricção, isso quase passou despercebido aos físicos; assim, também, lhes foi indiferente a máquina a vapor durante todo o século XVIII e as primeiras décadas do XIX. Contentavam-se eles quase unicamente com registrar os fatos.

Finalmente, por volta de 1820, Sadi Carnot inteirou-se do assunto e, certamente, de maneira muito hábil, tanto que os seus cálculos, interpretados depois, de maneira geométrica, por Clapeyron, são hoje utilizados por Classius e Clerk Maxwell, tendo chegado quase ao fundo da questão. O que o impediu de esclarecê-la inteiramente não foi a escassez de material experimental: foi exclusivamente uma *teoria falsa* adotada *a priori*; uma teoria falsa que não fôra imposta aos físicos por uma filosofia maligna, mas que eles mesmos, com seu modo de pensar naturalista, muito superior ao metafísico-filosofante, haviam extraído de seu próprio cérebro.

No século XVII considerava-se o calor, pelo menos na Inglaterra, como uma propriedade dos corpos; como “um movimento de caráter especial, cuja natureza nunca foi explicada satisfatoriamente”. Assim o considerava Th. Thomson, dois anos antes do estabelecimento da teoria mecânica do calor (*Outline of the Sciences of Heat and Electricity*, 2.^a ed., Londres, 1840). Mas, no século XVIII, passou a ocupar progressivamente o primeiro lugar a concepção de que o calor, como também a luz, a electricidade e o magnetismo, são substâncias especiais e que tôdas elas se distinguem do que denominamos matérias pelo fato de não terem pêso, isto é, por serem imponderáveis.

NOTAS

(Calor)

(1) — Nessa época, predominavam as idéias de Faraday e Maxwell e os físicos se inclinavam a considerar a electricidade como situada fundamentalmente no campo existente entre corpos carregados. (*N. de Haldane*)

x

(2) — Um corpo, a qualquer temperatura, encontra-se em equilíbrio com uma radiação de certa densidade, se bem que uma pequeníssima parte da energia contida em um volume dado está *no éter*, isto é, sob a forma de radiação, a temperaturas comuns. (*N. de Haldane*)

x

(3) — Isso foi verificado no sentido de que, para a física moderna, as propriedades das partículas podem ser consideradas essencialmente como atrações e repulsões no espaço que as rodeia, o qual está também cheio de radiação. Por outro

lado, a idéia de éter se tornou tão cheia de contradições internas que essa palavra é pouco usada atualmente. (*N. de Haldane*)

x

(4) — Como vimos, parte do calor de um corpo aquecido toma a forma de radiação. Quando um corpo é aquecido até atingir a cor vermelha, torna-se visível (rd. luz) (*N. de Haldane*)

x

(5) — Este é, evidentemente, um erro. O volt não é uma unidade de energia. (*N. de Haldane*)

x

(6) — Inclusive o *Sinanthropus*, tipo de homem fisicamente muito diferente de nós, conhecia o fogo, muito embora não saibamos ao certo como o produzia. (*N. de Haldane*)

x

(7) — O uso do fogo precedeu imensamente a domesticação de animais.

x

(8) — A turbina foi inventada logo depois em 1884. (*N. de Haldane*)

A Eletricidade (I)

Como o calor, apenas de outra maneira, a eletricidade possui também uma certa ubiqüidade. Quase nenhuma transformação se pode dar, na terra, sem que se verifiquem fenômenos elétricos. Evapora-se a água, arde uma chama, entram em contato dois metais diferentes ou a diferentes temperaturas, ou então o ferro e o ácido sulfúrico diluído, etc.; com êsses fenômenos físicos ou químicos mais evidentes, verificam-se, simultânea e paralelamente, processos elétricos. Quanto mais cuidadosamente investigamos os processos naturais, tanto mais encontramos vestígios de eletricidade. Mas apesar dessa ubiqüidade que lhe é própria, apesar de que a eletricidade, desde há meio século, seja cada vez mais submetida ao serviço do homem, ela é precisamente a forma de movimento sôbre cuja natureza reina a maior obscuridade. A descoberta da corrente galvânica é apenas 25 anos anterior à do oxigênio; e significa para o estudo da eletricidade, pelo menos, o mesmo que êste para a química. E, no entanto, que diferença existe ainda entre êsses dois domínios! Na química, graças principalmente à descoberta dos pêsos atômicos, realizada por Dalton, existe ordem, relativa segurança quanto ao já conseguido, ataque sistemático ao terreno ainda não conquistado, uma ação semelhante ao sítio regular de uma fortaleza. No estudo da eletricidade impera um confusa miscelânea de velhas experiências, idéias nem definitivamente confirmadas, nem definitivamente reprovadas, um inseguro tatear na obscuridade, um investigar e experimentar descoordenado, de muitos homens isolados, que atacam um território desconhecido, dispersamente, como um bando de cavalos selvagens. Mas é verdade que falta ainda, no domínio da eletricidade, realizar uma descoberta como a de Dalton, que forneça à ciência, em seu conjunto, um ponto central de apoio e à investigação uma base mais firme. É principalmente essa situação de abandono do estudo da eletricidade, o que torna impossível, nesse período, a delineação de uma teoria geral; situação que dá origem, nesse terreno, ao domínio do empirismo unilateral, êsse empirismo que, tanto quanto possível, proíbe-se a si mesmo de pensar e que, justamente por isso, não só pensa falsamente, como também não se coloca em condições de acompanhar fielmente os fatos ou de informar

fielmente sôbre os mesmos; e que, portanto, se converte no contrário do verdadeiro empirismo.

Se alguma leitura é recomendável a êsses senhores investigadores, que não encontram palavras suficientes para classificar as extravagantes especulações apriorísticas da filosofia alemã da Natureza, é justamente uma leitura não só de autores da época, mas inclusive de obras físico-teóricas recentes da escola empírica, sobretudo no que se refere à investigação da electricidade. Tomemos um trabalho do ano de 1840: *An Outline of the Sciences of Heat and Electricity*, de Thomas Thomson (1773-1852). O velho Thomson era, em seu tempo, uma autoridade e tinha, além disso, à sua disposição, umá parte muito importante dos trabalhos daquele que, até então, era o maior nome no terreno da electricidade: Faraday. Apesar disso, seu livro contém extravagâncias pelo menos iguais às contidas na secção correspondente da *Filosofia da Natureza*, de Hegel, muito mais antiga. A descrição da fâisca elétrica, por exemplo, poderia ter sido traduzida diretamente da respectiva passagem de Hegel. Ambos enumeram tôdas as curiosidades que se pretendiam descobrir na verdadeira natureza das fâiscas e suas múltiplas diferenças, tendo-se verificado que quase tôdas elas eram resultado de erros ou constituíam casos especiais. Mas ainda há melhor: Thomson reproduz, na pág. 446, com tôda a seriedade, as histórias fantásticas de Dessaignes (Victor, 1800-1885), segundo as quais, quando o barômetro sobe e o termômetro desce, o vidro, a resina, a sêda, etc., submersos em mercúrio, se tornam electronegativos; pelo contrário, ficam positivos quando o barômetro baixa e o termômetro sobe; que o ouro e outros metais, no verão, se tornam positivos ao serem aquecidos e negativos, quando esfriados; no inverno, o fenômeno é inverso; que, com pressão barométrica elevada e vento norte, se tornam fortemente eletropositivos quando a temperatura sobe e negativos quando desce. Isso, quanto ao modo de tratar os fatos. Mas, no que se refere à especulação apriorística, Thomson nos deleita com a seguinte interpretação da fâisca elétrica, apoiada nada menos do que em Faraday:

“A fâisca é uma descarga ou debilitação do estado de indução polarizada de muitas partículas dielétricas, mediante uma ação peculiar de algumas dessas partículas, que ocupam um espaço muito limitado. Faraday supõe que as poucas partículas em que se produz a descarga, não são apenas dispersadas, mas adquirem temporariamente um estado de extrema atividade (*fortemente exaltadas*); quer dizer que tôdas as fôrças que as rodeiam são precipitadas sôbre elas que, por isso, são postas num estado de correspondente intensidade, talvez equivalente à dos átomos que se combinam; que, então, descarregam essas fôrças, tal como êsses átomos as suas, de um modo até agora desconhecido, terminando tudo assim. O efeito final é exatamente o mesmo que se veri-

ficaria se uma partícula metálica tivesse sido posta no lugar dessa partícula produtora da descarga; e não parece impossível que os princípios de ação se mostrem os mesmos em ambos os casos”.

E Thomson acrescenta: “Apresentei essa explicação de Faraday, com suas próprias palavras, porque não a compreendo claramente”. Isso haverá ocorrido também a outras pessoas; e da mesma forma que ocorrerá se lerem em Hegel que, na fâisca elétrica “a materialidade peculiar do corpo em tensão, não entrou ainda no processo, mas sim está determinada nêle apenas elementar e animicamente”; e que a eletricidade é “a própria ira, o próprio levantamento indignado do corpo”, seu “iracundo êle mesmo”, que “aparece em todo o corpo, quando irritado” (*Naturphil.*, § 324, acrescentado). Vê-se, pois, que o pensamento básico é o mesmo, quer em Hegel, qum em Faraday. Ambos não querem admitir a concepção de que a eletricidade seja, não um estado da matéria, mas sim uma espécie própria de matéria. E, como na fâisca, a eletricidade aparece como coisa independente, livre de todo o substrato material (isoladamente e, no entanto, perceptível aos sentidos), no estado em que se encontrava a ciência nessa época, sucumbem em face da necessidade de conceber a fâisca como a forma aparente, em fase de desaparecimento, de uma *fôrça* momentâneamente libertada de tôda a matéria. Para nós, o enigma está resolvido desde que sabemos que, durante a descarga da fâisca, saltam realmente *partículas metálicas* entre os eletródios metálicos e que, em conseqüência, “a materialidade peculiar ao corpo em tensão” na realidade, “entra no processo”.

Como o calor e a luz, também a eletricidade e o magnetismo foram considerados, de início, como matérias especiais imponderáveis. No que respeita à eletricidade chegou-se, desde logo, a considerar duas matérias opostas, dois *fluidos*, um positivo e outro negativo, que, no estado normal, se neutralizam mütuamente, até que sejam separados por uma chamada *fôrça elétrica de separação*. É possível, então, carregar dois corpos, um com eletricidade positiva e outro com eletricidade negativa; e quando os unimos com um terceiro corpo condutor, verifica-se a igualização, seja ela instantânea, ou por meio de uma corrente duradoura. A igualização instantânea parecia muito simples e ilustrativa; mas a corrente oferecia dificuldades. A hipótese mais simples (segundo a qual, na corrente elétrica, se move em cada direção, sômente eletricidade positiva ou sômente eletricidade negativa) a essa hipótese opuseram Fechner mais detalhe, Weber a teoria de que, durante o fechamento do circuito, passam pelo fio, em direção contrária, duas correntes de eletricidade positiva e negativa, em canais, um ao lado do outro, situados entre as moléculas ponderáveis dos corpos (1). Traduzindo essa teoria por meio de extensa elaboração matemática, Weber chega a multiplicar

uma função que não interessa ao caso por uma grande $1/r$, que significa “a relação... da unidade de electricidade com o miligrama” (Wiedemann, *Lehre vom Galvanismus*, etc., 2.^a ed., III, pág. 569). A relação com uma medida de peso só pode ser, naturalmente, uma relação de peso. De sorte que, o empirismo unilateral, à força de tanto calcular, havia esquecido a tal ponto de pensar que transforma, neste caso, a electricidade imponderável em um fator ponderável, introduzindo o seu peso no cálculo matemático.

As fórmulas deduzidas por Weber só eram aceitáveis dentro de certos limites; e Helmholtz, principalmente, por meio do cálculo, chegou a resultados que entram em conflito com a lei da conservação da energia. A hipótese de Weber, da dupla corrente em sentido contrário, opôs C (are) Neumann (1832-1925), em 1871, uma outra: que somente uma das duas electricidades, por exemplo a positiva, se move na corrente; e a outra, a negativa, permanece firmemente ligada à massa do corpo. A essa hipótese, apresenta Wiedemann a seguinte observação: “Essa hipótese poderia ser acrescida à de Weber se, à dupla corrente por êle suposta, de massas elétricas $\pm 1/2 e$, que fluem em sentido contrário, ajuntarmos outra corrente de electricidade neutra, sem efeito exterior, que carregue consigo, na direção da corrente positiva, as quantidades de electricidade iguais a $\pm 1/2 e$ (III, pág. 577).

Essa suposição é também típica do empirismo unilateral. Para conseguir que, de qualquer maneira, a electricidade estabeleça corrente, é ela dissociada em positiva e negativa. Mas tôdas as tentativas para explicar a corrente por meio dessas duas espécies de matéria, se chocam com várias dificuldades: tanto a suposição de que apenas uma delas existe separadamente na corrente; como a de que ambas correm simultâneamente, em sentido contrário, uma ao lado da outra; e, finalmente, a terceira hipótese de que uma corre e a outra permanece em repouso. Se nos detivermos nessa última suposição, como explicar a inexplicável idéia de que a electricidade negativa, que na máquina de eletrizar e na garrafa de Leyden é bastante moveidinha, permaneça imóvel, na corrente, e ligada à massa do corpo? Muito simplesmente. Além da corrente positiva $+ e$ que flui à direita do fio; e da negativa $- e$, que flui à esquerda, fazemos fluir à direita uma corrente neutra de electricidade igual a $\pm 1/2 e$. É necessário supor, primeiro, que as duas electricidades, para que possam fluir, devem ser separadas uma da outra; e, para explicar os fenômenos que se produzem, ao fluirem as duas electricidades separadas, admitimos que também podem fluir sem separar-se. Fazemos, primeiro, uma suposição para explicar determinado fenômeno; e, ao nos chocarmos com a primeira dificuldade, estabelecemos uma segunda suposição que elimina mansa e pacificamente a primeira. De

que espécie será a filosofia da qual êsses senhores têm o direito de queixar-se?

Ao lado dessa concepção que considera a eletricidade como coisa material, apareceu logo depois uma segunda, de acôrdo com a qual ela é um simples estado dos corpos, uma *fôrça*, ou, como diríamos hoje, uma forma particular do movimento. Já tivemos ocasião de ver que tanto Hegel como Faraday, aceitam êsse conceito. Depois que a descoberta do equivalente mecânico do calor pôs de lado, definitivamente, a idéia de uma *substância calórica*, considerando o calor como sendo um movimento molecular, o passo imediato seria encarar a eletricidade segundo a nova concepção e procurar determinar sua equivalência mecânica. Isso foi inteiramente conseguido. Principalmente em virtude das experiências de Joule, Favre e Raoult, não só se determinou a equivalência mecânica e térmica da chamada *fôrça electromotriz* da corrente galvânica, como também sua perfeita equivalência com relação à energia posta em liberdade por processos químicos, na célula excitante, ou consumida na célula de decomposição. Em face disso, a suposição de que a eletricidade é um fluido material especial se tornou cada vez mais insustentável.

No entanto, a analogia entre o calor e a eletricidade não era ainda completa. A corrente galvânica se apresentava sempre, em pontos muito importantes, de maneira dierente da condução de calor. Não se podia dizer ainda o *que era que* se movia nos corpos carregados de eletricidade. A suposição de uma simples vibração molecular, como no calor, parecia insuficiente. Com a imensa velocidade da eletricidade (maior ainda que a da luz), tornava-se difícil passar ao longe sôbre a idéia de que ali se movia qualquer coisa de material. Nesse ponto, intervieram as novíssimas teorias de Clerk Maxwell (1864), Hankel (1865), Reynard (1870) e Edlund (187), apoiando unânimemente a hipótese estabelecida por Faraday, em 1846, de que a eletricidade seria um movimento produzido por um meio elástico que penetra todo o espaço e, conseqüentemente, todos os corpos, cujas partículas discretas se repelem entre si segundo a lei da razão inversa do quadrado da distância; em outras palavras: que é um movimento das partículas do éter, sendo que as moléculas dos corpos participam dêsse movimento. Quanto à natureza dêsse movimento, discrepam as diferentes teorias. As de Maxwell, Hankel (Wilhelm, 1814-1899) e Reynard (Paul Marie, n. 1805), apoiando-se nas novas investigações sôbre os movimentos turbilionários, explicam-na de diferentes maneiras, de sorte que os torvelinhos do velho Descartes voltam a receber honrarias em domínios sempre novos. Abstemo-nos de entrar em detalhes a respeito dessas teorias: diferem muito entre si e, por certo, sofrerão ainda grandes transformações. Mas, na sua concepção fundamental, parece ter havido um progresso decisivo: que a eletrici-

dade é um movimento das partículas do éter luminoso que penetra tôda a matéria ponderável e que reaciona sôbre as moléculas dos corpos. Essa concepção concilia as duas precedentes. De acôrdo com ela, nos fenômenos elétricos se move, na realidade, algo de substancial, diferente da matéria ponderável. Mas essa substância não é a electricidade própria-mente dita, que, pelo contrário, através dos fatos se apresenta como uma forma de movimento, muito embora não seja como uma forma de movimento imediato, direto, da matéria ponderável. Enquanto que a teoria do éter aponta, por um lado, o caminho para se ir além da noção primitiva e torpe dos fluidos elétricos contrários, por outro lado oferece perspectivas para se esclarecer *qual* seja o verdadeiro substrato substancial do movimento elétrico; sôbre o *que vem a ser* essa coisa cujo movimento provoca os fenômenos elétricos (2).

A teoria do éter teve já, pelo menos, *um* êxito decisivo. Quando mais não seja, existe um ponto em que a electricidade altera o movimento da luz: desvia o seu plano de polarização. Clerk Maxwell, apoiado em sua já citada teoria, chegou à conclusão de que a constante dielétrica de um corpo é igual ao quadrado de seus índices de refração. Boltzmann calculou, então, a constante dielétrica de vários corpos não condutores, encontrando, para o enxôfre, a resina e a parafina, um índice de refração igual à raiz quadrada dêsse coeficiente. A maior divergência — no enxôfre — foi apenas de 4%. Dessa maneira, ficou confirmada, experimentalmente, num caso especial, a teoria de Maxwell a respeito do éter.

Muito tempo, no entanto, deverá transcorrer (e custará muito trabalho) até que novas séries de experiências venham destruir essas hipóteses (aliás contraditórias entre si), até que se venha a estabelecer uma doutrina sólida. Até êsse dia, ou até que a teoria do éter seja substituída por outra inteiramente nova, a investigação dos fenômenos elétricos se encontrará na desagradável situação de ser forçada a servir-se de expressões que sabemos, de antemão, que não são verdadeiras. Tôda a sua terminologia se baseia ainda na idéia de que existem dois fluidos elétricos. Fala-se, ao mesmo tempo, com desembaraço, de *massas elétricas que percorrem os corpos, de uma separação das duas electricidades em cada molécula*, etc. Êsse é um mal que, como já disse, em grande parte é consequência inevitável do atual estado de transição da ciência; mas que é devido, também, ao empirismo unilateral, predominante nesse ramo da investigação científica e que, em não pequeno grau, contribui para manter a confusão mental reinante até agora.

A opposição entre a chamada electricidade estática (ou de fricção) e a electricidade dinâmica (ou galvanismo) pode muito bem ser agora superada, desde o momento em que aprendemos a produzir correntes

permanentes com a máquina de eletrizar; e, inversamente, produzir a chamada eletricidade estática por meio da corrente galvânica, carregar com ela garrafas de Leyden, etc. Deixamos, por enquanto, de tratar da subforma da eletricidade estática, como também do magnetismo, reconhecido agora como sendo igualmente outra subforma da eletricidade. A explicação teórica dos respectivos fenômenos terá que ser encontrada, seguramente, na teoria da corrente galvânica; e, por isso, nos detemos principalmente nesta.

Uma corrente permanente pode ser produzida por diversos processos. O movimento mecânico de massa produz *diretamente*, por fricção, somente eletricidade estática, como primeiro efeito; mas uma corrente duradoura só pode ser obtida com um grande desperdício de energia. Para poder ser convertido em movimento elétrico, pelo menos em grande parte, o movimento mecânico precisa do auxílio intermediário do magnetismo, tal como acontece nas conhecidas máquinas eletromagnéticas de Gramme, Siemens, etc. O calor pode ser diretamente convertido em eletricidade, como se verifica no ponto de junção de dois metais diferentes. A energia posta em liberdade pela ação química (que, em condições ordinárias, é produzida sob a forma de calor) se transforma, sob determinadas condições, em movimento elétrico. Este último, desde que se verifiquem as condições para isso, passa a ser qualquer outra forma de movimento: movimento de massa, em pequena escala, diretamente, em virtude das atrações e repulsões eletrodinâmicas; em grande escala, novamente por intermédio do magnetismo, nas máquinas motrizes eletromagnéticas; em calor, em tôdas as partes, ao fechar-se o circuito de corrente, caso não se tenham colocado outras derivações; em energia química, nas células de decomposição e nos voltímetros que são intercalados no seu circuito, em que a corrente decompõe combinações que, de outro modo, são atacadas em vão.

Em tôdas essas conversões, prevalece a lei fundamental da equivalência quantitativa do movimento, em tôdas as suas transformações. Ou, como diz Wiedemann: "...segundo a lei da conservação da força, o trabalho produzido, por qualquer processo, a fim de gerar uma corrente elétrica, deve ser equivalente ao trabalho consumido para gerar tôdas as ações da corrente". Na conversão do movimento de massa ou do calor, em eletricidade, não se verificam dificuldades; está demonstrado que, no primeiro caso, a chamada *força eletromotriz* é igual ao trabalho executado naquele movimento⁽³⁾; no segundo caso é, "em cada ponto de contato da cadeia termoeétrica, diretamente proporcional à quantidade de calor medida em cada ponto de contato. Verificou-se também, em todos êsses fatos, a vigência da mesma lei no caso da eletricidade obtida por meio da energia química. Mas agora o assunto

não se apresenta de maneira tão simplista; pelo menos, no que diz respeito à teoria atualmente aceita.

Uma das mais belas séries experimentais sobre as mudanças de forma do movimento que se pode obter por meio de uma pilha galvânica é a de Favre (1857-1858). Pôs êle, em um calorímetro, uma pilha de Smee, de 5 elementos; em um segundo calorímetro, uma pequena máquina motriz eletromagnética, com o eixo principal e polia de transmissão fora do aparelho, cada vez que, na pilha, era produzido 1 grama de hidrogênio com 32,6 gramas de zinco (o velho equivalente químico do zinco, sendo igual à metade do peso atômico de 65,2, hoje adotado e expresso em gramas) verificavam-se os seguintes resultados:

A) — Pilha no calorímetro, totalmente isolada, com exclusão da máquina motriz; produção de 18.682 a 18.674 calorias;

B) — Pilha e máquina conectadas em circuito, mas sendo a máquina impedida de mover-se: calor, na pilha, 16.443; na máquina, 2.219; total, 18.667 calorias;

C) — Como em B, mas a máquina se move, sem levantar, no entanto nenhum peso; calor na pilha, 12.888; na máquina, 4.760; total, 18.657 calorias;

D) — Como em C, mas a máquina levanta um peso e, ao fazê-lo, realiza um trabalho mecânico = 131,24 quilogrâmetros. Calor na pilha, 14.427; na máquina, 2.947; total de 18.374 calorias. Perda em relação às anteriores 18.682 = 308 calorias. Mas o trabalho mecânico produzido, de 131,24 quilogrâmetros, multiplicado por 1.000 (para fornecer ao quilograma as gramas do resultado químico) dividido pelo equivalente mecânico do calor = 423,5 quilogrâmetros, dá em resultado 309 calorias, isto é, exatamente a perda assinalada como equivalente calórico do trabalho mecânico realizado.

A equivalência do movimento, em tôdas as suas transformações, ficou assim demonstrada também para o movimento elétrico, dentro dos limites das inevitáveis fontes de erro. E fica igualmente demonstrado que a força eletromotriz da cadeia galvânica, nada mais é do que energia química convertida em eletricidade; e a cadeia química nada mais é do que um dispositivo, um aparelho que transforma em eletricidade a energia química que vai sendo posta em liberdade; da mesma forma que uma máquina a vapor transforma em movimento mecânico o calor que lhe é fornecido, sem que, em nenhum desses casos, o aparelho transformador transfira de si mesmo qualquer outra energia.

Mas aqui aparece uma dificuldade em face ao modo tradicional de representar o processo. Esse modo de representá-lo, atribui à cadeia, em virtude das relações de contato nela estabelecidas entre os líquidos e os metais, uma *tensão elétrica de dissociação* que é proporcional à força

eletromotriz, representando, pois, para uma dada cadeia, uma determinada quantidade de energia. Como se comporta essa fonte de energia que, segundo o método tradicional de encarar as coisas, seria inerente à cadeia como tal (muito embora sem a ação química), no que diz respeito à energia posta em liberdade por essa ação? E, se fôr uma fonte de energia independente da ação química, donde procede a enêrgia que produz?

Essa questão, sob uma forma mais ou menos obscura, constitui o ponto litigioso entre a teoria do contato, fundada por Volta, e a teoria química da corrente galvânica, que surgiu imediatamente depois.

A teoria do contato explicava a corrente como sendo resultado das tensões elétricas que se produziam na cadeia ao verificar-se o contato dos metais com um ou vários líquidos ou somente dos líquidos entre si; assim como estabelecendo-se a igualdade entre essas tensões elétricas, dissociadas em eletricidades opostas, ao fechar-se o circuito. As transformações químicas que acompanhavam êsse processo eram consideradas inteiramente secundárias em face da teoria pura do contato. Contrariamente a isso, sustentava Ritter (Johann Wilhelm, 1776-1810), já em 1805, que uma corrente não pode ser estabelecida se os excitadores não atuarem quimicamente, uns sôbre os outros, desde *antes* do fechamento do circuito. Essa antiga teoria química é resumida, em termos gerais, por Wiedemann (I, pág. 784) no sentido de que, de acôrdo com ela, a chamada eletricidade de contato “sômente apareceria quando entra em atividade uma verdadeira ação química dos corpos em contato; ou pelo menos, uma perturbação do equilíbrio químico a qual, mesmo quando não esteja ligada diretamente a processos químicos, representa uma tendência à ação química”.

Como se vê, a questão da fonte de energia, só indiretamente é debatida por ambas as partes, como aliás não podia deixar de ser nessa época. Volta e seus sucessores nada viam de extraordinário no fato de que o simples contato de corpos heterogêneos pudesse gerar uma corrente constante, ou seja, realizar uma determinada quantidade de trabalho sem receber nada em troca. Ditter e seus adeptos encontram-se igualmente às escuras quanto a saber a maneira pela qual a ação química põe a cadeia em condições de gerar a corrente e seu resultante rendimento de trabalho. Mas se, no que se refere à teoria química, êsse ponto ficou esclarecido, faz algum tempo, por Joule, Favre, Raboult (François Marie, 1830-1901) e outros, com a teoria do contato sucede justamente o contrário. Na medida em que foi possível sustentar-se, permanece, quanto ao essencial, no seu ponto de partida. Idéias pertencentes a tempos superados desde muito, tempos em que era necessário nos contentarmos com o fato de atribuir a qualquer resultado obtido, a primeira

causa aparente, que se pudesse encontrar à mão, muito embora dessa maneira se fizesse sair movimento do nada; idéias que contradizem frontalmente o princípio da conservação da energia continuam assim sobrevivendo independentemente, na atual teoria da eletricidade. E, caso essas idéias sejam despojadas de seus aspetos mais chocantes, debilitadas, aguadas, castradas, embelezadas, isso em nada modifica a questão: a confusão se tornará cada vez maior.

Como tivemos ocasião de ver, a velha teoria química relativa à corrente declara que as relações de contato nos elementos da cadeia são estritamente necessárias para a formação da corrente; mas defende o ponto de vista de que êsses contatos não conseguem jamais gerar uma corrente sem que se verifique uma ação química simultânea. E hoje, entretanto, se tornou evidente que os dispositivos de contato da cadeia constituem precisamente o aparelhamento mediante o qual a energia química posta em liberdade é convertida em corrente; e que depende essencialmente dêsses dispositivos de contato a quantidade de energia que se converterá em corrente.

Wiedemann, como empírico unilateral que é, procura salvar o que fôr possível da velha teoria do contato. Acompanhem-lo em seu raciocínio:

“Se bem que o efeito do contato de corpos quimicamente indiferentes (diz Wiedemann, I, pág. 799), por exemplo os metais, segundo se acreditava antes, *nem é necessário à teoria da pilha*, nem está demonstrado pela circunstância de haver Ohm deduzido sua lei baseado nessa hipótese (porque essa lei pode ser deduzida mesmo sem essa teoria, e Fechner, que confirmou experimentalmente essa lei, também defendeu a teoria do contato), não se pode negar a excitação elétrica (*sic*) em virtude do *contato de metais*, pelo menos de acôrdo com as experiências atualmente realizadas, mesmo quando os resultados possíveis no que se refere à quantidade pudessem ter, nesse sentido, uma falha inevitável: a impossibilidade de manter absolutamente limpas as superfícies dos corpos em contato.”

Vê-se, assim, que a teoria do contato se tornou muito modesta. Reconhece que não é de forma alguma necessária para explicar a corrente; e que não foi demonstrada, nem teoricamente por Ohm, nem experimentalmente por Fachner. Chega mesmo a reconhecer que as experiências denominadas fundamentais (as únicas em que, portanto, nos devemos apoiar) somente proporcionam resultados inseguros no sentido quantitativo; e pretende de nós, apenas isto: reconhecemos que, seja como fôr, a eletricidade pode ser produzida por contato, muito embora tão-somente de *metais!*

Se a teoria do contato permanecesse apenas nisso, nada havia a lhe

ser objetado. Que, em virtude do contato entre metais, ocorrem fenômenos elétricos por meio dos quais é possível fazer com que se contraíam os músculos de uma rã, carregar um eletroscópio e provocar outros movimentos, tudo isso se pode admitir incondicionalmente. Apenas devemos perguntar em seguida: mas donde procede a energia necessária para isso?

Para responder a essa pergunta (segundo Wiedemann, I, pág. 14), “apresentaremos talvez as seguintes considerações:

Se duas chapas metálicas heterogêneas A e B são aproximadas até uma pequena distância, elas se atraem em virtude das forças de adesão. Estabelecido o seu contato recíproco, perdem a força viva (⁴) do movimento, a qual lhes foi fornecida por essa atração. (Se admitirmos que as moléculas dos metais se encontram em permanente vibração, devemos levar em conta o seguinte: quando, por meio do contato desses metais heterogêneos, tocam-se as suas moléculas que vibram desigualmente, poderia também produzir-se uma mudança nas suas vibrações, com perda de força viva.) A força viva perdida converte-se, na sua maior parte, em calor. Uma pequena parte é utilizada para distribuir de modo diferente as electricidades que antes não estavam separadas. Como dissemos acima, os corpos postos em contato se carregam com partes iguais de electricidade positiva e negativa, talvez em consequência de uma atração desigual em relação a ambas essas formas de electricidade”.

A modéstia da teoria do contato se vai tornando cada vez maior. Primeiro se reconhece que a poderosa força de separação elétrica (que depois tem que realizar um trabalho gigantesco) não possui em si nenhuma energia própria e não pode entrar em ação enquanto não lhe for fornecida energia de alguma parte estranha a ela. E, em seguida, lhe é atribuída uma fonte de energia quase insignificante — a força viva de adesão — que só entra em atividade a distâncias dificilmente mensuráveis por tão pequenas que são e que faz os corpos percorrerem um caminho quase imperceptível. Mas isso pouco importa: ela existe inegavelmente e, sem dúvida, desaparece depois do contato. No entanto, mesmo essa fonte mínima, fornece energia demasiada para os nossos fins: uma grande parte é convertida em calor e somente uma pequena parte é destinada a dar vida à força de separação elétrica. Mesmo sendo sabido que, na Natureza, ocorrem muitos casos em que impulsos extremamente pequenos provocam efeitos de extraordinária potência, o próprio Wiedemann parece sentir que essa fonte de energia quase gotejante dificilmente poderá produzir alguma coisa e procura descobrir uma possível segunda fonte, estabelecendo a suposição de uma interferência das vibrações moleculares de ambos os metais sobre as superfícies de contato. Além de outras dificuldades que se apresentam neste caso, Grove e Gassiot assinalaram que nem ao menos é necessário um perfeito

contato para que se verifique a produção de eletricidade, conforme o próprio Wiedemann nos relata uma página antes. Em síntese: a fonte de energia da força de separação elétrica vai secando à medida que a examinamos.

E, no entanto, não conhecemos outra melhor para produção de eletricidade por intermédio do contato de metais. Segundo Naumann (Alexander, 1837-1922, *Allgem. u. Phys. Chemie*, Heidelberg, 1877, pág. 675), “as forças eletromotrizes de contato, transformam calor em eletricidade”. Acha êle “natural a suposição de que a capacidade dessas forças disponível ou, em outras palavras, é uma função da temperatura”, calor disponível ou, em outras palavras, é uma função da temperatura”, o que estaria também demonstrado experimentalmente por Le Roux. Neste caso também, caminhamos dentro de uma total imprecisão. A lei da série de tensões dos metais proíbe que nos baseemos nos processos químicos que se sucedem incessantemente nas superfícies de contato dos metais, sempre cobertas por uma camada delgada (que a nós outros é praticamente impossível eliminar) de ar e água impura; isto é, pretender explicar a produção de eletricidade devido à presença de um eletrólito ativo invariável, entre as superfícies em contato. Um eletrólito dessa espécie teria que produzir, no circuito fechado, uma corrente constante; mas, pelo contrário, a eletricidade produzida por contato metálico simples desaparece quando se fecha o circuito. E assim chegamos ao ponto crucial da questão: sabermos se e de que maneira essa *força de separação elétrica*, antecipadamente limitada pelo próprio Wiedemann aos metais (declarada incapaz de produzir trabalho sem o abastecimento de energia externa e, em seguida, obrigada a recebê-lo de uma fonte de energia realmente microscópica), torna possível o surgimento da corrente elétrica duradoura por meio de contato de corpos quimicamente diferentes.

A série de tensões estabelece, entre os metais, uma determinada tensão elétrica. Mas, se colocarmos essa série de metais em um circuito de maneira que o zinco e a platina se toquem também, a tensão imediatamente se iguala e desaparece. “Em um circuito fechado, de corpos que pertencem à série de tensões, é portanto impossível a formação de uma corrente duradoura”. Esse princípio é apoiado por Wiedemann, com as seguintes considerações teóricas:

“Na realidade, caso surgisse uma corrente elétrica no circuito, deveria produzir-se calor nos próprios condutores metálicos, o qual só poderia ser anulado por meio do esfriamento dos pontos de contato dos metais. Em todo o caso, se verificaria uma distribuição desigual de calor; poderia também ser movida uma máquina motriz eletromagnética

sem nenhuma contribuição exterior, realizando-se assim um trabalho, o que é impossível, considerando-se que, se estabelecêssemos uma união fixa entre os metais, por exemplo por meio de uma solda, já não seria possível haver mudanças de nenhuma espécie, nos pontos de contato, capazes de compensarem êsse trabalho”.

E não é bastante a prova teórica e experimental de que a eletricidade de contato entre os metais não pode, por si só, gerar uma corrente: veremos também que Wiedemann foi obrigado a estabelecer uma hipótese especial, visando eliminar sua ação, mesmo nos casos em que poderia prevalecer, de certo modo, na corrente.

Procuremos então outro caminho para chegarmos à corrente elétrica por meio da eletricidade de contato. Imaginemos, como Wiedemann, “dois metais: uma barra de zinco e outra de cobre, soldadas em uma de suas faces, mas tendo suas faces livres unidas por um terceiro corpo que *não* atue elêtricamente sôbre elas, mas que apenas conduza as duas eletricidades opostas, acumuladas em suas superfícies, de modo que se tornassem iguais nesse mesmo corpo; dessa maneira, a fôrça elétrica de separação restabeleceria constantemente a diferença de tensões e appareceria assim uma corrente elétrica contínua, no circuito, a qual, sem nenhuma contribuição externa, poderia realizar trabalho; o que é, por sua vez, impossível. Em consequência, não pode haver nenhum corpo que conduza sômente a eletricidade, sem uma atividade eletromotriz contrária aos outros corpos”. Tudo isso de nada nos adiantou: a impossibilidade de criar movimento nos obstrui o caminho novamente. Por meio do contato de corpos quimicamente indiferentes, ou seja, por meio da eletricidade de contato prôpriamente dita, não conseguiremos jamais uma corrente. Façamos, pois, de nôvo, meia volta e tentemos um terceiro caminho que nos aponta Wiedemann.

“Façamos submergir, finalmente, uma barra de zinco e outra de cobre em um líquido que contenha uma dessas combinações chamadas *binárias*, isto é, que se podem decompor em duas parte quimicamente diferentes, saturando-se completamente; por exemplo: ácido clorídrico diluído ($\text{Cl} + \text{H}$) etc. Assim sendo, o zinco fica carregado negativamente e o cobre positivamente, de acôrdo com o § 27. Ao se unirem os metais, essas eletricidades se tornam iguais no local de contato, pelo qual passa *assim uma corrente de eletricidade positiva*, indo do cobre para o zinco. Como também a fôrça elétrica de separação (que aparece devido ao contato dêsses metais) conduz a corrente de eletricidade positiva *no mesmo sentido*, os efeitos da fôrça elétrica de separação não se anulam, tal como acontece no circuito metálico fechado. Dessa forma, é produzida *uma corrente contínua de eletricidade positiva* que, no cir-

cuito fechado, passa do cobre para o zinco por seu local de contato; e, através do líquido, do zinco para o cobre. Dentro em pouco voltaremos ao seguinte ponto (§§ 34 e segs.): em que medida participam efetivamente, na formação dessa corrente, as forças de separação elétrica existentes no local de contato. Denominamos a essa combinação de condutores, que produz essa corrente galvânica, um elemento galvânico e também uma cadeia galvânica". (I, pág. 45).

Dessa maneira, se havia realizado o milagre. Apenas por meio da força de separação elétrica de contato que, segundo o próprio Wiedemann, não pode entrar em ação sem o fornecimento de energia exterior, foi gerada uma corrente contínua. E, se não nos fôra oferecido, para sua explicação, outro argumento senão a citada passagem de Wiedemann, estaríamos realmente diante de um milagre. Neste caso, que aprendemos nós a respeito do processo em questão?

1) — Se submergirmos zinco e cobre em um líquido que contenha uma combinação denominada *binária*, o zinco se carrega negativamente e o cobre positivamente, de acôrdo com o § 27. Mas, em todo êsse parágrafo, não há uma só palavra referente a essa combinação binária. Limita-se êle a descrever um elemento simples da pilha de Volta, que consta de uma chapa de zinco e outra de cobre, entre as quais se interpõe um disco de pano umedecido em um *ácido* e passa logo a determinar, sem mencionar nenhum processo químico, as cargas eletrostáticas que são, assim, produzidas em ambos os metais. Dessa maneira, a pretendida combinação binária é contrabandeada pela porta dos fundos.

2) — Qual o papel desempenhado, no caso, por essa combinação binária, é coisa que permanece no mais absoluto mistério. A circunstância de que "*se podem decompor em dois elementos químicos que se saturam completamente*" (saturam-se completamente depois de se haverem dissociado?!) poderia, quando muito, ensinar-nos alguma coisa de nôvo *se, de fato, se dissociassem*. Mas, a êsse respeito, não se diz uma só palavra; e em vista disso, devemos admitir, pelo menos por enquanto, que *não* se dissociam, como por exemplo, no caso da parafina.

3) — Depois que, no líquido, o zinco se tenha carregado negativamente e o cobre positivamente, devemos pô-los em contato (fora do líquido). Em seguida, "essas eletricidades se igualam totalmente, no local de contato, através do qual passa *assim* uma corrente de eletricidade *positiva* do cobre para o zinco". Neste caso, também, não ficamos sabendo a razão pela qual passa uma corrente de eletricidade *positiva*, em uma direção, e não uma de eletricidade negativa, em direção contrária. Tampouco nos é dito o que foi feito da eletricidade negativa, apesar de que, até êsse momento, ser ela tão necessária quanto a positiva. A ação da força de separação elétrica consistia, precisamente, em pôr em liber-

dade ambas as eletricidades, uma contra a outra. Agora é suprimida de repente, até certo ponto oculta, admitindo-se a possibilidade de que só existia eletricidade positiva.

Mas logo em seguida, na pág. 51, se diz exatamente o contrário, porque então "*as eletricidades se unem, formando uma corrente*", de modo que, neste caso, tanto passa a positiva como a negativa! Quem nos poderá tirar dêsse atoleiro?

4) — "Como a força de separação elétrica que aparece, mediante o contato dos metais citados, conduz a eletricidade postiva *em um mesmo sentido*, os efeitos das forças de separação elétrica não se anulam, tal como acontece num circuito metálico fechado. Aparece, portanto, uma corrente contínua etc. Isso é um pouco forte. Porque, como podemos ver algumas páginas adiante (pág. 52), nos adverte Wiedeman de que "na formação da corrente contínua... a força de separação elétrica... *deve permanecer inativa* no local de contato dos metais"; que essa corrente é produzida não somente quando essa força, em vez de impulsionar a corrente em seu mesmo sentido, atua contra ela; mas tampouco nesse caso a corrente é compensada por determinar participação da força de separação elétrica da cadeia; e dessa forma, também nesse caso a referida força permanece inativa. Como pode Wiedemann, então, na pág. 45, fazer com que participe, como fator necessário na formação da corrente, uma força de separação elétrica que, já na pág. 52, põe fora de atividade durante toda a duração da corrente e, ainda mais, baseado numa hipótese especialmente estabelecida com êsse fim?

5) — "Produz-se, assim, uma *corrente contínua* de eletricidade positiva, que passa, no circuito fechado, do cobre para o zinco através do líquido". Mas, em consequência de tal corrente contínua, deveria originar-se "calor nos corpos condutores"; poderia também "ser movida uma máquina motriz eletromagnética e, assim, ser realizado um trabalho", o que é impossível sem um suprimento de energia. Como Wiedemann não nos revela, com uma palavra sequer, se e donde provém êsse suprimento de energia, essa corrente contínua é também, neste caso, uma coisa tão impossível como os outros dois por êle analisados.

E isso não é sentido por ninguém melhor do que por Wiedemann. Tanto que êle considera conveniente passar tão rapidamente quanto possível sobre os muitos pontos controvertidos dessa curiosa e surpreendente maneira de explicar a produção de uma corrente elétrica; e, por outro lado, procura entreter o leitor, ao longo de várias páginas, com toda uma série de historietas elementares a respeito dos efeitos térmicos, químicos, magnéticos e fisiológicos dessa sempre misteriosa corrente, adotando, para isso, excepcionalmente, um tom bastante popular. E, logo depois, retoma o assunto novamente (pág. 49):

“Devemos agora investigar de que maneira atuam as forças, de separação elétrica, em um circuito fechado composto de dois metais e um líquido, por exemplo, zinco, cobre e ácido clorídrico. *Sabemos* que os componentes da composição binária (H Cl), contida no recipiente cheio de água, separam-se ao passar a corrente; de maneira que um deles (H), é posto em liberdade no cobre e o outro, (Cl), no zinco; e, por esse motivo, o último se combina com uma quantidade equivalente de zinco, dando em resultado Zn Cl”.

Sabemos. Se soubéssemos disso, não seria seguramente por intermédio de Wiedemann, que até este momento não nos revelou absolutamente nada a respeito desse processo, segundo temos visto. E, além do mais, se *alguma coisa sabemos* a esse respeito, é justamente que o fenômeno não se pode realizar da maneira descrita por Wiedemann.

Ao formar-se uma molécula de ácido clorídrico, constituída de hidrogênio e cloro, é posta em liberdade uma quantidade de energia = a 32.000 calorías (Julius Thomsen, 1826-1909). De sorte que, para subtrair o cloro dessa combinação com o hidrogênio, seria necessário substituir cada molécula de H Cl, por essa mesma quantidade de energia. E donde tira a cadeia essa energia? A explicação de Wiedemann nada esclarece. Busquemo-la, pois, nós mesmos.

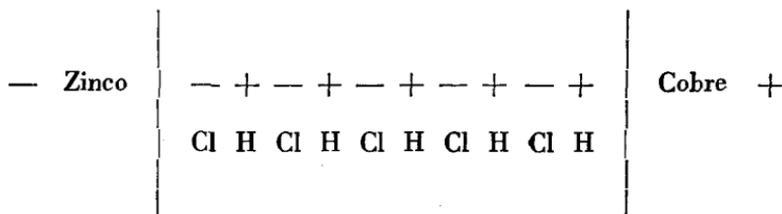
Quando o cloro se combina com o zinco, formando cloreto de zinco, é posta em liberdade uma quantidade muito maior de energia do que a necessária para separar o cloro do hidrogênio (Zn, Cl₂) desenvolve 97.210, 2 (H, Cl) calorías (Julius Thomsen). E assim se torna compreensível o processo que se verifica na cadeia. De sorte que o hidrogênio, em contato com o cobre, não é posto em liberdade sem mais nem menos; nem o cloro com o zinco se combinam casualmente. Pelo contrário: a combinação do zinco com o cloro é a condição fundamental de todo o processo; e, enquanto não se produzir, esperaremos em vão o aparecimento do hidrogênio do lado do cobre.

As sobras da energia posta em liberdade ao tornar-se a molécula de Zn Cl₂, relativamente à consumida para desprender dois átomos de H de duas moléculas de H Cl, convertem-se, na cadeia, em corrente elétrica, provendo toda a *força eletromotriz* que aparece no circuito de corrente. Não é, portanto, nenhuma misteriosa *força de separação elétrica* que extrai o cloro do hidrogênio, sem a indicação, até este momento, de nenhuma fonte de energia; é o processo químico total, que se desenvolve na cadeia, o responsável pelo provimento da energia necessária a todas as *forças de separação elétrica* e *forças eletromotrizes*.

Assinalemos, por enquanto, que a *segunda* explicação de Wiedemann, tal como a primeira, não nos tirou do pântano; e continuemos examinando o seu texto.

“Este processo demonstra que a conduta do corpo binário, entre os dois metais, já não consiste somente em uma simples atração predominante, de toda a sua massa, como acontece entre os metais, mas sim que há o acrésimo de uma ação especial de seus componentes. Considerando que o componente Cl se desprende no local em que a corrente de eletricidade positiva penetra no líquido; e o componente H, onde penetra a eletricidade negativa, *admitamos* que cada equivalente do cloro, na combinação H Cl, esteja carregado de uma determinada quantidade de eletricidade negativa, o que determina sua atração pela eletricidade positiva. É esse o *componente eletronegativo* da combinação. Da mesma forma, o equivalente H deve estar carregado de eletricidade positiva, representando assim o componente eletropositivo da mesma combinação. Essas cargas *poderiam* ser produzidas pela combinação de H e Cl, da mesma forma que pelo contato entre o zinco e o cobre. Como a combinação H Cl é, em si, eletricamente neutra, *devemos admitir*, em consequência, que na mesma os átomos do componente positivo e do negativo contêm *iguais* quantidades de eletricidade positiva e negativa.

Se submergirmos uma chapa de zinco e uma outra de cobre em ácido clorídrico diluído, *podemos então supor* que o zinco *manifesta* uma atração mais forte pelo componente eletronegativo (Cl) do que pelo eletropositivo (H). Em consequência disso, as moléculas de ácido clorídrico, que entraram em contato com o zinco, se *colocariam* de modo a dirigir seus componentes eletropositivos para o zinco e os eletronegativos, para o cobre. Os componentes assim ordenados, atuam, por sua força de atração elétrica, sobre os componentes assim ordenados, atuam, por sua força de atração elétrica, sobre os componentes da molécula de H Cl seguinte; e toda a fila de moléculas entre a chapa de zinco e a de cobre, fica ordenada como se vê na figura 10:



“Se o segundo metal atuasse sobre o hidrogênio positivo, como o zinco sobre o cloro negativo, a ordenação seria favorecida. Caso atue em sentido contrário, porém mais debilmente, permanece sem alteração a orientação daquelas.

Em virtude da ação de influência da eletricidade negativa, do componente eletronegativo Cl, encostado ao zinco, a eletricidade do zinco

ficaria distribuída de tal forma que as partes do mesmo mais próximas de Cl (da molécula também mais próxima de ácido), se carregariam positivamente; e as mais afastadas, negativamente. Da mesma forma, no cobre, na parte mais próxima do componente eletropositivo (H), da molécula de ácido clorídrico encostada, se acumularia eletricidade negativa; e a positiva seria impelida para as partes mais afastadas.

Então, a eletricidade positiva do zinco se *combinaria* com a negativa do átomo mais próximo Cl; e éste, por sua vez, com o zinco de $Zn Cl_2$, neutro. O átomo eletro positivo H, que estava combinado com aquêle átomo Cl, se *combinaria* com o átomo Cl (dirigido para êle) da segunda molécula de H Cl, verificando-se a simultânea combinação das eletricidades contidas em seus átomos; de igual maneira se *combinariam* o H da segunda molécula de H Cl com o Cl da terceira molécula; e assim sucessivamente, até que, ao atingir o cobre, *ficaria* livre um átomo de H, cuja eletricidade positiva se combinaria com a negativa do cobre e, dêsse modo, se escaparia em um estado elétrico”. Esse processo “se repetiria até que a repulsão das eletricidades acumuladas (resultantes dos componentes do ácido clorídrico a, elas dirigidos) entrasse em perfeito equilíbrio com a atração química dos últimos pelos metais. Mas, se as chapas metálicas são unidas entre si por um condutor, as eletricidades livres das chapas metálicas unem-se entre si e podem recomeçar os processos antes enunciados. *Dessa maneira*, se produziria uma corrente elétrica contínua. É fácil compreender que, durante o processo, se verifica uma perda constante de força viva, quando se dirigem para os metais, com uma certa velocidade, os componentes da combinação binária e entrem, então, em repouso, quer formando uma combinação ($Zn Cl_2$), quer sendo postos em liberdade (H). [Observação (de Wiedemann): Considerando-se que aquisição de força viva, quando os componentes Cl e H se separam... é compensada pela força viva perdida na união dos mesmos com os componentes das moléculas mais próximas, a influência dêsse processo pode ser desprezada]. Essa perda de força viva, é equivalente à quantidade de calor posta em liberdade durante o processo químico que se torna visível, ou seja, no essencial, pela dissolução de uma equivalência de zinco no ácido diluído. O trabalho dispendido na separação das eletricidades deve ser equivalente a êsse valor. De sorte que, se as eletricidades se unem em uma corrente, então, durante a dissolução de um equivalente de zinco e o desprendimento de um equivalente de hidrogênio da massa líquida, deve produzir-se um certo trabalho em todo o circuito, quer sob a forma de calor, quer sob a forma de realização de trabalho externo, o qual é também equivalente ao desenvolvimento de calor correspondente àquele trabalho químico”.

“Admitamos... poderiam... devemos admitir... podemos supor... se distribuiria... se carregariam...” etc., etc. Apenas conjeturas e condicionais, dentre as quais só podemos aceitar, com segurança, três considerações: primeiro, que a combinação do zinco com o cloro é *agora* mencionada como condição do desprendimento de hidrogênio; segundo (como o aprendemos, finalmente, e como que de passagem), que a energia posta em liberdade, por meio desse processo químico, é a fonte (e a fonte exclusiva) de toda a energia necessária à formação da corrente; e, em terceiro lugar, que essa explicação a respeito da formação da corrente é apresentada confusamente, sendo tão semelhante às duas outras como as mesmas entre si.

Logo depois diz êle:

“Por conseguinte, a força de separação elétrica pode ser *única e exclusivamente* aquela que atua na produção da corrente, força essa que é proveniente da desigual atração e da polarização dos átomos da combinação binária, no líquido excitante da cadeia, por meio dos eletródios metálicos. Mas, a força de separação elétrica, no local de contato dos metais, com que já não podem ser produzidas transformações mecânicas, *deve permanecer, pelo contrário, inativa*. Que esta (quando, por exemplo, *atua em sentido contrário* à excitação eletromotriz dos metais pelo líquido, como acontece quando submergimos estanho e chumbo em uma solução de cianureto de potássio) não é compensada por determinada participação da força de separação nos últimos, fica provado pela citada proporcionalidade perfeita de toda a força de separação (e força eletromotriz) no circuito de fechamento, com a citada equivalência calórica dos processos químicos. Deve, pois, ser neutralizada de outra maneira. Isso sucederia do modo mais simples possível se supusermos que, durante o contato do líquido excitante com os metais, a força motriz é produzida duma dupla maneira: em primeiro lugar, devido a uma atração desigual das *massas* do líquido, considerado como um todo, por uma ou outra eletricidade; e depois, pela atração desigual dos metais pelos *componentes* do líquido, carregados de eletricidades contrárias... Em consequência da primeira atração desigual (de massas) pelas eletricidades, os líquidos se comportariam inteiramente de acôrdo com a lei da série de tensões dos metais; e, num circuito fechado, se produziria uma completa neutralização das forças de separação elétrica (e as forças eletromotrizes); a segunda ação (*química*)... provocaria por *si só* a força de separação elétrica necessária para a formação de corrente e da força eletromotriz correspondente a ela”. (I, págs. 52-53).

Com isso, o que restava da teoria do contato ficaria sem efeito — e a salvo — no que se refere à formação de corrente; e também o que

resta da primeira explicação de Wiedemann a respeito da formação de corrente exposta na pág. 45. Finalmente, é reconhecido, sem reservas, que a cadeia galvânica não é mais do que um aparelhamento para converter a energia química, à medida que se vai pondo em liberdade, em movimento elétrico, nas chamadas forças de separação elétrica e força eletromotriz; da mesma forma que a máquina a vapor é um aparelhamento destinado à conversão de energia calorífica em movimento mecânico. Tanto num como no outro caso, êsse aparelhamento cria apenas as condições para a libertação e as posteriores transformações da energia; mas, por si só, não produz energia. Uma vez esclarecido êsse ponto, resta-nos ainda examinar mais de perto a terceira versão com que Wiedemann tenta explicar a corrente elétrica.

De que maneira explica êle as transformações da energia no circuito fechado da cadeia?

Diz êle ser compreensível o fato de que, na cadeia:

“tenha lugar uma perda constante de força viva ao serem atraídos pelos metais, com certa velocidade, os componentes da combinação binária e chegarem, então, ao repouso, quer formando uma combinação ($Zn Cl_2$), quer se pondo em liberdade (H).

“Essa perda de força viva é equivalente à quantidade de calor posta em liberdade durante o processo químico que se torna visível, ou seja, no essencial, devido à dissolução de um equivalente de zinco no ácido diluído”.

Em primeiro lugar, quando o processo se desenvolve *puro* não é pôsto em liberdade nenhum calor, na cadeia; visto como a energia que vai sendo posta em liberdade é transformada em eletricidade, e, somente devido à resistência do conjunto do circuito, uma parte dela é convertida em calor.

Em segundo lugar, a força viva é igual à metade do produto da massa pelo quadrado da velocidade. A frase anteriormente transcrita significaria, pois, o seguinte: a energia posta em liberdade em virtude da dissolução de um equivalente de zinco no ácido clorídrico diluído, igual a um determinado número de calorías, é também equivalente à metade do produto da massa dos ions pelo quadrado da velocidade com que são atraídos pelos metais. Assim apresentada, a frase é, à primeira vista, inexata; a força viva que resulta da migração dos ions, está muito longe de ser equivalente à energia posta em liberdade pelo processo químico (III). Mas, se o fôsse, nenhuma corrente seria possível, porque não restaria nenhuma energia livre no resto do circuito. Por êsse motivo, acrescenta-se de passagem, a observação de que os ions chegam ao repouso”, quer formando uma combinação, quer se pondo em liberdade”. Mas se a perda de energia deve abranger também as transformações de energia que se realizam nesses dois processos, então fica-

mos definitivamente atolados. Porque ambos êsses processos são exatamente aquêles aos quais devemos tôda a energia que se vai pondo em liberdade; de sorte que não se pode absolutamente falar em *perda*, mas sim em *aquisição*.

É portanto evidente que Wiedemann, naquela sua frase, não pensou em nada de concreto e que a *perda de energia* significa apenas o *deus ex machina* que lhe possibilite o salto mortal que o transfira da velha teoria do contato à explicação da corrente por efeito químico. Efetivamente, a perda de energia realizou aquilo de que fôra encarregada, e agora está despedida; daqui por diante, o processo químico, na cadeia, passa a ser considerado como única fonte energética de produção da corrente; e o único recurso que resta ao nosso autor é procurar um meio de livrar-se, com bons modos, do que ainda resta da tentativa de produzir eletricidade por meio do contato de corpos quimicamente indiferentes, ou seja, por intermédio da pretendida fôrça de separação elétrica que atua no local de contato entre ambos os metais.

Quando se lê a explicação de Wiedemann a respeito da corrente elétrica, anteriormente transcrita, chega-se a acreditar que temos diante dos olhos um trecho dessa apologética com que os teólogos crentes e semicrentes enfrentavam, há cêrca de quarenta anos, a crítica fisiológico-histórica da Bíblia, levada a efeito por Strauss, Wilke, Bruno Bauer e outros. O método é exatamente o mesmo. É forçoso que seja. Porque, em ambos os casos, trata-se de salvar a *tradição* em face da ciência pensante. O empirismo exclusivo que só permite que se pense, quando muito, sob a forma do cálculo matemático imagina estar manipulando fatos inegáveis. Na realidade, porém, manipula preferentemente idéias recebidas de outrem, produtos do pensamento de seus predecessores, na sua maioria superados, tal como eletricidade positiva e negativa, fôrça de separação elétrica e teoria do contato. Isso lhe serve para intermináveis cálculos matemáticos, por meio dos quais se torna possível esquecer, na severidade das fórmulas matemáticas, a natureza hipotética dos pontos de partida. O quanto tem de cética essa classe de empirismo, em face dos resultados do pensamento contemporâneo, possui também de crédula em face do pensamento de seus predecessores. Até mesmo os fatos experimentalmente demonstrados, para êle são considerados inseparáveis, em geral, das correspondentes elucubrações tradicionais. O fenômeno elétrico mais simples é falsificado ao ser explicado, por exemplo, por meio do contrabando das eletricidades. Essa classe de empirismo já *não pode* descrever corretamente os fatos, porque a interpretação tradicional está oculta por baixo dessa mesma descrição. Numa palavra: nos defrontamos, no domínio da teoria da eletricidade, com a tradição desenvolvida à semelhança do que se passa com a teologia; e, como em ambos êsses domínios, os resultados das novas investigações

(a determinação de fatos desconhecidos ou discutidos e as conclusões teóricas que deles são necessariamente deduzidas), golpeiam inexoravelmente a face das velhas tradições, ficando os defensores das mesmas num bêco sem saída. Devem refugiar-se em tôda a espécie de escapatórias, recorrer a tergiversações insustentáveis e à dissimulação de contradições irreduzíveis e, dessa forma, acabam enredados, eles próprios, em contradições para as quais não há nenhuma solução. É essa crença na velha teoria sôbre a eletricidade o que arrasta Wiedemann para uma insanável contradição consigo mesmo, já que se apegá a desesperada tentativa de conciliar racionalmente a velha explicação da corrente por meio da *força de contato*, com a nova concepção baseada na energia química posta em liberdade.

Objetar-se-á, talvez, que a crítica anterior à explicação de Wiedemann sôbre a produção de corrente basea-se em malabarismos verbais; que, embora Wiedemann se manifeste a princípio um tanto negligente e inexato, chega por fim a uma exposição correta do fenômeno, concordante com a lei da conservação da energia; e que, assim sendo, fica reabilitado. A êsse respeito, damos em seguida outro exemplo: a descrição que faz êle do processo que se realiza na cadeia zinco, ácido sulfúrico diluído, cobre.

“Se unirmos ambas as chapas por meio de um fio, então é gerada uma corrente galvânica... *Através do processo eletrolítico*, desprende-se da *água* do ácido sulfúrico diluído, do lado do cobre, um equivalente de hidrogênio que se escapa em borbulhas; e do lado do zinco, forma-se um equivalente de oxigênio, que oxida o zinco, constituindo o óxido de zinco, que se dissolve no ácido circundante sob a forma de sulfato de zinco” (I, págs. 592/593).

Para que haja desprendimento de hidrogênio e de oxigênio da água, é necessária, para cada molécula de água, uma energia equivalente a 68.924 calorías. E, donde provém, na citada cadeia, essa energia? “Do processo eletrolítico”. E onde vai buscá-la o *processo eletrolítico*? Não há resposta à pergunta.

No entanto, Wiedemann nos diz, e não uma vez, mas duas (I, págs. 472 e 614), que “segundo novas experiências, a própria água não é decomposta” e sim, em nosso caso, apenas o ácido sulfúrico (H_2SO_4) que se decompõe, por um lado em H_2 e, pelo outro, $SO_3 + O$, perdendo, em determinadas circunstâncias, H_2 e O que escapam em estado gasoso. Mas, em vista disso, modifica-se inteiramente a natureza do processo. O (H_2) do H_2SO_4 é diretamente substituído pelo zinco (que é bivalente), formando sulfato de zinco ($ZnSO_4$). Ficam livres, por um lado H_2 e, pelo outro, $SO_3 + O$. Ambos os gases se desprendem nas mesmas proporções em que formam água; o SO_3 se combina com a água da

solução $H_2 O$, voltando a formar $H_2 SO_4$, isto é, ácido sulfúrico. Mas, quando se forma $Zn SO_4$, desenvolve-se uma quantidade de energia suficiente, não só para desalojar e pôr em liberdade o hidrogênio do ácido sulfúrico, mas também para deixar um considerável excedente que, em nosso caso, é utilizado para a formação de corrente. O zinco não espera, pois, até que o processo eletrolítico ponha a sua disposição oxigênio livre, para, primeiro, oxidar-se e, depois, dissolver-se no ácido. Dá-se exatamente o contrário: entra diretamente no processo, que só consegue realizar-se devido a *essa intervenção do zinco*.

Vemos, assim, como concepções químicas antiquadas acodem em ajuda das antiquadas concepções a respeito do contato. De acôrdo com as teorias mais modernas, o ácido é um sal em que o hidrogênio substitui um metal. O processo aqui examinado confirma essa noção: o deslocamento direto do hidrogênio pelo zinco explica perfeitamente o desenvolvimento de energia. A velha concepção, adotada por Wiedemann, considera um sal como sendo a combinação de um óxido metálica com um ácido; e, por essa razão, fala êle em óxido de zinco sulfoácido, em vez de sulfato de zinco. Mas, a fim de chegar, em nossa cadeia de zinco e ácido sulfúrico, a êsse óxido de zinco sulfoácido, o zinco deve ser, primeiramente, oxidado. Para que seja possível oxidar o zinco com suficiente rapidez, é necessário haver oxigênio livre. Para se conseguir oxigênio livre, temos que supor — uma vez que aparece hidrogênio do lado do cobre — que a água seja decomposta. E para decompormos a água, se torna necessária uma enorme quantidade de energia. Como consegui-la? Simplesmente “pelo processo eletrolítico”, que, por sua vez, não pode ser pôsto em movimento enquanto seu produto químico final, o “óxido de zinco sulfoácido”, não tenha começado a se formar. Vemos, assim, que a criança deve dar à luz a sua mãe.

De sorte que, também neste caso, todo o processo é completamente invertido por Wiedemann e pôsto de pernas para cima. Tudo isso porque Wiedemann mistura, sem mais nem menos, a eletrólise ativa e a passiva, dois processos inteiramente opostos, delas fazendo uma só eletrólise pura e simples.

Até agora examinamos apenas o que acontece na cadeia, isto é, aquêle processo em que, devido à ação química, é pôsto em liberdade um excedente de energia, sendo êste convertido em eletricidade por intermédio dos dispositivos da cadeia. Mas êsse processo pode ser invertido: a eletricidade da corrente contínua obtida, na cadeia, em virtude da energia química, pode, por sua vez, ser reconvertida em energia química, através da célula de decomposição intercalada no circuito. Ambos os processos são evidentemente opostos: se concebermos o primeiro como químico-elétrico, o segundo será eletroquímico. Am-

los podem desenvolver-se no mesmo circuito e nos mesmos corpos. Assim é que uma pilha de elementos gasosos, cuja corrente resulta da combinação de hidrogênio e de oxigênio na água, pode fornecer, por meio de uma célula de decomposição intercalada, hidrogênio e oxigênio nas mesmas proporções em que entram na formação da água. A maneira corrente de encarar êsses fenômenos, confunde êsses processos em uma só expressão: eletrólise, não distinguindo sequer a eletrólise ativa da passiva, não fazendo distinção entre um líquido excitante e um eletrólito positivo. Assim é que Wiedemann encara a eletrólise em geral, ao longo de 143 páginas, acrescentando finalmente algumas considerações sobre "eletrólise na cadeia" sendo que só merece pequena parte das dezessete páginas dêsse capítulo os fenômenos referentes ao que ocorre nas cadeias reais. Também na seção seguinte, Teoria da Eletrólise, nem sequer é mencionado o contraste entre a cadeia e a célula de decomposição. E se, logo depois, procurássemos, no capítulo seguinte a êsse — Influência da Eletrólise sobre a Resistência de Condução e sobre a Fôrça Eletromotriz no Circuito — alguma referência às transformações de energia no circuito, sofreríamos, por certo, um amargo desengano.

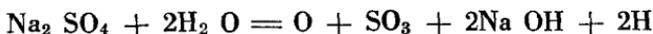
Examinemos agora êsse irresistível "processo eletrolítico" que pode separar H_2 de O sem fornecimento visível de energia; e que, nesses capítulos do livro, desempenha o mesmo papel que anteriormente exerce a misteriosa "fôrça de separação elétrica".

"Ao lado do processo *primário, puramente eletrolítico* da separação dos íons, verifica-se também um grande número de processos *secundários*, inteiramente independentes do mesmo, *puramente químicos*, resultantes da ação dos íons separados pela corrente. Essa ação pode ser exercida sobre a matéria dos eletródios, sobre o corpo dissociado, nas soluções e sobre o meio dissolve" (I, pág. 481). Voltemos à cadeia anterior: zinco e cobre, mergulhados em ácido sulfúrico diluído. Aqui encontraremos, segundo declaração do próprio Wiedemann, os íons H_2 e O , provenientes da água. Em consequência, deve-se ter realizado a oxidação do zinco e a formação de $Zn SO_4$, um processo secundário, independente do processo eletrolítico, inteiramente químico, apesar de o processo primário só ser possível em virtude dêste último. Examinemos em seus detalhes a confusão que inevitavelmente se tem de produzir em virtude dessa inversão do verdadeiro processo.

Atenhamo-nos, em primeiro lugar, aos chamados processos secundários na célula de decomposição, da qual Wiedemann nos apresenta alguns exemplos (Págs. 481/482) (IV).

I) — Eletrólise de $Na_2 SO_4$, dissolvido em água. Êste se "dissocia... em 1 equivalente de $SO_3 + O$ e 1 equivalente de Na ... Mas êste último reage sobre a água e desprende 1 equivalente de H , ao mesmo

tempo que se forma 1 equivalente de sódio, que se dissolve na água circundante". A fórmula é:



Neste exemplo, a dissociação seguinte:



poderia ser concebida, na realidade, como o processo primário, eletroquímico, e a ulterior:



como um processo secundário, puramente químico. Mas êsse processo secundário, origina-se diretamente no eletródio em que aparece o hidrogênio pôsto em liberdade. A importante quantidade de energia (11.810 calorías por equivalente de Na, O e H, segundo Julius Thomsen) se converte, por isso, em electricidade, pelo menos em sua maior parte; e apenas uma parte se transforma diretamente em calor. Mas êste último pode também resultar da energia química posta em liberdade, direta ou indiretamente, na cadeia. Mas a quantidade de energia assim disponível e transformada em electricidade tem que ser subtraída porque deve prover a corrente para que se dê a dissociação constante $\text{Na}_2 \text{SO}_4$. Se a conversão do sódio em hidróxido pareceu, no *primeiro* momento, um processo secundário do conjunto, a partir do segundo momento torna-se um fator essencial no processo do conjunto e deixa, portanto, de ser secundário.

Mas, na célula de dissociação, realiza-se um terceiro processo: SO_3 se combina $\text{H}_2 \text{O}$, formando $\text{SO}_4 \text{H}_2$ (ácido sulfúrico), caso não entre em combinação com o metal do eletródio, pondo outra vez energia em liberdade. Essa combinação não se efetua diretamente no eletródio; e a quantidade de energia posta em liberdade (21.320 calorías, J. Thomsen) se transforma assim, na própria célula, tôda ou em sua maior parte, em calor, cedendo à corrente, quando muito, uma pequena parte de sua electricidade. De maneira que o único processo realmente secundário que produz na célula, nem sequer é mencionado por Wiedemann.

II) — "Se eletrolizarmos uma solução de sulfato de cobre, entre um elemento eletródio positivo de cobre e outro negativo da platina, então, com a dissociação simultânea de ácido sulfúrico na mesma corrente, separa-se, no eletródio de platina, 1 equivalente de cobre por cada equivalente de água dissociada; no eletródio positivo deveria aparecer 1 equivalente de ácido sulfúrico; mas êste se combina com o cobre,

formando Cu SO_4 , que se dissolve na água da solução eletrolizada”.

Devemos traduzir o processo, em linguagem química moderna, da seguinte maneira: na platina se deposita cobre; o SO_4 livre que, como tal, não pode subsistir, se decompõe em $\text{SO}_3 + \text{O}$ e este último escapa; SO_3 toma da água da solução $\text{H}_2 \text{O}$ e forma $\text{H}_2 \text{SO}_4$ que volta a combinar-se com o cobre do eletródio, pondo H_2 em liberdade. Temos assim, falando corretamente, três processos: 1.º) — separação de Cu e SO_4 ; 2.º) — $\text{SO}_3 + \text{O} + \text{H}_2 \text{O} = \text{SO}_4 + \text{O}$; 3.º) — $\text{H}_2 \text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{Cu SO}_4 + \text{H}_2$. À primeira vista, o primeiro pode parecer primário e os outros secundários. Mas, se investigarmos as transformações de energia, verificamos que o primeiro é totalmente compensado por uma parte do terceiro; a separação do cobre de SO_4 se verifica devido a sua combinação com o outro eletródio. Se prescindimos da energia necessária para transferir o cobre de um para o outro eletródio; e igualmente da inevitável perda de energia na cadeia (o que não pode ser determinado com exatidão, devido à conversão de uma parte em calor) verifica-se aqui o caso de que o chamado processo primário não subtrai nenhuma energia à corrente. A corrente fornece energia unicamente para que se torne possível a dissociação de H_2 e O que (faz-se necessário acrescentar) é invertida e se apresenta como o resultado real de todo o processo, isto é, da realização de um processo secundário e outro terciário.

Em ambos os exemplos anteriores, como também em outros casos, a distinção entre processos primários e secundários tem, no entanto, uma certa e inegável justificação. Assim é que, nos dois casos, a água parece que se decompõe; e que os elementos componentes da água se desprendem nos eletródios opostos. Considerando que, segundo as mais recentes experiências, a água quimicamente pura se aproxima, tanto quanto possível, do ideal de um corpo não condutor (isto é, de um corpo que não pode ser eletrólito), é importante assinalar que neste e em muitos outros casos semelhantes, a água não é diretamente dissociada, durante a eletrólise, mas sim que os elementos da água são desprendidos do ácido, mesmo quando a água deve participar da formação desse ácido.

III) — “Se eletrolizarmos, ao mesmo tempo, em dois tubos... ácido clorídrico... e se usarmos zinco num dos eletródios e cobre no outro, no primeiro tubo se dissolve uma quantidade de 32,53 de zinco e, no segundo, uma de $2 \times 31,7$ de cobre”.

Deixemos o cobre de lado, por enquanto, e cuidemos do zinco. Como processo primário, admitamos a dissociação de HCl e, como elemento secundário, a dissolução de Zn .

Segundo essa concepção, a corrente fornece à célula de dissociação a energia necessária para a separação de H e Cl ; e, depois de se haver

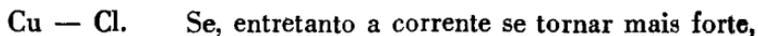
realizado essa separação, Cl se combina com Zn, ficando em liberdade uma quantidade de energia que é subtraída da necessária para a separação de H e Cl, de maneira que a corrente precisa apenas fornecer a diferença. Até agora tudo vai muito bem; mas, se examinarmos mais de perto ambas as quantidades de energia, verificaremos que aquela posta em liberdade para a formação de $Zn Cl_2$, é maior que a consumida para decompor $2H Cl$; e que, portanto, a corrente não só está dispensada de fornecer qualquer quantidade de energia, como também, pelo contrário, *recebe energia*. Assim sendo, já não temos perante nós um eletrólito passivo, mas sim um líquido excitante; não temos nenhuma célula de dissociação, mas sim uma *cadeia* que reforça, com um elemento, a pilha formadora da corrente. O processo que devíamos considerar como secundário, se nos apresenta como absolutamente primário: é ele a fonte de energia do processo de conjunto, tornando-o independente da corrente que recebe da pilha.

Vemos agora, claramente, qual a origem de toda a confusão que reina ao longo da exposição teórica de Wiedemann. É que ele parte da eletrólise; que esta seja ativa ou passiva, cadeia ou célula de dissociação, pouco lhe importa; uma caixa de ataduras é uma caixa de ataduras, como dizia o major ao doutor em filosofia, que prestava o serviço militar de um ano. E, como a eletrólise, na célula de dissociação, é muito mais fácil de estudar do que na cadeia, Wiedemann toma como ponto de partida a célula de dissociação e transforma os processos que nela se realizam (de sua distinção, em parte justificada, em primários e secundários) em medida dos processos exatamente inversos que se sucedem na cadeia. E, nem sequer percebe quando a célula de decomposição se converte em cadeia. E, por esse motivo, pode formular o seguinte princípio: “A afinidade química dos corpos não dissociados pelos eletródios não exerce influência sobre o processo eletrolítico propriamente dito” (pág. 471), princípio que, como já vimos, é inteiramente falso sob essa forma absoluta. Daí provém sua triplíce teoria sobre a formação de corrente: em primeiro lugar, a da velha tradição, por meio do contato puro e simples em que, de modo inexplicável, a corrente procura em si mesma ou no “processo eletrolítico” a energia necessária para separar H de Cl, na cadeia, e mais ainda para produzir a corrente; e finalmente, a moderna eletroquímica, que estabelece como fonte dessa energia a soma algébrica de todas as ações químicas que se verificam na cadeia. Como ele não percebe que a segunda explicação destrói a primeira, não suspeita também que a terceira invalida a segunda. Pelo contrário, o princípio da conservação de energia é justaposto, duma forma superficial, à velha teoria, transmitida pela rotina, como um novo princípio geométrico fica ligado aos anteriores. Nem

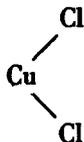
de leve se suspeita que êsse nôvo princípio torna imprescindível uma total revisão dos pontos de vista tradicionais, neste como em todos os domínios das ciências naturais. Por essa razão, Wiedemann limita-se apenas a tomar nota da inovação, ao explicar a formação da corrente; e, em seguida, põe a mesma de lado, tranqüilamente, para voltar a aplicá-la novamente, no fim do livro, no capítulo que trata do rendimento de trabalho da corrente. Ainda no que se refere à teoria da produção de electricidade por meio do contato, (I, pág. 781 e seg.) a conservação da energia não desempenha nenhum papel no que diz respeito ao ponto principal, sendo apenas levada em consideração com o fim de esclarecer alguns pontos secundários; para êle, trata-se, decididamente, de “um processo secundário”.

Voltemos ao anterior exemplo III. Ali se eletroliza, com a mesma corrente, ácido clorídrico em dois tubos em U, mas usando, em um, zinco e, noutro, cobre como eletródios positivos. Segundo a lei fundamental em eletrolise, estabelecida por Faraday, a mesma corrente elétrica dissocia, em cada célula, quantidades equivalentes em ambos os eletródios; e as quantidades das substâncias separadas em ambos os eletródios, estão também na mesma proporção de suas valências (I, pág. 470). Verifica-se, então, que, no primeiro tubo, se dissolveu uma quantidade de 32, 53 e, no segundo, uma de $2 \times 31,7$. E Wiedemann acrescenta: “Mas isso não constitui nenhuma prova da equivalência dos referidos valôres. Os mesmos só se observam no caso de correntes muito pouco densas com formação de cloreto de zinco... de um lado e de cloreto de cobre... do outro lado. Com correntes mais densas, a quantidade de cobre dissolvido, para a mesma de zinco, desceria até 31,7... com formação de quantidades crescentes de cloreto”.

É sabido que o zinco realiza uma única combinação com o cloro: o cloreto de zinco; o cobre, entretanto, realiza duas: o cloreto cúprico (Cu Cl_2) e o cloreto cuproso ($\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$). O processo insiste, pois, em que a corrente débil (e não a “pouco densa”) absorve, por cada dois átomos de cloro dos eletródios, dois de cobre, os quais se mantêm unidos entre si por uma de suas valências enquanto as outras duas que ficam livres se unem a dois átomos de cloro:



absorve os átomos de cobre inteiramente, uns dos outros; e cada um, por si, se combina com dois átomos de cloro:



. Com correntes de intensidade média, são

conjuntamente produzidas ambas as combinações. É, portanto, a intensidade da corrente o que determina a formação de uma ou outra combinação; e o processo, por isso, é essencialmente *eletroquímico*, se é que essa palavra tem algum sentido. No entanto, Wiedemann o considera secundário, isto é, não *eletroquímico*, mas sim exclusivamente *químico*.

A experiência citada é de Renault (1867) e pertence a uma série de experiências semelhantes, nas quais a mesma corrente foi conduzida, por um tubo em U, através de uma solução de sal comum (eletródio positivo, zinco); e, noutra célula através de eletródios variados, tendo diferentes metais como eletródios positivos. As quantidades dissolvidas de outros metais, relativamente a um equivalente de zinco, diferem muito entre si; e Wiedemann dá os resultados de toda a série, mas os que são realmente químicos se tornam evidentes, não podendo sê-lo doutra maneira. Assim, se dissolveu em ácido clorídrico, por um equivalente de zinco, apenas $\frac{2}{3}$ de equivalente de ouro. Isso não é surpreendente se não quando nos aferramos, como Wiedemann, às velhas equivalências e apresentamos como fórmula do cloreto de zinco Zn Cl , na qual o zinco aparece, da mesma forma que o cloro, com uma *única* valência. A verdade é que, a cada átomo de zinco correspondem dois de cloro; e, quando conhecemos essa fórmula, sabemos, que, com aquela maneira de representar as equivalências, devemos tomar, como unidade, o átomo de cloro e não o de zinco. Mas a fórmula do cloreto de ouro é Au Cl_3 , donde se torna evidente que 3 Zn Cl_2 contém exatamente a mesma quantidade de cloro que 2 Au Cl_3 . Portanto, todos os processos, tanto primários como secundários e terciários da cadeia, serão forçados a converter em cloreto de ouro apenas $\frac{2}{3}$ de uma parte-peso ⁽⁶⁾ de ouro por cada parte-peso de zinco. Isso prevalece de maneira absoluta, a não ser que o Au Cl_3 ⁽⁷⁾ pudesse também formar-se pela via galvânica; nesse caso, teriam que ser dissolvidas até duas equivalências de ouro por cada equivalência de zinco (para a formação de um cloreto áureo, com um só átomo de cloro por cada átomo de metal); e poderiam verificar-se as mesmas variações, segundo a força da corrente, que as resultantes do cloro com o cobre. O mérito das experiências de Renault consiste pre-

cisamente em que demonstram, como a lei de Faraday é confirmada por fatos que aparentemente a contradizem. Mas até que ponto podem contribuir para esclarecer os processos secundários, na eletricidade, não é possível prever.

O terceiro exemplo tomado de Wiedemann, conduzia-nos, de novo, da célula de dissociação à cadeia. Na realidade, a cadeia oferece o maior interesse quando analisamos os processos eletrolíticos em relação com as transformações de energia que os acompanham. Assim nos deparamos, não poucas vezes, com cadeias cujos processos químicos parecem efetuar-se em contradição frontal com a lei da conservação da energia e contra a afinidade química.

Segundo os cálculos de Poggendorf, a cadeia zinco — solução concentrada de sal comum — platina, produz uma corrente de intensidade igual a 134,6. Obtemos assim uma quantidade respeitável de energia elétrica, 1/3 a mais que num elemento de Daniell. Donde procede, neste caso, a energia que se apresenta como eletricidade? O processo *primário* é o deslocamento do sódio pelo zinco, segundo a combinação clássica. Mas, na química corrente, o zinco não desloca o sódio; mas sim, inversamente, o sódio é que desaloja o zinco em suas combinações, quer sejam clóricas ou outras. O processo *primário*, longe de poder dar à corrente a citada quantidade de energia, necessita, pelo contrário, para produzir-se, um suprimento de energia vindo da parte externa. De modo que, apenas com o processo primário, voltamos à estaca zero. Examinemos melhor em que consiste o verdadeiro processo. Verificaremos então que a combinação não é:

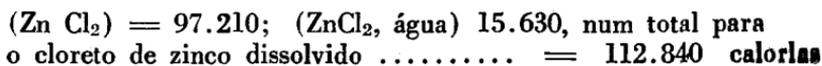


mas sim



Em outras palavras: o sódio não se desprende em liberdade, no eletródio negativo, mas sim hidroxidado, como no exemplo anterior (I, págs. 571 - 737).

Para calcular as produções de energia obtidas, os estudos de Thomsen nos fornecem, pelo menos, alguns pontos de referência. Segundo êle, temos energia posta em liberdade, conforme as seguintes combinações:



2 (Na, O, H, água)	=	223.620	”
		<hr/>	
		336.460	”

A deduzir dêsse total, devido ao consumo nas dissociações:

2 (Na, O, H, água)	=	193.020	calorias
2 (H ₂ , O)	=	136.740	”
		<hr/>	
		329.740	”

Excedente de energia em liberdade = 6.720 calorias.

Essa quantidade é evidentemente pequena em relação à força da corrente, mas é suficiente para esclarecer, por um lado, a dissociação do sódio e do cloro e, por outro, a formação da corrente.

Temos aí um exemplo convincente de que a distinção que se pretende fazer entre processos primários e secundários é inteiramente relativa, podendo levar-nos ao absurdo, caso a consideremos como absoluta. O processo eletrolítico primário, além de não poder dar origem a corrente de espécie alguma, nem sequer é capaz de realizar-se por si mesmo. O processo secundário, considerado como puramente químico, é exatamente aquêle que torna possível a realização do primeiro e, além disso, fornece todo o excedente de energia necessária à formação da corrente. Fica assim demonstrado ser êle, na realidade, o primário; e fica provado ser êste o secundário. Quando Hegel, por meio do raciocínio dialético, convertia no contrário as concepções e leis imaginárias dos metafísicos e dos naturalistas metafisicantes, dizia-se que êle lhes havia revirado as palavras dentro da bôca. Mas quando a Natureza procede da mesma forma que o velho Hegel, parece que já é tempo, na verdade, de examinar a coisa mais de perto.

Com maior fundamento ainda, podem ser considerados como secundários os processos que desenrolam *em consequência* do processo químico-elétrico da cadeia (mas independentes e isolados dêles) e que se efetuam a certa distância dos eletródios. As transformações de energia que se verificam nesse espécie de processos secundários não intervêm, em consequência, no processo elétrico: não subtraem, nem fornecem energia. Essa classe de processos se verificam freqüentemente na célula de dissociação; mais acima podemos encontrar um, no exemplo I, onde se verifica a formação de ácido sulfúrico, durante a eletrólise do sulfato de sódio. Nesse caso, porém, êles não merecem maior atenção. Pelo contrário, na cadeia, o seu aparecimento é de maior importância

prática. Por isso que, mesmo quando não subtraem ou não fornecem diretamente energia ao processo químico-elétrico, alteram, entretanto, a soma total de energia disponível na cadeia, afetando-a, assim, diretamente.

A êsse grupo pertencem (além das transformações químicas residuais, ordinárias) os fenômenos que se manifestam quando os íons que se desprendem dos eletródios adquirem outro estado que não aquêle sob o qual se apresentam comumente nêles, sendo que só passam a êsse nôvo estado depois de se haverem afastado dos eletródios. Os íons podem, então, adquirir outra densidade e outra forma de agregação. Mas podem, também, sofrer transformações importantes no que se refere a sua constituição molecular, sendo êsse caso o mais interessante. Em todos êsses casos, às modificações químicas ou físicas verificadas nos íons (as quais se produzem a uma certa distância dos eletródios), corresponde uma semelhante mudança de temperatura: quase sempre é pôsto calor em liberdade, mas às vêzes é êle absorvido. Essa mudança de temperatura se limita, por certo, no princípio, ao local em que se produz: o líquido da cadeia ou a célula de dissociação se aquece ou esfria, ao passo que o resto do circuito conserva a mesma temperatura. Por isso, êsse calor é denominado calor *local*. A energia química posta em liberdade e disponível para ser convertida em electricidade, aumenta ou diminui na mesma proporção dêsse calor local, positivo ou negativo. Em uma cadeia constituída de água oxigenada e ácido clorídrico, 2/3 de tôda a energia posta em liberdade foram consumidos sob a forma de calor; o elemento de Grove, pelo contrário, esfriava-se notadamente e trazia assim, ao circuito de corrente, energia de fora devido a essa absorção de calor. Verifica-se, portanto, que também êsses processos secundários repercutem sôbre os primários. Podemos colocar-nos na posição que quisermos: a distinção entre processos primários e secundários é sempre relativa e, por meio da interação de ambos, volta a ser continuamente abandonada. Se não levarmos isso em conta, se encararmos êssas oposições relativas como sendo absolutas, somos irremediavelmente enredados em contradicções, tal como vimos.

Na separação eletrolítica de gases, os eletródios metálicos cobrem-se de uma delgada camada gasosa; em consequência disso, a intensidade da corrente diminui até que o eletródio fique saturado de gás (o quanto lhe é possível reter por adesão), depois do que a corrente debilitada se mantém constante. Favre e Silbermann demonstraram que, numa célula de decomposição dessa espécie, também se produz calor, o que só pode acontecer devido a que os gases, nos eletródios, não são postos em liberdade no estado sob o qual se apresentam comumente, mas passam a êsse estado comum sômente depois de se desprenderem dos eletródios; e isso, através de um processo em que há, ao mesmo tempo,

desprendimento de calor. Mas, em que estado são êsses gases postos em liberdade no eletródio? Não é possível manifestar-se, a êsse respeito, mais prudentemente do que o faz Wiedemann, denominando-o "certo estado", "alotrópico", "ativo"; e, finalmente, quanto ao oxigênio, "ozonizado". Quando se refere ao hidrogênio, fala mais misteriosamente. Em certos trechos, deixa transparecer a idéia de que o ozônio e o peróxido de hidrogênio são as formas sob as quais se manifesta êsse estado "ativo". O ozônio persegue de tal maneira o nosso autor, que êle chega ao ponto de procurar explicar as propriedades extremamente eletronegativas de certos peróxidos, dizendo que "possivelmente êles contêm uma parte de oxigênio em estado ozonizado!" (I, pág. 57). Seguramente, durante a chamada substituição da água, formam-se tanto ozônio como o peróxido de hidrogênio, mas só em pequenas quantidades. Carece de todo fundamento a suposição de que o calor local pode proceder, no caso anterior, do aparecimento e, logo depois, da decomposição de grandes quantidades dessas combinações. Não conhecemos o calor de formação do ozônio, que é constituído pela união entre si de três átomos de oxigênio O_3 , (ao invés de dois que constituem o oxigênio comum). O do peróxido $H_2 O$ (em estado líquido) + O é, segundo Bertelot, igual a $- 21.480$. O aparecimento dessa combinação em grandes quantidades, condicionaria, pois, um forte suprimento de energia (mais ou menos 30% da necessária para a dissociação de $H_2 O$) que teria de ser notável e verificável. Finalmente, o ozônio e o peróxido de hidrogênio absorveriam apenas o oxigênio (desde que prescindíssemos das inversões de corrente, nas quais ambos os gases se juntariam no mesmo eletródio), mas não absorveriam o hidrogênio. E, no entanto, êste também se desprende sob um estado "ativo": no dispositivo munido de uma solução de nitrato de potássio, entre dois eletródios de platina, combina-se diretamente com o nitrogênio desprendido, formando amoníaco.

Tôdas essas dificuldades e causas de cavilações não existem na realidade. Desprender corpos "em estado ativo" não constitui monopólio do processo eletrolítico. Qualquer decomposição química produz o mesmo resultado. Ela separa, primeiro, o elemento pôsto em liberdade sob a forma de átomos livres O , H , N etc., que, só depois de sua libertação, podem combinar-se em moléculas O_2 , H_2 , N_2 ; e, ao se combinarem dessa forma, cedem uma certa quantidade de energia, até agora não determinada⁽⁸⁾, que se manifesta sob a forma de calor. Mas durante o instante infinitesimal em que os átomos ficam livres, são portadores de tôda a energia que podem conter em si; e, na posse de sua energia máxima, possuem a faculdade de entrar em qualquer combinação que lhes seja oferecida. Encontram-se, assim, "em um estado ativo",

relativamente às moléculas de O_2 , H_2 , N_2 . Estas já terão cedido uma parte de sua energia e não poderão entrar em combinação, sem que essa quantidade de energia cedida lhes seja fornecida de fora para dentro. Não é, pois, de maneira nenhuma, necessário refugiar-nos no ozônio ou no peróxido de hidrogênio, já que eles também são produtos desse estado ativo. Podemos, por exemplo, realizar, por simples via química, sem cadeia, a já citada formação de amoníaco (na eletrólise com nitrato de potássio), se juntarmos ácido nítrico, na solução de um nitrato, a um líquido em que o hidrogênio seja pôsto em liberdade por qualquer processo químico. O estado ativo do hidrogênio é o mesmo em ambos os casos. O interessante no processo eletrolítico é que, nêle, a brevíssima existência dos átomos livres se torna, por assim dizer, quase palpável. O processo se divide, neste caso, em duas fases: a eletrólise entrega os átomos livres aos eletródios; mas a sua combinação em moléculas se realiza a certa distância dos mesmos. Por ínfima e imperceptível que seja essa distância relativamente às relações de massa, ela é suficiente para impedir, pelo menos em sua maior parte, a utilização da energia posta em liberdade ao se formarem as moléculas para a produção de eletricidade, e conseguir assim sua transformação em calor: o calor local da cadeia. Dessa maneira fica demonstrado que os elementos se desprenderam na qualidade de átomos livres e, por um momento, existiram como átomos livres na cadeia. Êste fato, que não podemos determinar, na química pura, senão por meio de conclusões teóricas ⁽⁹⁾, nos é demonstrado agora experimentalmente, na medida em que isso é possível sem percepção sensorial dos próprios átomos e moléculas; e nisso consiste o alto significado científico do chamado calor local na cadeia.

A transformação da energia química em eletricidade, por intermédio da cadeia, é um processo sôbre cujo desenvolvimento quase nada sabemos; e, provávelmente, só chegaremos a saber alguma coisa mais quando fôr melhor conhecido o *modus operandi* do próprio movimento elétrico.

Atribui-se à cadeia uma "fôrça de separação elétrica" H que, em cada cadeia, possui um grau determinado. Como já vimos, no princípio, Wiedemann admite que essa fôrça de separação não é uma forma de energia. Pelo contrário, em princípio, não é mais do que a capacidade, a propriedade da cadeia, de converter em eletricidade determinada quantidade de energia, na unidade de tempo. Essa energia química, por sua vez, não toma nunca a forma de "fôrça de separação elétrica", durante todo o desenvolvimento do processo; pelo contrário, imediata e diretamente, se apresenta sob a forma do que se denomina "fôrça eletromotriz", isto é, de movimento elétrico. Isso porque, quando na vida ordinária nos referimos à fôrça de uma máquina a vapor, queremos dizer que a mesma pode converter em movimento, na unidade de tempo,

determinada quantidade de calor; mas isso não nos autoriza a introduzir, na ciência, essa confusão de conceitos. Com igual fundamento, poderíamos nos referir à força de uma pistola, de uma carabina ou de um fuzil porque, com a mesma carga de pólvora, alcançam diferentes distâncias. Nesse caso, salta claramente à vista o absurdo da designação. Tôda gente sabe que é a explosão da carga de pólvora que impulsiona o projétil; e que a diferença de alcance da arma depende apenas do maior ou menor desperdício de energia, de acôrdo com o comprimento do cano, a liberdade de movimento do projétil dentro do cano e a forma do referido projétil. Pois o caso é o mesmo no que se refere à força do vapor e à força de separação elétrica. Duas máquinas a vapor (em igualdade de condições, isto é, admitindo-se que seja igual, em ambas, a energia posta em liberdade, num tempo igual), ou duas cadeiras galvânicas, nas mesmas condições, se distinguem, quanto a seu rendimento de trabalho, apenas pelo maior ou menor desperdício de energia que nelas se verifica. E, se a técnica das armas de fogo de todos os exércitos pôde desenvolver-se sem levar em conta determinada força de tiro dos fuzis, a ciência da eletricidade não tem razão alguma para fazer a suposição de uma “força de separação elétrica”, semelhante a essa força de tiro, força essa que não possui absolutamente nenhuma energia e que, portanto, não pode realizar, por si só, nem um milionésimo de miligramma-milimetro.

O mesmo se pode dizer em relação à segunda forma dessa “força de separação”, isto é, à “força de contato” dos metais, mencionada por Helmholtz. Não é ela outra coisa que não a propriedade que possuem os metais de converterem em eletricidade, pelo contato entre si, a energia disponível sob outra forma qualquer. Ela é também uma força que não contém sequer uma parcela de energia. Se admitirmos, com Wiedemann, que a fonte de energia, na eletricidade de contato, reside na força viva do movimento de adesão, então essa energia existe, primeiramente, sob a forma dêsse movimento de massa; e, quando êste desaparece, converte-se imediatamente em eletricidade, sem apresentar, por um momento sequer, a forma de “força de separação elétrica” que, não só não contém qualquer energia, como também, pelo seu próprio conceito, não a *pode* conter de maneira alguma! Essa proporcionalidade entre energia e não-energia pertence, evidentemente à mesma matemática em que figura a “relação entre a eletricidade e o miligramma”. Mas, por detrás dessa idéia absurda (cuja existência é apenas devida à concepção segundo a qual uma simples *propriedade* é apresentada como uma *força*), esconde-se uma tautologia muito simples: a capacidade que tem determinada cadeia de transformar em eletricidade a energia química posta em liberdade, mede-se... por que meio? Exatamente assim: pela quantidade de energia que reaparece no circuito sob a

forma de eletricidade, em relação com a energia química consumida pela cadeia. Eis aí.

Para poder chegar a uma força de separação elétrica, é necessário levar a sério o recurso de emergência relativo aos fluidos elétricos. Para que êstes sejam transferidos de sua neutralidade para a sua popularidade, para arrancá-los, assim, um do outro, é necessário um certo gasto de energia: ... a força de separação. Uma vez separadas entre si, ambas as eletricidades podem ceder a mesma quantidade de energia, ou se unirem: a força eletromotriz. Mas, como hoje em dia, ninguém considera, nem mesmo Wiedemann, as duas eletricidades como entes reais, seria dissertar para um público já morto, se examinássemos mais detalhadamente semelhantes noções.

O erro fundamental da teoria do contato consiste em não poder ser separada da idéia segundo a qual a força de contato ou a de separação elétrica é uma *fonte de energia*, separação que se torna difícil quando transformamos em uma *força* a simples propriedade que como uma *força deve* ser exatamente uma forma definida de energia, possui um aparelho de transmitir uma transformação de energia; visto como Wiedemann não consegue libertar-se dessa concepção obscura (apesar de que, ao lado dela, lhe tenham sido impostas as modernas noções a respeito da energia indestrutível e increável), é por isso levado à explicação n.º 1 da corrente, a qual não tem sentido, e a tôdas as demais contradições que assinalamos.

Se a expressão “força de separação elétrica” constitui claramente um contrasenso, a outra, a denominada “força eletromotriz”, é, pelo menos, supérflua. Tivemos motores térmicos muito tempo antes de que tivéssemos motores elétricos e, no entanto, a teoria do calor se arranja muito bem sem ter necessidade de uma força termo-motriz especial. Assim como o simples termo *calor* abrange todos os fenômenos de movimento pertencentes a essa forma de energia, o mesmo acontece com o termo *eletricidade*, no seu domínio específico. Além do mais, muitos dos efeitos da eletricidade não são, de forma alguma, “motores”: a imantação do ferro, a decomposição química, a transformação em calor. E, finalmente, em toda a ciência natural, até mesmo na mecânica, constitui um progresso sempre que alguém consegue, de alguma forma, libertar-se da palavra *força* ⁽¹⁰⁾.

Vimos que Wiedemann não admitia, sem uma certa resistência, a explicação, por meios químicos, da produção de corrente na cadeia. Essa resistência o persegue constantemente; em tudo quanto se refere à teoria química, isso acontece inevitavelmente. Assim, diz êle “não está demonstrado, de maneira alguma, que a força eletromotriz seja proporcional à ação química” (I, pág. 791). É certo que não o está em todos

os casos; mas, quando essa proporcionalidade não se realiza, isso prova somente que a cadeia está mal construída, que se verificam nela desperdícios de energia. Por isso mesmo, Wiedemann tem muita razão quando, em suas deduções teóricas sobre as circunstâncias acessórias dêsse caráter (as quais falseam a pureza do processo), não as leva em consideração de forma alguma, e sim assegura, sem qualquer subterfúgio, que a força eletromotriz de um elemento é igual ao equivalente mecânico da ação química que nêle se verifica, pela unidade de intensidade da corrente.

Noutra passagem diz êle:

“Que, na série ácido-álcali, a combinação do ácido e do álcali não constitui a causa da produção da corrente, é a conclusão a que chegamos em virtude das experiências do § 61 (de Becquerel e Fechner), do § 260 (de Dubois-Reymond) e do § 261 (Worm-Müller), segundo os quais, em certos casos, quando aqueles se encontram em quantidades equivalentes, não se produz corrente alguma; e o mesmo se pode dizer das experiências expostas no § 62 (Henrici), segundo as quais, a força eletromotriz é também produzida quando intercalamos uma solução de salitre entre uma lixívia de potassa e ácido nítrico” (I, pág. 791).

A pergunta sobre se a combinação do ácido com o álcali constitui a causa da formação de corrente, preocupa seriamente o nosso autor. A pergunta, sob essa forma, é muito fácil de responder. A combinação do ácido e do álcali é, em primeiro lugar, a causa da formação de um sal, com desprendimento de energia. Se essa energia pode assumir, totalmente ou em parte, a forma de eletricidade, vai depender das circunstâncias sob as quais é posta em liberdade. Por exemplo: na série ácido nítrico e solução de potassa cáustica, entre eletródios de platina (êste será o caso, pelo menos em parte), é indiferente, para a formação de corrente, que se intercale ou não uma solução de salitre; porque isso poderá, quando muito, retardar a formação do sal, mas não impedi-la. Mas, se fizermos uma cadeia, como a de Worm-Müller, na qual o ácido e o álcali se encontram no meio (tendo em ambos os extremos uma solução de sal, na mesma concentração que a solução a formar-se na cadeia), não será possível certamente originar-se corrente alguma; isso porque, por causa dos segmentos terminais (já que em tôdas as partes se formam os mesmos corpos), não é possível produzirem-se íons. Dessa forma, foi impedida a conversão, em eletricidade, da energia posta em liberdade tão diretamente como se o circuito não fôsse fechado. Deixa de ser surpreendente, portanto, o fato de que êste não receba corrente alguma. Mas o fato de que um ácido e um álcali podem gerar eletricidade é demonstrado pela cadeia de carvão, ácido sulfúrico (1 em 10 de água), potassa cáustica (1 em 10 de água), carvão — a qual, segundo Roault, produz uma corrente de intensidade igual a 73 (V); e

que, por meio de uma disposição adequada da cadeia, podem provocar, por sua combinação, uma intensidade de corrente correlativa à quantidade de energia por ela posta em liberdade, isso pode ser deduzido do fato de que as mais fortes cadeias conhecidas até agora baseiam-se quase exclusivamente na formação de sais alcalinos. Tomemos alguns exemplos de Wheatstone: cadeia da platina, cloreto de platina, amálgama de zinco em vez de potássio, a corrente diminuía duma quantidade quase igual a 100. Beetz, com uma cadeia de magnésio, solução de permanganato, lixívia de potassa, potássio metálico, obteve uma corrente de intensidade = 298,8; Joule, com platina, ácido nítrico, lixívia de potassa, amálgama de potásio, uma corrente de 302. A “causa” da geração dessas correntes excepcionalmente fortes — êle o reconhece —, é a combinação de ácido e álcali (ou o metal alcalino), e a grande quantidade de energia por ela posta em liberdade.

Algumas páginas adiante, volta êle a dizer:

“Mas é preciso levar-se em conta que a equivalência, em trabalho, de tôda a ação química que se verifica no local de contato dos corpos heterogêneos, não pode ser considerada como medida direta da força eletromotriz, num circuito fechado. Quando, por exemplo, na cadeia — ácido-álcali, de Becquerel (eis aqui, Crispin!) se combinam essas duas substâncias; quando, na cadeia — platina, salitre fundido, carvão —, o carvão se queima; quando, em um elemento comum, cobre, zinco impuro, ácido sulfúrico diluído, o zinco se dissolve rapidamente, com formação de correntes locais, então, uma grande parte do trabalho produzido (ou melhor, de energia posta em liberdade) nesses processos químicos... se converte em calor e, assim, é perdida para o conjunto do circuito” (I, pág. 798).

Todos êsses processos nos reconduzem à perda de energia, na cadeia; em nada influem sobre o fato de que o movimento elétrico proceda de energia química que mudou de forma, mas sim sobre a quantidade de energia convertida.

Os técnicos em assuntos de eletricidade dedicaram um tempo e um labor imensos para compor as mais variadas cadeias e medir sua “força eletromotriz”. O material experimental assim acumulado contém muita coisa valiosa, mas também grande soma de coisas sem valor. Que valor têm, por exemplo, as experiências em que se usa água como eletrólito, quando, conforme demonstrou agora Kohlrausch, ela é o pior condutor, isto é, o pior eletrólito (IV), razão pela qual, não é a água mas as suas conhecidas impurezas que determinam o processo? E, no entanto, quase a metade das experiências de Fechner, por exemplo, se baseiam em semelhante emprêgo da água, até o seu *experimentum crucis*, por meio do qual pretendia basear inamovivelmente a teoria do contato; erguen-

do-a sôbre os escombros da teoria química. Como se pode concluir de tudo isso, em quase tôdas as experiências, com exceção de algumas, os processos químicos realizados na cadeia (apesar de serem a fonte dos processos denominados "eletromotores") só foram levados em conta com certa relutância. Mas há também tôda uma série de cadeias, cuja composição química não nos autoriza a tirar nenhuma conclusão segura sôbre as transformações químicas que nelas se produzem depois de fechado o circuito. Pelo contrário, como diz Wiedemann (I, pág. 797), "não se pode negar que ainda não é possível, de maneira alguma, passar por alto no que se refere às atrações químicas na cadeia". Tôdas essas experiências carecem portanto de valor, sob o ponto de vista químico, cada vez mais importante, enquanto não forem repetidos e controlados êsses processos.

Nessas experiências, só muito excepcionalmente são levadas em consideração as transformações de energia verificadas na cadeia. Muitas delas foram realizadas antes de ter sido reconhecida, nas ciências naturais, a lei da equivalência do movimento; e continuam passando de um manual a outro, segundo o costume, sem terem sido controladas, nem terminadas. Quando se disse que a eletricidade não possui inércia (o que tem tanto sentido como dizer-se que a velocidade não tem pêso específico), de modo algum se pode sustentar o mesmo ponto de vista a respeito da teoria da eletricidade.

Consideramos, até agora, o elemento galvânico como um dispositivo em que, por consequência das relações de contato, a energia química é posta em liberdade e transformada em eletricidade, de uma forma até agora desconhecida. Apresentamos também a célula de dissociação como sendo um aparelho em que se produz o processo inverso: o movimento elétrico é convertido em energia química e consumido como tal. Por êsse motivo, devemos destacar, em primeiro lugar, o aspecto químico do processo, tão descuidado pelos técnicos em eletricidade, por ser êsse o único caminho para nos livrarmos da confusa mistura de noções tradicionais, derivadas da velha teoria do contato e dos fluidos elétricos. Uma vez resolvido isso, é necessário verificar se o processo químico, na cadeia, se desenvolve nas mesmas circunstâncias que fora dela; ou se, no mesmo, se apresentam fenômenos especiais, dependentes da excitação elétrica.

As noções inexas são, em tôdas as ciências, afinal de contas (se pusermos à margem os erros de observação), noções inexas baseadas em fatos exatos. Os fatos permanecem, mesmo quando verificamos a inexatidão das primeiras. Muito embora tenhamos sacudido fora a velha teoria do contato (como um cão sacode a água ou o pó que o incomodam), persistem no entanto os fatos verificados, êsses mesmos a que essa teoria devia servir de explicação. Consideremos, então, os fatos e,

por meio d'elles, o lado pròpriamente eléctrico do processo que se realisa na cadeia.

Ninguém contesta o facto de que, no contacto de corpos heterogêneos, com ou sem transformações químicas, se verifica uma produção de electricidade (o que se pode verificar, conforme o caso, com o electroscópio ou com o galvanómetro). A fonte de energia produtora d'esses phenomenos de movimento diminuto é difficil determinar, em cada caso isolado, como já vimos antes; mas a existência de uma dessas fontes externas é por todos admitida.

Kohlrausch publicou, em 1850/53, uma série de experiências nas quaes collocou, aos pares, os diferentes componentes de uma cadeia, verificando separadamente os diferentes *electroestáticos*; a força electromotriz do elemento deve resultar da soma algébrica d'esses potenciais. Considerando a tensão $Zn/Cu = 100$, calculou a intensidade relativa do elemento de Daniell ou de Grove da maneira seguinte:

Daniell:

$$\begin{aligned} Zn \mid Cu + \text{amalgama Zn} \mid H_2 SO_4 + Cu \mid SO_4 Cu \\ = 100 + 149 - 21 = 228 \end{aligned}$$

Grove:

$$\begin{aligned} Zn \mid Pt + \text{amalgama Zn} \mid H_2 SO_4 + Pt \mid HNO_3 \\ = 107 + 149 + 149 = 405 \end{aligned}$$

o que coincide approximadamente com a medição directa da intensidade de corrente d'esses elementos. Mas esses resultados não são nada seguros. O próprio Wiedemann chama a attenção para o facto de que Kohlrausch apenas apresenta o resultado final, "mas infelizmente nenhum dado numérico sobre as experiências, separadamente". Em segundo lugar, Wiedemann reconhece, por várias vezes, que todas as tentativas feitas para determinar quantitativamente as excitações eléctricas (no caso de contacto entre metais e, mais ainda, entre metal e liquido) são pelo menos muito inseguras devido as numerosas fontes de erro. Se, apesar de tudo isso, elle faz repetidos cálculos com as cifras de Kohlrausch, fazemos muito bem em não acompanhá-lo, tanto mais quanto podemos dispor de outro meio de determinação que não fica sujeito a essas objecções.

Segundo Wiedemann, se submergirmos num liquido ambas as chapas excitadoras de uma cadeia e se, em seguida, as unirmos em circuito

com as extremidades de um galvanômetro, “o primeiro desvio de sua agulha magnética, antes que as reações químicas tenham modificado a intensidade da excitação elétrica, representa a medida da soma das forças eletromotrizes, no circuito”. Cadeias de diferente poder darão, assim, diferentes desvios iniciais; e a amplitude de seus desvios é proporcional à intensidade da corrente relativa às respectivas cadeias.

Parece que temos, de novo, ante os olhos, “a força de separação elétrica”, a “força de contato”, que fecha o movimento independentemente de qualquer ação química. E com efeito: assim é que a teoria do contato, em seu conjunto, interpreta o fenômeno. Na realidade, há, no fato, uma relação entre a excitação e a reação química, a qual ainda não investigamos. Para chegar a ela, começaremos por examinar um pouco mais de perto a chamada lei eletromotriz; assim fazendo, verificaremos que, também neste caso, as noções tradicionais do contato, não só deixam de apresentar qualquer explicação como ainda obstruem o caminho a seguir para a sua explicação.

Se, num elemento qualquer de dois metais e um líquido, por exemplo, zinco, ácido clorídrico diluído, cobre, colocarmos um terceiro metal, sem uni-lo, por meio de um fio, ao circuito exterior, o desvio inicial do galvanômetro será, então, exatamente o mesmo que se verificaria *sem* a chapa de platina. Esta não atua, por conseguinte, sobre a excitação elétrica. Mas isso não pode ser expresso tão simplesmente em linguagem eletromotora. Por meio desta, se diz:

“Em lugar da força eletromotriz de zinco e cobre, no líquido entrou agora a soma das forças eletromotoras resultantes do zinco e platina, e de platina e cobre. Como o caminho das eletricidades não foi sensivelmente modificado em virtude da intercalação da chapa de platina, podemos concluir (diante da igualdade dos dados fornecidos pelo galvanômetro, em ambos os casos) que a força eletromotriz produzida pelo zinco e pelo cobre, no líquido, é igual à do zinco e platina, mais a da platina e cobre. Isso estaria de acôrdo com a teoria exposta por Volta, segundo a qual se verifica a excitação elétrica entre dois metais, isoladamente considerados. O resultado, que corresponde a quaisquer líquidos ou metais, pode ser expresso dizendo-se que: os metais obedecem à lei de periodicidade de suas séries, durante a sua excitação por meio de líquidos. Designa-se também essa lei pelo nome de *lei eletromotriz*” (Wiedemann, I pág. 62).

Quando se diz que a platina, nesse dispositivo, não atua como excitadora de eletricidade, está-se expressando um fato pura e simplesmente. Quando se diz, entretanto, que atua como excitadora de eletricidade, mas com uma força igual em direções contrárias (de sorte que o efeito é anulado), converte-se um *fato* em uma *hipótese*, sem outro objetivo

que não o de render homenagens à “fôrça eletromotriz”. Em ambos os casos a platina desempenha o papel de testa-de-ferro.

Durante o primeiro desvio (da agulha), não existe ainda nenhum circuito. Os ácidos, não tendo sido decompostos ⁽¹¹⁾, não podem conduzir; êles só o podem fazer por meio dos íons. Se o terceiro metal não atua sôbre o desvio, é simplesmente porque se encontra ainda *isolado*.

Como se comporta o terceiro metal *depois* de se haver estabelecido a corrente, e durante o tempo de duração da mesma?

A série de tensões, entre os metais, na maioria dos líquidos, é estabelecida pelo zinco (depois dos metais alcalinos) mais ou menos no extremo positivo e pela platina no extremo negativo, ficando o cobre entre ambos. De sorte que, se collocarmos a platina entre o cobre e o zinco, ela se torna negativa para ambos. Se a platina atuasse de alguma forma, a corrente teria que ir do cobre e do zinco para a platina, dentro do líquido, isto é, teria que ir de ambos os eletródios na direção da platina (que se encontra isolada), o que seria uma contradição irreductível. A condição fundamental para a atividade dos metais, na cadeia, consiste exatamente em que estejam unidos entre si através do circuito exterior. Um metal extranumerário, não unido à cadeia, figura como não condutor; não pode fornecer nem permitir que passem íons; e, sem íons, não conhecemos nenhum caso de condução de corrente, dentro dos eletrólitos. De sorte que não se trata apenas de um simples testa-de-ferro, mas sim de um verdadeiro obstáculo.

A mesma coisa se dará se ligarmos o zinco à platina e collocarmos o cobre no meio, sem união; nessa hipótese, o cobre, caso atuasse de alguma forma, daria origem a uma corrente passando do zinco para o cobre e a uma outra indo do cobre para a platina; teria êle de servir, assim, como uma espécie de eletródio intermediário e desprender hidrogênio do lado dirigido para o zinco, o que também é impossível.

Se pusermos de lado êsse modo de falar eletromotor, o caso se torna muito simples. Já tivemos ocasião de ver que a cadeia galvânica é um dispositivo em que é posta energia química em liberdade, sendo a mesma convertida em electricidade. Consiste ela, geralmente, em um ou mais líquidos e em dois metais funcionando como eletródios, devendo êstes serem unidos entre si por um condutor situado fora do líquido. Dessa forma, está montado o aparelho. Nenhuma outra coisa que ponhamos no líquido, seja metal, vidro, resina, ou o que fôr, poderá participar do processo químico-elétrico, na formação de corrente, enquanto não sejam provocadas alterações químicas no líquido; e, além do mais, poderá *obstruir* o processo. Qualquer que seja a capacidade de excitação elétrica de um terceiro metal submerso (relativamente ao líquido e a um ou outro dos eletródios da cadeia), esta não entrará em

ação enquanto esse metal não fôr unido ao circuito fora do líquido.

Por conseguinte, não só é falsa a *dedução* da pretensa lei eletromotriz, estabelecida por Wiedemann, como também é falso o sentido por êle dado a essa lei. Não é possível falar-se de uma atividade eletromotriz do metal desligado da cadeia (que se compensaria a si mesma), porque essa atividade está privada, de antemão, da única condição sob a qual ela se pode exercer; nem se pode deduzir essa pretendida lei eletromotriz, baseando-a em um fato que está fora de seu domínio.

O velho Poggendorff publicou, em 1845, uma série de experiências por meio das quais mediu a força eletromotriz das mais variadas cadeias; ou melhor, a quantidade de electricidade fornecida na unidade de tempo ⁽¹²⁾. Dentre as mesmas, são de especial valor as primeiras 27, em cada uma das quais foram unidos três metais, um depois do outro, no mesmo líquido excitante, em três cadeias diferentes; e estas foram observadas e comparadas no que se refere à quantidade de electricidade produzida. Como bom teórico do contato, Poggendorff também colocou um terceiro metal na cadeia, sem uni-lo; e teve a satisfação de convencer-se de que esse terceiro elemento na partida era sempre um testa-de-ferro puro e simples. A importância dessas experiências, entretanto, não consiste nisso, mas sobretudo no fato de que as mesmas confirmam e definem o correto sentido da intitulada lei eletromotriz.

Detenhamo-nos na primeira série de cadeias. Nelas, o zinco, o cobre e a platina, imersos em ácido clorídrico diluído, estão unidos, dois a dois, entre si. Nesse caso, Poggendorff verificou que as quantidades de electricidade produzidas (atribuindo o valor de 100 a um elemento Daniel) eram as seguintes:

Zinco — Cobre	=	78,8
Cobre — Platina	=	74,3
		<hr/>
	Total	153,1
Zinco — Platina	=	153,7

De sorte que o zinco, unido diretamente à platina, fornecia quase exatamente a mesma quantidade de electricidade que o zinco + cobre-platina. A mesma coisa se verificava em tôdas as outras cadeias, com quaisquer que fôsem os metais e líquidos empregados. Quando se collocam cadeias de uma série de metais, no mesmo líquido, de modo tal que, segundo a série de periodicidade correspondente a esse líquido, emprega-se um após outro o segundo, o terceiro ou quarto (metal) etc., como eletródio negativo em relação ao que o precede, a soma das quan-

tidades de eletricidade produzidas por tôdas essas cadeias é sempre igual à produzida por uma cadeia direta entre os extremos de tôdas as séries de metais. Em consequência disso, as quantidades de eletricidade fornecidas, na sua totalidade, pelas cadeias zinco-zinco, zinco-ferro, ferro-cobre, cobre-prata, prata-platina, seriam iguais às fornecidas pela cadeia zinco-platina. Uma pilha constituída por todos os elementos dessa série seria totalmente neutralizada, em igualdade de outras circunstâncias, por um elemento zinco-platina intercalado em direção contrária à primeira corrente.

Assim concebida, a denominada lei eletromotriz adquire uma verdadeira e grande importância. Põe a descoberto uma nova face da correlação existente entre a ação química e a elétrica. Até agora, ao investigar especialmente a fonte de *energia* da corrente galvânica, essa fonte dos intercâmbios químicos nos era apresentada como sendo o lado ativo do processo; a eletricidade era por ela produzida e aparecia, assim, à primeira vista, como elemento passivo. Agora a situação se inverte. A excitação elétrica, provocada pela natureza dos corpos heterogêneos, postos em contato na cadeia, não pode acrescentar nem subtrair energia à ação química (como não acontece no caso da conversão em eletricidade da energia posta em liberdade). Mas ela pode, conforme a disposição da cadeia, acelerar ou retardar essa ação. Se a cadeia zinco-ácido clorídrico diluído-cobre fornece apenas, na unidade de tempo, metade da eletricidade fornecida à corrente pela cadeia zinco-ácido clorídrico-platina, isso quer dizer, em linguagem química, que a primeira cadeia produz apenas, na unidade de tempo, a metade de cloreto de zinco e de hidrogênio em relação à segunda. *A ação química foi duplicada, mesmo quando as condições puramente químicas tenham sido as mesmas em ambas.* A excitação elétrica se transformou em reguladora da ação química; apresenta-se agora como sendo o lado ativo e a ação química, como o passivo.

Assim se torna compreensível o fato de que tôda uma série de processos, considerados antes como puramente químicos, se apresentem agora como eletroquímicos. O zinco quimicamente puro, caso seja atacado pelo ácido clorídrico diluído, se-lo-á de maneira muito fraca; o zinco comercial comum, pelo contrário, dissolve-se rapidamente, daí resultando a formação de sal e de hidrogênio; nêle há uma mistura de outros metais e carvão, distribuídos desigualmente nos diferentes pontos de sua superfície. Entre êles e o zinco, formam-se correntes locais, no meio ácido, nas quais os pontos de zinco constituem os eletródios positivos e os outros metais, os negativos, desprendendo-se dêstes as borbulhas de hidrogênio. Da mesma forma, é hoje considerado um fenômeno eletroquímico o fato de que o ferro, submerso em uma solução de sulfato de

cobre, fique coberto de uma camada dêste metal, sendo esta resultante de correntes produzidas nos pontos heterogêneos da superfície do ferro.

Em virtude dêsse mesmo fenômeno, verifica-se também que as séries de tensão dos metais em líquidos correspondem em geral às séries em que os metais se deslocam uns aos outros de suas combinações com alógenos e com radicais ácidos. No extremo negativo, mais afastado, da série de tensões, encontramos todos os metais do grupo do ouro: ouro, platina, paládio, ródio, os quais são dificilmente oxidáveis, não atacáveis, ou sendo-o apenas pelos ácidos e facilmente precipitados em seus sais por meio de outros metais. No outro extremo estão os metais alcalinos, que se comportam de maneira inteiramente oposta: são dificilmente separáveis de seus óxidos, exigindo grande consumo de energia; aparecem, na Natureza, quase unicamente sob a forma de sais e, como todos os metais, manifestam a maior afinidade pelos alógenos e os radicais ácidos. Entre ambos os anteriores, encontram-se os outros metais, em séries um tanto variáveis, mas sempre de uma forma tal que seu comportamento elétrico e químico coincidem. A posição de cada metal, na série, varia segundo os líquidos e talvez não esteja bem determinada para nenhum líquido. É até lícito duvidar-se de que haja, para cada líquido, uma série *absoluta* de tensão entre os metais. Dois pedaços do mesmo metal podem servir, ao mesmo tempo, de eletródios positivos e negativos, em cadeias ou em células de dissociação adequadas, de maneira que o mesmo metal pode ser, simultaneamente, positivo e negativo. Nos pares termoeletricos, que convertem a eletricidade em calor (quando as diferenças de temperatura são elevadas em ambas as soldaduras), a direção da corrente é invertida: o metal anteriormente positivo se torna negativo e vice-versa. Não existe também uma série absoluta, segundo a qual os metais se deslocam de suas combinações com determinado alógeno ou radical ácido: por meio de um suprimento de energia sob a forma de calor, podemos inverter, à vontade, uma série vigente na temperatura ordinária.

Verifica-se, assim, uma notável interação entre o elemento químico e o elétrico. A ação química que, na cadeia, fornece à eletricidade a quantidade de energia necessária para a formação da corrente, por sua vez, e em muitos casos, é posta em movimento e, em todos êles, tem a sua quantidade regulada pelas tensões elétricas originadas na cadeia. Se os processos realizados na cadeia antes nos pareciam químico-físicos, vemos agora que são também eletroquímicos. Sob o ponto de vista da formação da corrente *permanente*, a ação química se apresentava como primária; sob o ponto de vista da *excitação* da corrente, apresentava-se como secundária, acessória. A interação exclui tudo quanto seja abso-

lutamente primário, assim como o absolutamente secundário; pois ela é justamente um processo bilateral que, em relação a sua natureza, pode ser considerado sob dois pontos de vista diferentes. Para ser compreendida em seu conjunto, deve ser examinada sucessivamente sob esses dois pontos de vista, antes que se possa coordenar o resultado geral. Mas, caso nos aferremos unilateralmente a um dos pontos de vista considerando-o absoluto em relação ao outro (ou se saltarmos arbitrariamente de um para o outro, conforme o exija momentaneamente o nosso raciocínio), permaneceremos encerrados na unilateralidade do pensamento metafísico; escapa-se-nos a correlação de conjunto e nos deixamos enredar numa contradição após a outra.

Já tivemos ocasião de ver que, segundo Wiedemann, o desvio inicial do galvanômetro, quando submergimos as chapas de excitação no líquido da cadeia (antes que as reações químicas tenham modificado a intensidade da excitação elétrica), “constitui a medida da soma das forças eletromotrizes no circuito”.

Até agora tínhamos considerado a denominada força eletromotriz, como sendo uma forma da energia que, no caso vertente, era gerada por uma ação química em quantidade equivalente e que, no decurso do processo, se convertia em quantidades equivalentes de calor, de movimento de massas etc. Dizem-nos agora, de repente, que “a soma das forças eletromotrizes, no circuito”, já existe mesmo *antes* que as reações químicas tenham pôsto em liberdade essa energia; ou, em outras palavras: que a força eletromotriz não é outra coisa senão a capacidade que tem uma determinada cadeia de pôr em liberdade, na unidade de tempo, uma quantidade determinada de energia química e transformá-la, depois, em movimento elétrico. Tal como antes a força de separação elétrica, agora a força eletromotriz se apresenta como uma força que não possui a mínima parcela de energia. Wiedemann entende, pois, como força eletromotriz duas coisas inteiramente diferentes: por um lado, a capacidade que tem a cadeia de pôr em liberdade determinada quantidade de energia química e transformá-la em movimento elétrico; por outro lado, a própria quantidade de movimento elétrico. Que ambas sejam proporcionais, que uma delas seja medida da outra, não elimina as suas diferenças. A ação química, na cadeia, a quantidade de eletricidade produzida e o calor por ela desenvolvido no circuito (quando não é realizado outro trabalho) são mais que proporcionais: são equivalentes; mas isso em nada atenua as diferenças. A capacidade que tem uma máquina a vapor (com determinado diâmetro de cilindro e percurso de pistão) de produzir uma certa quantidade de movimento mecânico, em consequência do calor recebido, é uma coisa muito diferente desse mesmo movimento, muito embora lhe seja êle proporcional. Se um tal modo de encarar esses fenômenos era admissível numa época

em que, no terreno das ciências naturais, ainda não se falava no princípio da conservação da energia, é evidente que, do momento em que se reconheceu como um fato essa lei fundamental, não se tem mais o direito de confundir a energia realmente viva, sob qualquer de suas formas, com a capacidade que possui um determinado aparelho para dar essa forma à energia que é posta em liberdade.

Essa incompreensão constitui o corolário natural da confusão estabelecida entre *fôrça* e *energia*, isso em razão da chamada *fôrça de separação elétrica*. Essas duas confusões são justamente o que permite fundir harmônicamente as três explicações da corrente, apresentadas por Wiedemann e totalmente contraditórias entre si; e nelas se basearam, em síntese, todos os extravios e enredos a respeito da pretensa *fôrça eletromotriz*.

Além da peculiar interação, já examinada, que se verifica entre a eletricidade e os efeitos químicos, existe ainda uma segunda relação comum, indicando igualmente um íntimo parentesco entre essas duas formas de movimento. Ambas só podem subsistir, desaparecendo. O processo químico se realiza súbitamente em relação a cada um dos grupos de átomos que dêle participam. Só pode ser prolongado em virtude da presença de um nôvo material que, sem cessar, entre novamente nêle. A mesma coisa acontece com o movimento elétrico. Logo após ter sido gerado por outra forma de movimento, em seguida se converte numa terceira forma; assim, sòmente uma continuada disponibilidade de energia, poderá produzir uma corrente permanente em que, a cada instante, novas quantidades de movimento adquirem a forma de eletricidade para, em seguida, voltar a perdê-la.

A compreensão dessa íntima conexão entre a ação química e a elétrica, e vice-versa, conduzirá a grandes resultados em ambos os campos de investigação (13). Ela está se generalizando a cada dia que passa. Entre os químicos, Lothar Meyer (1830-1895) e, depois dêle, Kekulé (Friedrich, 1829-1896) declararam explicitamente que está-se aproximando o momento da readoção, com feições mais modernas, da teoria eletroquímica. Também os eletrólogos, conforme indicam os trabalhos mais recentes de Kohlrausch, parece terem chegado à convicção de que sòmente uma observação exata dos processos químicos, na cadeia e na célula de dissociação, poderá ajudar sua ciência a sair dessa ruela estreita das tradições caducas.

Na realidade, não é possível entrever outra maneira de se apoiar a eletricidade em fundamentos firmes (bem como o magnetismo e as tensões elétricas), a não ser mediante uma revisão geral, no terreno da química, de tôdas as experiências transmitidas pela rotina, experiências não controladas, empreendidas dentro de um ponto de vista já superado;

procedendo-se, enfim, com absoluta exatidão, ao exame e à medição das transformações da energia e deixando de lado, ao mesmo tempo, tôdas as noções tradicionais a respeito da eletricidade.

NOTAS

(I) — No que diz respeito a dados experimentais, neste capítulo nos apoiamos, principalmente, no livro de Wiedemann *Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*, 2 tomos, em 3 partes, 2.^a ed., Braunschweig, 1874. Em *Nature* de 15 de junho de 1882, há uma referência a êsse “admirável tratado que, da maneira por que aparecerá, com um apêndice sôbre eletrostática, será o maior tratado experimental que existe sôbre a eletricidade”. (*N. de Engels*)

x

(1) — Sabemos agora que a corrente, nos metais, deve-se a um movimento de elétrons, enquanto que nos eletrólitos, a água salgada, por exemplo, assim como nos gases, ela se movimenta por meio de moléculas de carga positiva e negativa. (*N. de Haldane*)

x

(2) — A opinião segundo a qual a energia elétrica está situada no éter foi a base das experiências que nos levaram à descoberta do rádio. Com a descoberta do elétron, pareceu ter sido a mesma negada. Mas o elétron, por sua vez, é considerado hoje em dia, por muitos físicos, como um sistema de ondas ao invés de ser uma partícula perfeitamente definida. (*N. de Haldane*)

x

(II) — Uso o termo *eletricidade* no sentido de movimento elétrico, com o mesmo direito com que é usado o termo *calor* para expressar essa forma de movimento que afeta nossos sentidos como calor. Isso é tanto menos chocante quando é, de antemão, excluída tôda possível confusão com o estado de *tensão* da eletricidade. (*N. de Engels*)

x

(3) — É necessário recordar, uma vez mais, que êsse termo era empregado muito vagamente há uns sessenta anos; e que agora tem um significado preciso, não sendo, por certo, equivalente de nenhuma forma de energia. (*N. de Haldane*)

x

(4) — E.d., energia cinética. (*N. de Haldane*)

x

(III) — F. Kohlrausch (*Wiedemans Annalen*, VI, pág. 206) estabeleceu, recentemente, pelo cálculo, que são necessárias *imensas forças* para deslocar os ions

através do solvente água. Para que 1 miligrama percorra a distância de 1 milímetro, é necessária uma força atrativa que, para H é = 32.500 quilos; para Cl é = 5.200 quilos e, em consequência, para Cl H é = 37.700 quilos. Mesmo que essas cifras sejam corretas, não afetam o que disse mais acima. Mas o cálculo contém certos fatores hipotéticos até agora inevitáveis no domínio da electricidade e necessita, portanto, do contróle experimental (5). Este parece ser possível. Em primeiro lugar, essas *imensas forças* devem reaparecer sob a forma de uma quantidade qualquer de calor, no lugar em que são consumidas, isto é, no caso anterior, na bateria. Em segundo lugar, a energia consumida por êles deve ser menor do que a fornecida pelos processos químicos da bateria e, por certo, numa quantidade determinada. Em terceiro lugar, essa diferença deve ser consumida no resto do circuito e deve ser igualmente verificável neste. Logo após a confirmação, por meio dêsse contróle, podem prevalecer definitivamente as cifras anteriores. A demonstração por meio da célula de decomposição parece ainda mais realizável." (N. de Engels)

x

(5) — Na realidade, a hipótese era incorreta. Atualmente se acredita que, quando se dissolve Cl H em água, êste se decompõe, quase completamente, em íons H positivos e íons Cl negativos, os quais não requerem *forças imensas* para impulsioná-los. Engels estava perfeitamente certo quanto ao seu ceticismo (N. de Haldane)

x

(IV) — Anote-se, uma vez por tôdas, que Wiedemann utiliza, por tôda parte, as velhas equivalências, escrevendo HO, Zn Cl, etc. Em minhas fórmulas são empregados constantemente os pesos atômicos moderno e significam, portanto, H² O, Zn Cl², etc. (N. de Engels)

x

(6) — Isso não está certo, tal como é dito. Provavelmente, *parte-pêso* é um *lapsus calami* de Engels, em lugar de *equivalente em pêso* ou outra expressão parecida. (N. de Haldane)

x

(7) — Isto também não tem sentido, tal como está dito. Presumivelmente, Engels se referia a um hipotético Cl Au. (N. de Haldane)

(8) — Essa quantidade não só foi agora determinada, mas também utilizada. Assim é que, se o hidrogênio se dividir primeiro em átomos, a chama ordinária de oxigênio-hidrogênio pode tornar-se muito mais forte. (N. de Haldane)

x

(9) — A partir de então, foi comprovado experimentalmente. (N. de Haldane)

x

(10) — Essa afirmação foi totalmente comprovada em face do progresso experimentado pela física nos últimos cinqüenta anos. É interessante observar que os

escritores idealistas empregaram esse desaparecimento da idéia de força como argumento para refutar o materialismo. (*N. de Haldane*)

x

(V) — Em todos os dados seguintes sôbre intensidade de correntes, considera-se igual a 100 a intensidade do elemento Daniell. (*N. de Haldane*)

x

(VI) — Uma coluna de água, a mais pura, obtida por Kohlrausch, com 1 milímetro de comprimento, oferecia a mesma resistência que um condutor de cobre de igual espessura e de largura aproximadamente igual à órbita da Lua. (Naumann, *Allgemeine Chemie*, pág. 729). (*N. de Engels*)

x

(11) — Esta afirmação está de acôrdo com a teoria dominante há cinqüenta anos mas é incorreta. (*N. de Haldane*)

x

(12) — Esta não é, por certo, a força eletromotriz no sentido moderno.

x

(13) — Isto foi, desde logo, perfeitamente confirmado pelas investigações realizadas nos últimos cinqüenta anos. A teoria da electricidade foi revolucionada pelos estudos de Thomsen a respeito da condução elétrica através dos gases, fato que o conduziu à descoberta dos elétrons. E a química, no seu conjunto, inclusive a química das combinações, tais como as do carbono com o hidrogênio (que à primeira vista estão muito desligadas dos fenômenos elétricos), foi reformulada em termos eletrônicos. (*N. de Haldane*)

Apontamentos

Elaborados entre 1873 e 1882. São aqui reproduzidos tal como estão nos manuscritos. Os apontamentos de págs. 167 a 247 estão dispostos na mesma ordem indicada pela própria numeração de Engels, nas páginas manuscritas. Os demais foram escritos por Engels em folhas soltas, de diversos tamanhos. Conquanto suas datas de elaboração só tenha sido possível determinar-se em poucos casos, são eles apresentados aqui de acôrdo com seu conteúdo: 1) — Idéias sôbre polaridade; 2) — Sôbre lógica e filosofia dialética; 3) — Sôbre matemática; 4) — Sôbre mecânica, física e química; 5) — Uma página que faz um resumo dos principais títulos da matéria tratada. Cada uma dessas seções foi começada em uma nova página. As notas, escritas em uma única fôlha de papel, foram reproduzidas na ordem em que se encontravam.

(Nota do Instituto Marx-Engels-Lenin)

Dialética e Ciência

BÜCHNER (Louis, 1824-1899). Origem da tendência. Dissolução da filosofia alemã no materialismo — abolição do contrôle sôbre a ciência — aparecimento da vulgar popularização materialista, em que o materialismo devia compensar a falta de ciência. Seu florescimento na época da máxima degradação da Alemanha burguesa e da ciência oficial alemã; 1850-60. Vogt (Karl, 1817-1895), Moleschott (Jacob, 1822-1893), Büchner. Seguro Mútuo. Ressurreição do darwinismo, pôsto novamente em moda e logo alugado por êsses cavalheiros.

Poderíamos deixá-los tranqüilos, inteiramente entregues ao seu louvável mas mesquinho ofício de pregar o ateísmo etc., incorporando-o à filosofia alemão, não fôsse a seguinte: 1.º) — Devido aos insultos à filosofia (citar passagens) (I) que, apesar de tudo, é a glória da Ale-

manha; e 2.º) — A presunção de aplicar a teoria da Natureza à sociedade e de reformar o socialismo. Por isso, somos forçados a tomar nota deles.

Antes de tudo, que conseguem êles em sua própria esfera? Apenas, citações.

2. Ponto crucial, pp. 170-171. A que é devido êsse súbito hegelianismo? Transição à dialética. Duas tendências filosóficas: a metafísica, com categorias fixas; e a dialética (especialmente Aristóteles e Hegel), com categorias fluidas; provas de que êsses opostos fixos, antecedente e conseqüente, causa e efeito, identidade e diferença, essência e aparência, são insustentáveis; que a análise nos mostra um pólo, já presente no outro, *in nuce*; que, num dado ponto, um dos pólos se transforma no outro; e que tôda a lógica se desenvolve unicamente a partir dessas contradições progressivas. Isso, no próprio Hegel, encontra-se no terreno místico, porque a categoria aparece como preexistente e a dialética do mundo real como um simples reflexo. Na realidade, é tudo justamente ao contrário: a dialética cerebral é apenas o reflexo das formas de movimento do mundo real, da Natureza como história. Até fins do século passado (na verdade, até 1830), os investigadores da Natureza podiam arranjar as coisas razoavelmente bem por meio da velha metafísica, porque a ciência real só ia um pouco além da mecânica, terrestre e cósmica. No entanto, a confusão havia já sido introduzida pela matemática superior, que considera a verdade eterna da matemática elementar como ponto de vista superado, que frequentemente afirma o contrário, estabelecendo proposições que, ao matemático elementar, parecem puro disparate. As categorias rígidas, assim, se dissolveram; a matemática chegou a um ponto em que, inclusive relações tão simples como as da simples quantidade abstrata, o mal infinito, assumiam uma forma inteiramente dialética e obrigavam os matemáticos a se tornarem dialéticos, inconscientemente e até mesmo contra a sua vontade. Não há nada mais cômico do que as contorsões, subterfúgios e expedientes empregados pelos matemáticos para resolver essa contradição, para reconciliar a matemática superior com a elementar, para convencer a si mesmos de que aquilo que estabeleceram como resultado certo e inegável, não é um simples disparate e, em geral, para explicar racionalmente o ponto de partida, o método e o resultado a que chegou a matemática do infinito.

Agora, porém, é tudo diferente. A química, divisibilidade abstrata dos entes físicos, mal infinito, atomística. A fisiologia: a célula (o processo orgânico do desenvolvimento, tanto do indivíduo como da espécie, por diferenciação, a prova mais evidente da dialética racional); e finalmente, a identidade das forças da Natureza e sua interconversão, pondo um fim a tôda a rigidez das categorias. Apesar de tudo, a maio-

ria dos investigadores da Natureza encontra-se ainda atada às velhas categorias metafísicas e se torna impotente quando os fatos atuais que, por assim dizer, demonstram a dialética da Natureza, precisam ser racionalmente explicados e colocados em relação uns com os outros. Neste ponto, é necessário *pensar*, os átomos e as moléculas, etc., não podem ser observados ao microscópio, mas apenas pelo processo do pensamento. Vejamos os químicos [exceto Schorlemmer (Arthur, 1834-1892) que está a par da doutrina de Hegel; a patologia celular de Virchow (Rudolf von, 1821-1802), os quais, afinal de contas, ocultam sua impotência sob o disfarce de frases inconsistentes. A dialética, despojada de misticismo, torna-se uma necessidade absoluta para a ciência da Natureza, já que esta abandonou o campo em que eram suficientes as categorias rígidas, isto é, a matemática elementar da lógica e seus recursos domésticos. A filosofia se vinga póstumamente da ciência da Natureza, por haver esta última desertado daquela; e, no entanto, poderiam ter visto (inclusive através dos êxitos obtidos pela filosofia, nas ciências naturais) que aquela possuía alguma coisa superior a êles, inclusive em sua própria esfera especial [(Leibnitz, o fundador do cálculo infinitesimal, em contraste com o qual o asno indutivo de Newton ⁽¹⁾ não passa de um plagiário e corruptor; Kant, com a teoria da evolução cósmica *antes* de Laplace; Oken (Lorenz, 1779-1851), o primeiro a adotar, na Alemanha, a teoria da evolução; Hegel, cujo estudo (enciclopédico) e cuja classificação racional das ciências naturais constituiu um êxito maior que todos os disparates materialistas reunidos].

A respeito da pretensão de Büchner de emitir opinião sobre o socialismo e os fenômenos econômicos explicando-os por meio da luta pela existência; Hegel, *Enciclopédia* I, pág. 9, sobre o diletantismo; sobre política e socialismo: a compreensão que o mundo esperava, pág. 11.

Separação, coexistência e sucessão. Hegel, *Enciclopédia*, pág. 35! Como determinação do sensorial, da imaginação.

Hegel, *Enciclopédia*, pág. 40. Fenômenos naturais; mas em Büchner, não *elaborados*, simplesmente copiados, donde o supérfluo.

Pág. 42 — A lei de Solon, “tirou-a de sua cabeça”; Büchner é capaz de fazer o mesmo com a sociedade moderna.

Pág. 43 — Metafísica, a ciência das coisas, não a dos movimentos.

Pág. 53 — Pela experiência... chega.

Pág. 56 — Paralelismo entre o indivíduo humano e a história = paralelismo entre a embriologia e a paleontologia.

Dialética da Ciência Natural — Tema: a matéria em movimento.

As diferentes formas e variedades da matéria só podem ser reconhecidas por meio do movimento; somente através dêle se manifestam as propriedades dos corpos; de um corpo que não se move, nada se pode dizer ⁽²⁾. Por conseguinte, a constituição dos corpos em movi-

mento, resulta das formas de movimento.

1. A forma primeira, a mais simples forma do movimento, é a forma mecânica, a simples mudança de lugar.

a) Movimento de um corpo único: não existe; só há movimento relativo; queda.

b) Movimento de corpos separados: trajetória, astronomia; equilíbrio aparente; afinal, sempre o *contato*.

c) Movimento dos corpos em contato, relacionados entre si; pressão. Estática. Hidrostática e gases. A alavanca e outras formas da mecânica propriamente dita; todas elas surgem, sob sua forma mais simples, do contato, do atrito e do choque, distintos um do outro apenas como etapas. Mas o atrito e o choque (na realidade, contato) provocam outras conseqüências não consideradas pelos investigadores: produzem, segundo as circunstâncias, som, calor, eletricidade, magnetismo.

2. Essas diferentes forças (com exceção do som): física dos corpos celestes.

a) Transformam-se uma na outra, substituem-se mutuamente e

b) mediante certo desenvolvimento quantitativo de cada força, aplicada aos corpos (sob forma diferente, em cada caso), quer sejam compostos químicos ou vários corpos quimicamente mais simples, verificam-se transformações químicas e, assim, entramos no domínio da química. Química dos corpos celestes. Parte cristalográfica da química.

3. A física teve que deixar de lado (ou foi capaz de assim proceder) o corpo físico vivente; somente através da investigação dos compostos orgânicos, pode a química desvendar a verdadeira natureza dos corpos mais importantes e, por outro lado, sintetiza corpos que só se apresentam na natureza orgânica. Nesse terreno, a química conduz à vida orgânica e já conseguiu chegar bastante longe para poder-nos assegurar que *somente por esse meio* nos poderá explicar a transição dialética ao organismo.

4. A verdadeira transição está, entretanto, na história: do sistema solar, da Terra, a pressuposição *real* do orgânico.

3. O orgânico.

Divisibilidade. O mamífero é indivisível; o réptil pode voltar a possuir patas; as ondas de éter, divisíveis e mensuráveis até o infinitamente pequeno; cada corpo é divisível dentro de certos limites, por exemplo, na química.

Coesão — negativa já nos gases — transformação da atração em *repulsão*, esta última sendo real apenas no gás e no éter (?).

Estados de agregação: pontos nodais em que a mudança quantitativa se transforma em qualitativa.

Secchi (Angelo, 1818-1878) e o Papa.

A atração e a força centrífuga newtonianas: exemplo de pensamento metafísico; o problema não resolvido, mas recentemente *exposto* e isto aconselhado como sua solução (3). Idem, a respeito da diminuição de calor de Clausius (4).

A teoria de Laplace pressupõe apenas matéria em movimento: a rotação necessária para que todos os corpos flutuem suspensos no espaço universal.

O atrito e o choque produzem um movimento *interno* nos corpos em que êles intervêm: movimento molecular diferenciado como calor, eletricidade etc., segundo as circunstâncias. Mas êsse movimento é apenas temporário: *cessante causa, cessat effectus*. Em uma determinada etapa, todos êles se transformam, numa *permanente modificação molecular*: a química (5).

Causa finalis — a matéria e seu movimento inerente. Essa matéria não é uma *abstração*. Inclusive no Sol, as diferentes substâncias estão dissociadas e não são distinguidas pela sua ação. Mas *na esfera gasosa da nebulosa*, tôdas as substâncias, conquanto se apresentem separadamente, se desvanecem sob a forma de *matéria pura como tal*, unicamente como matéria, não atuando por meio de suas propriedades específicas (6). (Além do mais, já em Hegel, está superada a contradição entre *causa efficiens* e *causa finalis* na interação.)

A forma do desenvolvimento da ciência natural, na medida em que se manifesta o pensamento, é a hipótese. Observa-se um fato nôvo, que torna impossível o modo anterior de explicar os fatos pertencentes ao mesmo grupo. A partir dêsse instante, são necessários novos modos de explicação, a princípio baseados apenas em um número limitado de fatos e observações. O material destinado a observações ulteriores, aperfeiçoa essas hipóteses, deixa de lado umas e corrige outras, até que, finalmente, se estabelece a lei, sob uma forma pura. Se pretendêssemos esperar que o material destinado às observações se apresentasse sob uma forma pura, isso implicaria em suspender o processo do pensamento até êsse momento e, justamente por essa razão, a lei nunca seria estabelecida.

A quantidade e as modificações das hipóteses, suplantando umas às outras, dão lugar facilmente (devido à falta de educação lógica e dialética dos investigadores) à idéia de que não podemos conhecer a *essência das coisas* (Haller e Goethe). Isso não peculiar à ciência natural, uma vez que o conhecimento humano, no seu conjunto, se desenvolve segundo uma curva em espiral ascendente; e também nas ciências históricas, incluindo a filosofia, as teorias se deslocam umas a outras, apesar do que ninguém pode afirmar, por exemplo, que a lógica formal seja um disparate.

A última forma dessa concepção é a *coisa em si*. Em primeiro lugar, essa afirmação de que não podemos conhecer a coisa em si (Hegel, *Enciclopédia*, § 44), deixa o campo da ciência para entrar no da fantasia. Em segundo lugar, não acrescenta coisa alguma ao nosso conhecimento científico, uma vez que, se não podemos examinar as coisas, essas deixam de existir para nós. E, em terceiro lugar, trata-se de uma simples frase que jamais se aplica. Tomada no sentido abstrato, nos parece muito natural. Mas apliquemo-la. Que se poderia pensar de um zoólogo que dissesse: um cão tem quatro patas; mas, na realidade, não sabemos se tem quatro milhões de patas, ou nenhuma? Ou de um matemático que começasse a definir um triângulo dizendo que possui 3 lados e que, logo depois, confessasse não saber se, de fato, tem 3 ou 25 lados; que 2×2 parece que são 4? Mas os homens de ciência procuram não aplicar a frase da coisa em si à ciência natural; só se permitem fazê-lo quando passam ao terreno da filosofia. Esta é a melhor prova da pouca seriedade com que a encaram e o pouco valor que ela possui. Se a levassem a sério, para que investigar o nada? Considerada historicamente, a coisa teria um sentido determinado: só podemos conhecer de acôrdo com as condições de nossa época e até onde estas possam chegar.

A conversão da atração em repulsão, e vice-versa, é mística sob o ponto de vista de Hegel; mas, na essência, antecipou-a, quanto ao conhecimento científico posterior. No gás, por exemplo, há repulsão entre as suas moléculas; e esta é tanto maior na matéria mais sutilmente dividida, como a cauda de um comêta em que, inclusive, atua com uma força extraordinária. Nesse ponto também Hegel põe a prova o seu gênio ao considerar a atração como qualquer coisa secundária em relação à repulsão, como uma coisa que a precede: um sistema solar só pode ser constituído através da preponderância gradual da atração sobre a repulsão originariamente existente.

Dilatação pelo calor = repulsão. Teoria cinética dos gases.

O caráter contraditório das determinações mentais da razão: a polarização. Da mesma forma que a eletricidade, o magnetismo etc., se polarizam e se movem em virtude de uma oposição, assim também se manifesta o pensamento. Da mesma forma que, nos primeiros, não é possível observar um processo unilateral (o que nenhum homem de ciência ousaria fazer), também quanto ao segundo não o é.

Para aquêlo que nega a causalidade, tôda lei natural representa uma hipótese; e, entre outras, também a análise química dos corpos celestes por meio do espectrógrafo de prisma. Que superficialidade de pensamento permanecer nesse ponto!

Coisa em si: Hegel, *Lógica*, I, 2, pág. 10 e também, mais adiante, tôda uma seção a respeito:

“O ceticismo não se resolveu a dizer *é*; o idealismo moderno (isto é, Kant e Fichte) não admitiu considerar o conhecimento como sendo o conhecimento da coisa em si... Mas, ao mesmo tempo, o ceticismo admitia múltiplas determinações de sua aparência, ou melhor, sua aparência tinha como conteúdo tôda a múltipla riqueza do mundo. Da mesma forma, a *aparência* do idealismo (isto é, o que o idealismo denomina aparência) compreende todo o conjunto dessas múltiplas determinações... Por conseguinte, é bem possível que não haja ser, coisa, ou coisa em si na base de seu conteúdo: *fica para si como é; apenas se traduziu de ser em aparência*”.

Portanto, neste caso, Hegel é um materialista muito mais positivo do que os homens de ciência modernos. O próprio Hegel esclareceu a verdadeira natureza das determinações da *essência*. *Enciclopédia*, I, § 111, Zuzartz: “Na essência tudo é relativo”. (Por exemplo, positivo e negativo, que só têm sentido se levarmos em conta a sua relação, e não cada um separadamente).

Os chamados axiomas da matemática são as poucas determinações mentais de que a mesma necessita como ponto de partida. A matemática é a ciência das grandezas; seu ponto de partida é o conceito de grandeza. Ele a define erradamente e, em seguida, acrescenta, por fora, como axiomas, as demais determinações elementares de grandeza, não contidas na definição, em que apareciam sem demonstração e, em seguida também, apresentadas como *matematicamente* indemonstráveis. A análise da grandeza daria tôdas essas determinações axiomáticas como determinações necessárias da grandeza. Spencer tem razão quando diz que tudo quanto nos é apresentado como *evidente* nesses axiomas é *herdado*. São dialéticamente demonstráveis, na medida em que não sejam puras tautologias.

A parte e o todo, por exemplo, já são categorias que se tornam insuficientes na natureza orgânica. A eclosão da semente: o embrião e o animal nascido não devem ser concebidos como uma *parte* separada do *tudo*; isso constituiria um modo errado de encarar o fato. Somente no cadáver, pode tornar-se parte.

Identidade: abstrata $a = a$; e, pela negativa, a não é, ao mesmo tempo, igual e desigual a a ; igualmente inaplicável, na natureza orgânica. A planta, o animal, cada célula é, a cada instante de sua vida, idêntica a si mesma; e, no entanto, vai-se diferenciando de si mesma por absorção e excreção de substâncias, pela respiração, pela morte de células, pelo processo circulatório; em poucas palavras: devido a uma soma de seus resultados evidentes à nossa vista, durante as fases da vida: a vida embrionária, a juventude, a madurez sexual, o processo de reprodução, a velhice e a morte. *Isso, além da evolução das espécies*. Quant

mais se desenvolve a fisiologia, tanto mais importantes se tornam para ela essas mudanças incessantes, infinitamente pequenas (⁷); e, por conseguinte, tanto mais importante, também, a consideração da diferença, dentro da identidade; e assim, o antigo ponto de vista abstrato da identidade formal, segundo o qual um ser orgânico tem que ser encarado como sendo idêntico a si mesmo, como uma coisa constante (⁸), torna-se anacrônico. Entretanto, a maneira de pensar, baseada no mesmo, como também suas categorias, persiste ainda. Mas, inclusive na natureza inorgânica, a identidade como tal, não existe na realidade. Todo corpo está continuamente exposto a influências mecânicas, físicas e químicas, que sempre o modificam mudando a sua identidade. Únicamente na matemática — ciência abstrata que se ocupa de atividades mentais, sejam ou não reflexos da realidade — é possível admitir a identidade abstrata e sua oposição à diferença e, mesmo nesse caso, são constantemente superadas (Hegel, *Enciclopédia*, I, pág. 235). O fato de que a identidade contenha em si mesma a diferença evidencia-se em toda proposição em que o predicado é necessariamente distinto do sujeito; o lírio é uma planta, a rosa é vermelha; seja no sujeito, seja no predicado ou no sujeito (Hegel, *Enciclopédia*, I, pág. 231).

Torna-se evidente que, em princípio, a *identidade de um ente qualquer consigo mesmo*, requer, como complemento, a *diferença com tudo mais*.

A contínua modificação, isto é, a supressão da identidade abstrata, é também encontrada nas denominadas coisas inorgânicas. Sua história é a geologia. Na superfície, modificações mecânicas (erosão, congelamento), modificações químicas (alterações devidas aos agentes atmosféricos); e, internamente, modificações mecânicas (pressão), calor (vulcânico), químicos (água, ácidos, substâncias de aglutinação), os grandes cataclismos, terremotos etc. A ardósia de hoje é fundamentalmente diferente do pântano que lhe deu origem; a greda difere das microscópicas conchinhas de que se compõe; e muito mais as rochas calcáreas que, segundo alguns, são de origem puramente orgânica; e os arenitos silicosos, que são derivados da erosão do granito, etc., não se falando do carvão.

Positivo e negativo — Também lhes podemos dar os nomes opostos: em eletricidade, etc., idem Norte e Sul, se os invertermos e alterarmos correspondentemente o resto da terminologia, tudo fica certo. Chamaremos então de Este ao Ooeste e de Oeste ao Este. O Sol se levantará no Poente, os planetas girarão de Oeste para Leste, etc.; e somente os nomes terão mudado. Na verdade, em física chamamos de Pólo Norte ao verdadeiro Pólo Sul do ímã, que é atraído pelo Pólo Norte do magnetismo terrestre.

Vida e Morte — Já agora não se aceita como científica nenhuma teoria fisiológica que não considere a morte como um momento essencial da vida (Nota, Hegel, *Enciclopédia*, I, pág. 112), encontrando-se a *negação* da vida essencialmente contida na própria vida; de maneira que sempre pensamos na vida em relação com o seu resultado necessário, a morte, que nela está contida em germe. A concepção dialética da vida nada mais é do que isso. E, para quem tenha compreendido isso, uma vez por tôdas, não haverá mais lugar para a controvérsia sôbre a imortalidade da alma. A morte, ou é a dissolução do corpo orgânico de que nada mais restará senão os elementos químicos que constituíram a sua substância; ou então deixará depois de si um princípio vital (mais ou menos alma), que sobreviverá a *todos* os organismos vivos e não sômente aos seres humanos. Por conseguinte, isso deve bastar para invalidar uma antiga superstição e compreender, por meio da dialética, a natureza da vida e da morte. Viver significa morrer.

Mal infinito — O verdadeiro já foi corretamente exposto por Hegel, no espaço e tempo *plenos*, no processo da Natureza e da história. Também a totalidade da Natureza se resolve agora em história e esta se diferencia da história natural apenas como processo evolutivo dos organismos conscientes. Essa infinita multiplicidade da Natureza e da história contém a infinidade do espaço e do tempo — mal infinito — apenas como momento superado, essencial mas não predominante. O extremo limite de nossa ciência natural tem sido, até agora, o nosso Universo; e, para obter o conhecimento da Natureza, não temos necessidade dos universos infinitamente numerosos existentes fora do nosso. Com efeito, entre milhões de outros, apenas o nosso Sol, com seu sistema solar, constitui a base essencial de nossas investigações astronômicas. No que refere à mecânica, à física e à química terrestre, estamos mais ou menos limitados à nossa pequena Terra; e, quanto à ciência orgânica, o estamos inteiramente. Apesar disso, não é essencialmente prejudicada a diversidade praticamente infinita dos fenômenos e do conhecimento da Natureza; da mesma forma que também a história não é prejudicada por uma limitação semelhante, talvez até maior, a um período comparativamente curto e a uma pequena porção da Terra.

Simples e composto — Categorias que, no referente à natureza orgânica, perdem o sentido e se tornam inaplicáveis. Um animal não é representado por sua composição mecânica de ossos, sangue, cartilagens, músculos, tecidos; nem por sua composição química, considerados seus elementos componentes. (Hegel, *Enciclopédia*, I, pág. 256). O organismo não é simples, nem composto por mais complexo que possa ser.

Protomatéria — A concepção da matéria como originalmente existente e, em si, carente de forma, é muito antiga e se encontrando já entre os gregos, acima de tudo na figura mítica do caos, concebido como

o fundamento amorfo do mundo existente (Hegel, *Enciclopédia*, I, pág. 258). Em Laplace encontramos novamente êsse caos, mais ou menos uma nebulosa, que também só tem um *princípio de forma*. A diferença veio depois.

A incorreta *teoria da porosidade* (em que as diversas matérias falsas, o calórico etc., estão situadas em seus poros opostos e no entanto não se penetram entre si) é apresentada por Hegel (*Enciclopédia*, I, pág. 251), como *simples ficção de nossa inteligência*. Ver também a *Lógica*.

Fôrça — Se uma espécie qualquer de movimento se desloca de um corpo para outro, pode-se considerá-lo, *uma vez que se transmite*, como ativa, como a causa do movimento; e, *quando é transmitido*, como passivo; e então a sua causa, o movimento ativo, é considerada uma *fôrça* e o passivo, como sua *manifestação*. Da lei da indestrutibilidade do movimento se conclui automaticamente que a *fôrça* é justamente tão grande quanto a sua manifestação, já que, tanto numa como na outra, o movimento é o mesmo. E o movimento que se transfere é mais ou menos determinável quantitativamente, por isso que se manifesta em dois corpos, um dos quais pode servir como unidade de medida, a fim de medir o movimento no outro. A mensurabilidade do movimento lhe confere, por seu valor, a categoria de *fôrça* que, pelo contrário, não possui. Portanto, na medida em que seja êsse o caso, mais aplicáveis são na investigação as categorias de *fôrça* e manifestação. Isso se passa assim, principalmente na mecânica, onde as *fôrças* se resolvem ainda mais se as consideramos como compostas, conduzindo-nos frequentemente a novos resultados, mesmo porque não se deve esquecer que se trata simplesmente de uma operação cerebral; ao aplicar a analogia de *fôrças*, que são realmente compostas (como ocorre no paralelogramo de *fôrças*), a *fôrças* realmente simples, estas últimas nem por isso se tornam realmente compostas. A mesma coisa se verifica na estática. Também na transformação de outras formas de movimento em movimento mecânico (calor, eletricidade, magnetismo na atração do ferro), em que o movimento original pode ser medido por meio do efeito mecânico produzido. Já nesse caso, porém, em que são consideradas simultaneamente diversas formas de movimento, revela-se a limitação da categoria ou abreviatura *fôrça*. Nenhum professor de física denomina de simples *fôrças* a eletricidade, o magnetismo ou o calor, da mesma forma que não as chama de *materiais* ou *imponderabilias*. Ao ter conhecimento da quantidade de movimento mecânico em que se converteu uma determinada quantidade de movimento calórico, nada sabemos ainda a respeito da natureza do calor, já que é necessário o exame dessas transformações para que se possa investigar a natureza do calor. O fato de considerá-lo como uma forma de movimento é o último progresso da

física e, dessa forma, fica superada nêla a categoria fôrça: em certas circunstâncias — nos casos de transição — podem aparecer como fôrças e podem ser assim medidas. Assim é que o calor pode ser medido pela dilatação que um corpo experimenta ao ser aquecido. Se, neste caso, o calor não passasse de um corpo para outro — o padrão de medida — isto é, se o calor do corpo que atua como padrão de medida não se alterasse, não se poderia falar de medição, de uma modificação de grandeza. Dizemos simplesmente: o calor dilata os corpos; enquanto que dizer: o calor tem a fôrça de dilatar os corpos, seria uma simples tautologia; e dizer: o calor é a fôrça que dilata os corpos, não seria correto, visto como, em primeiro lugar, a dilatação (nos gases, por exemplo), também pode ser produzida por outros meios; e, em segundo, o calor não se caracteriza por êsse fato.

Alguns químicos referem-se também à fôrça química como sendo a que provoca e mantém as combinações. Mas, neste caso, não há uma verdadeira transmissão, mas uma combinação do movimento de vários corpos em um só; e, dessa forma, a fôrça chega ao seu limite. No entretanto, é ainda mensurável por meio da produção de calor, mas até agora sem muito resultado. O fato se converte em uma simples frase, como acontece sempre que, em lugar de investigar formas de movimento não investigadas, *inventa-se* uma chamada fôrça a fim de lhe dar uma explicação (como, por exemplo, explicar a flutuação da madeira sôbre a água por meio de uma fôrça flutuante, a refração da luz por meio de uma fôrça refrativa, etc.) caso em que se obtêm tantas fôrças quantos são os fenômenos inexplicados, com o que o fenômeno externo foi apenas transformado em uma frase interna. (A atração e a repulsão são mais fáceis de desculpar; neste caso, é abrangido, sob um nome comum, que dá uma impressão de conexão interna, um conjunto de fenômenos inexplicáveis para o físico). Finalmente, na natureza orgânica, a categoria fôrça é totalmente insuficiente e, no entanto, é freqüentemente aplicada. Na verdade, é possível caracterizar a ação do músculo, em virtude de seu efeito mecânico, como fôrça muscular e também medi-la; podemos, inclusive, conceber como fôrças outras funções mensuráveis como, por exemplo, a capacidade digestiva de diversos estômagos: mas dessa maneira, chega-se rapidamente *ad absurdum* (como, por exemplo, fôrça nervosa); é que, em todos êsses casos, nos referimos a fôrças apenas num sentido muito restrito e figurado (como na frase corrente: recuperar as fôrças). Êsse abuso nos conduziu a falar, inclusive, de uma fôrça vital. Se, com essa denominação queremos significar que a forma de movimento nos corpos orgânicos é diferente da forma mecânica, física ou química, contendo-as a tôdas sob uma forma superada, então a forma de expressão é imprecisa principalmente porque a fôrça (que pressupõe uma transferência de movimento) nos é apresentada

como alguma coisa bombeada no organismo, vindo da parte de fora, não lhe sendo inerente, inseparável dêle; e, por êsse motivo, a fôrça vital tem sido até agora o último refúgio de todos os supernaturalistas.

Defeito: 1) — A fôrça, tratada finalmente como se tivesse existência autônoma (Hegel, *Naturphilosophie*, pág. 71).

2) — Fôrça *latente*, em repouso: explicá-la como sendo a relação entre movimento e repouso (inércia, equilíbrio); tratar também da solicitação.

A indestrutibilidade do movimento, segundo o princípio de Descartes de que o Universo contém sempre a mesma quantidade de movimento. Os homens de ciência expressam êsse princípio erradamente referindo-se à *indestrutibilidade da fôrça*. A afirmação simplesmente quantitativa de Descartes é igualmente insuficiente: o movimento como tal, como atividade essencial, como forma de existência da matéria, indestrutível como esta: a isso se reduz o quantitativo. Por conseguinte, também nesse caso, o filósofo foi confirmado pelo homem de ciência 200 anos depois.

“Sua essência (a do movimento) consiste em ser a unidade imediata de espaço e tempo... ao movimento correspondem o espaço e o tempo; a velocidade, o quanto de movimento, é espaço em relação a um determinado tempo transcorrido”. [(Hegel, *Naturphilosophie* (Filosofia da Natureza), pág. 65.)] “Espaço e tempo estão preenchidos com matéria... da mesma forma que não há movimento sem matéria, também não há matéria sem movimento” (Pág. 6”).

Fôrça (ver mais acima) — A transmissão do movimento se verifica unicamente em presença de tôdas as diversas condições que, em geral, são muito numerosas e complexas, especialmente no domínio da maquinaria (a máquina a vapor, o fuzil com seu ferrôlho, gatilho, espoleta e pólvora). Se faltar uma delas, a transmissão não se verifica enquanto não se realizar a condição em falta. Isso pode ser representado como se a fôrça deva ser antes *excitada* por meio da introdução dessa última condição, como se estivesse *latente* em um corpo, o chamado condutor de fôrça (pólvora, varvão), por isso que, na realidade, não só deve estar presente êsse corpo, mas também verificar-se tôdas as demais condições, a fim de provocar exatamente essa transferência especial.

A representação da fôrça surge, perante nós, por si mesma, pelo fato de que em nosso próprio corpo possuímos meios para transferir o movimento; aquêles que, dentro de certos limites, podem ser postos em ação por nossa vontade; especialmente os músculos dos braços, por meio dos quais realizamos mudanças mecânicas de lugar e movimento de outros corpos: levantamos, transportamos, lançamos, pegamos etc., efetuando dessa forma determinados efeitos úteis. Neste caso, aparen-

temente, o movimento é produzido e não se transfere; e isso dá origem à noção de força, em geral, como produtora de movimento. Que a força muscular, também, seja uma simples transferência, somente há pouco tempo ficou provado fisiologicamente (9).

Movimento e equilíbrio — O equilíbrio é inseparável do movimento. No movimento dos corpos celestes há movimento em equilíbrio e equilíbrio em movimento (relativo). Mas todo o movimento relativo especial, isto é, neste caso todo movimento independente de corpos individuais, em um dos corpos celestes em movimento, é um ténder para o estabelecimento do repouso relativo do equilíbrio. A possibilidade de um corpo ficar em repouso relativo, a possibilidade de estados temporários de equilíbrio, é condição essencial de diferenciação da matéria e, consequentemente, da vida. No Sol, não há equilíbrio das diversas substâncias, mas somente da massa em seu conjunto, ou seja, um equilíbrio muito restrito, determinado por consideráveis diferenças de densidade; na sua superfície, há um eterno movimento e inquietude, dissociação. Na Lua, parece prevalecer exclusivamente o equilíbrio, sem movimento relativo algum: morte (Lua = negatividade). Na Terra, o movimento diferenciou-se, tendo-se estabelecido o intercâmbio entre movimento e equilíbrio: o movimento individual tende para o equilíbrio e o movimento, em seu conjunto, destrói mais uma vez o equilíbrio individual. A rocha chegou ao repouso, mas a erosão, a ação das marés, dos rios e dos deslocamentos glaciais, destroem continuamente o equilíbrio. A evaporação e a chuva, o vento e o calor, os fenômenos elétricos e magnéticos, agem também da mesma forma. Por último, no organismo vivente, assistimos a um incessante movimento de tôdas as suas menores partículas, assim como de seus órgãos principais, donde resulta um continuado equilíbrio. A evaporação e a chuva, o vento e o calor, os fenômenos elétricos e magnéticos, agem também da mesma forma. Por último, no organismo vivente, assistimos a um incessante movimento de tôdas as suas menores partículas, assim como de seus órgãos principais, donde resulta um continuado equilíbrio do organismo na sua totalidade, durante o período normal de vida e que, no entanto, sempre permanece em movimento, a vivente unidade de movimento e equilíbrio (10).

Todo equilíbrio é apenas temporário e relativo.

Causalidade — A primeira coisa que nos chama a atenção, ao considerar a matéria em movimento, é a interconexão dos movimentos individuais de cada um dos corpos: o fato de estarem todos mutuamente condicionados. Não só verificamos que um movimento particular é seguido de outros, mas também que podemos provocar um movimento particular, caso estabeleçamos as condições em que, na Natureza, os mesmos se verificam; isso porque podemos produzir movimentos que, de forma alguma, ocorrem na Natureza (indústria), pelo menos não sob

essa forma, e já que podemos dar a êsses movimentos uma direção e extensão predeterminadas. *Dessa maneira*, devido à *atividade dos seres humanos*, estabeleceu-se a noção de *causalidade* a noção de que um movimento é a *causa* de outro. É verdade que a sucessão regular de certos fenômenos naturais pode dar origem, por si só, à noção de causalidade: o calor e a luz que vêm do Sol; mas êsse fato não demonstra nada e, a êsse respeito tinha razão o ceticismo de Hume (David, 1711-76), ao afirmar que um *post hoc* regular nunca poderá estabelecer um *propter hoc*. Mas a atividade dos homens *constitui a prova* da causalidade. Se focalizarmos os raios do Sol por meio de uma lente e os fizermos atuar como os raios de um fogo comum, com isso demonstraremos que o calor é proveniente do Sol. Se, em um rifle, juntarmos a escorva, a carga explosiva e o projétil, e dispararmos a arma, sabemos que se produzirá um determinado efeito (já conhecido de antemão, em virtude de experiências anteriores), porque podemos seguir, em todos os seus detalhes, o processo de ignição, combustão e explosão, esta devida à súbita produção de gases e conseqüente pressão gasosa sobre o projétil. Neste caso, o cético nem sequer poderá dizer que, graças à experiência prévia, não se pode afirmar que ocorra o mesmo na próxima vez. Pode acontecer, com efeito, que às vêzes não se dê a mesma coisa: porque a escorva ou a pólvora poderá falhar, o cano rebentar etc. Mas isso *demonstra* exatamente a causalidade, ao invés de refutá-la; porque podemos encontrar a causa de cada um desses desvios da regra, por meio de uma apropriada investigação: decomposição química da escorva, humidade da pólvora, defeito do cano etc. etc.; de maneira que, por assim dizer, a prova da causalidade é, neste caso, *dupla*.

Tanto a ciência da Natureza, como a filosofia, descuidaram inteiramente, até agora, investigar a influência da atividade humana sobre o pensamento ⁽¹¹⁾; ambas só consideram a Natureza de um lado e o pensamento do outro. Mas é precisamente a *modificação da Natureza* pelos *homens* (e não unicamente a Natureza como tal) o que constitui a base mais essencial e imediata do pensamento humano; e é na medida em que o homem aprendeu a transformar a Natureza que a sua inteligência foi crescendo. A concepção naturalista da história — tal como se verifica, por exemplo, em Draper (John William, 1811-1882) e outros homens de ciência — encara o problema como se exclusivamente a Natureza atuasse sobre os homens e como se as condições naturais determinassem, como um todo, o seu desenvolvimento histórico. Essa concepção unilateral esquece que o homem também reage sobre a Natureza, transformando-a e criando para si novas condições de existência. Da *natureza* da Alemanha dos tempos em que os germanos dali emigraram, resta muitíssimo pouco. A superfície da terra, o clima, a vegetação, a fauna e os próprios seres humanos modificaram-se imensamente, e tudo isso

devido à atividade humana; enquanto as modificações que se verificaram na natureza da Alemanha, no decurso do tempo, sem a interferência humana, são incalculavelmente pequenas.

Gravitação Newtoniana — O melhor que se pode dizer a êsse respeito é que a mesma não explica, mas *visualiza* o estado atual dos movimentos planetários. O movimento é dado. Idem, a força atrativa do Sol. Com êsses dados, como se pode explicar o movimento? Pelo paralelogramo das forças, por uma força tangencial que, então, se torna um postulado necessário, que *devemos* aceitar. Quer dizer: supondo-se a *eternidade* do estado existente, precisamos de um *primeiro impulso*, Deus. Mas o estado planetário atual não é eterno, nem o movimento é originariamente composto, mas é apenas *simples* rotação; é, portanto, um erro o paralelogramo de forças aplicado neste caso, visto como não ficou claramente demonstrada qual era a grandeza desconhecida, o x , que era preciso ainda ser determinado, já que Newton pretendia não somente expor, mas resolver o problema.

Força — Também o aspecto negativo deve ser analisado: a resistência que se opõe à transmissão do movimento (¹²).

Interação é a primeira coisa que encontramos, quando consideramos a matéria em movimento, em conjunto, sob o ponto de vista da ciência natural contemporânea. Verificamos uma série de formas de movimento: movimento mecânico, calor, luz, eletricidade, magnetismo, combinação e decomposição químicas, modificações de estados de aglutinação, vida orgânica, todos os quais (embora *presentemente continuemos* excetuando a vida orgânica) se transformam uns nos outros, determinam-se mutuamente, aqui são causa, ali efeito, permanecendo sempre a mesma a soma total do movimento em tôdas as suas formas variáveis (Spinoza: *a substância é causa sui*, traduz surpreendentemente a ação recíproca). O movimento mecânico se transforma em calor, eletricidade, magnetismo, luz, etc., e vice-versa. A ciência confirma assim o que disse Hegel (Onde?): a interação é a verdadeira *causa finalis* das coisas. Não podemos recuar, indo além do conhecimento dessa interação, pela simples razão de que, por trás dela, não há nada a conhecer. Se conhecemos a forma de movimento da matéria (ao qual, certamente, ainda falta muito em virtude do pouco tempo transcorrido desde que existe a ciência da Natureza), então conhecemos a própria matéria e, dessa maneira, o conhecimento está completo. (Todo o equívoco de Grove a respeito da causalidade, reside no fato de que não consegue êle conceber a categoria interação; possui a coisa, mas não o pensamento abstrato; e daí a confusão — Págs. 12-14). Somente por meio dessa interação universal, podemos compreender a verdadeira relação causal. Para que se possa entender cada um dos fenômenos, devemos desembaraçar-nos da interconexão geral, considerando-os isoladamente;

e então surgem os movimentos variáveis, um como causa e outro como efeito.

Indestrutibilidade do movimento — Uma bela passagem, em Grove, pág. 22 e seg.

Movimento mecânico — Entre os homens de ciência, o movimento é sempre considerado como se fôsse uma coisa evidente, como movimento mecânico, como mudança de lugar. Isso é herança do século XVIII, prequímico, e torna muito mais difícil a clara compreensão dos processos. O movimento, aplicado à matéria, é *transformação em geral*. Do mesmo equívoco provém também essa fúria de reduzir tudo a movimento mecânico (inclusive Grove “inclina-se fortemente a admitir que as demais propriedades da matéria... são e serão, em última instância, reduzidas a formas de movimento”, pág. 16), o que destrói o caráter específico das demais formas de movimento. É preciso não se interpretar, em face disso, que cada uma das formas superiores de movimento não esteja sempre, necessariamente, conectada a um movimento mecânico real (exterior ou molecular); do mesmo modo que as formas superiores de movimento produzem também, simultaneamente, outras formas. A ação química não se torna possível sem mudanças de temperatura e mudanças elétricas; e a vida orgânica, sem transformações mecânicas, moleculares, químicas, térmicas, elétricas etc. Mas a presença dessas formas subsidiárias não esgota, em cada caso, a essência da forma principal. Algum dia, reduziremos experimentalmente, com toda segurança, o pensamento a movimentos moleculares e químicos, no cérebro; mas, por acaso, isso esgotará a essência do pensamento?

Divisibilidade da matéria — Para a ciência, o problema é praticamente indiferente. Sabemos que, na química, há um limite definido a essa divisibilidade, além do qual os corpos já não podem atuar quimicamente: o átomo; e que vários átomos sempre estão em combinação: a molécula (13). A mesma coisa na física, onde nos vemos forçados a aceitar (para as investigações físicas) partículas menores, cuja disposição determina a forma e a coesão dos corpos, evidenciando-se suas vibrações em calor, etc. Mas que as moléculas físicas e químicas sejam idênticas ou diferentes, sobre isso nada sabemos (14). Hegel passa muito rapidamente por cima dessa questão da divisibilidade, dizendo que a matéria é, ao mesmo tempo, as duas coisas: divisível e contínua; e, também ao mesmo tempo, nenhuma das duas, o que não é resposta (ver fls. 5 e 3, mais abaixo: Clausius), mas hoje está quase provado.

Pensamento científico — O plano de criação, concebido por Agassiz (Louis, 1827-1873), segundo o qual Deus partiu do geral para o particular, criando primeiramente o vertebrado tal qual é, logo depois o mamífero, o animal de prêsa, o gato e, finalmente, o leão! Isso quer

dizer: conceber, em primeiro lugar, as idéias sob a forma concreta e, em seguida, as coisas concretas! (Ver Haeckel, pág. 59).

Indução e dedução — Haeckel (Ernst, 1834-1919), pág. 75 e seg. refere-se ao fato de que Goethe chegou à conclusão indutiva segundo a qual o homem que não *tenha normalmente* um osso premaxilar, *devia* possuí-lo; dessa forma por meio de uma indução incorreta, chegou êle a um resultado mais ou menos certo!

Em Oken (Haeckel, pág. 85 e seg.) encontra-se um disparate proveniente do dualismo entre a ciência e a filofia. Oken descobre, por via do pensamento, o protoplasma e a célula; e a ninguém poderia ocorrer a idéia de que o assunto poderia ser resolvido pelos processos científicos: só o pensamento poderia fazê-lo! E, quando o protoplasma e a célula foram descobertos, Oken caiu no descrédito geral!

Causas finais e eficientes, transformadas por Haeckel (págs. 89-90), em causas atuantes *com um fim* e causas atuantes *mecynicamente*, porque, para êle, *causa finalis* = Deus! Da mesma forma, para êle, mecânico vem a ser, justamente, de acôrdo com Kant, igual a monista e não igual a mecânico no sentido da mecânica. Em face de tal confusão de linguagem, o disparate é inevitável. O que Haeckel diz a respeito da *Crítica do Juízo*, não concorda com Hegel, *G. d. Phil* (História da Filosofia), pág. 603.

Não há lugar nenhum onde se trate tão mal a Deus como entre os homens de ciência que nêle creem. Os materialistas explicam simplesmente as coisas, sem fazer uso de certas frases; fazem-no, sem dúvida, quando crentes piedosos e inoportunos pretendem impor-nos Deus pela fôrça; por isso nos respondem com poucas palavras ou então como *Laplace's Sire, je n'avais etc.* (¹⁶); ou, mais rudemente, à maneira dos mercadores holandeses que, quando os viajantes comerciais alemães queriam impor-lhes suas mercadorias empacotadas, costumavam despachá-los com as seguintes palavras: *Ik kan die Zaken niet gebruiken* (não sei para que possam servir essas coisas); e, dessa forma, terminava o assunto. Mas como Deus tem que sofrer nas mãos de seus defensores! Na história da moderna ciência da Natureza, Deus é tratado pelos seus defensores tal como o foi Frederico Guilherme III por seus generais e oficiais na campanha de Iena. Uma divisão do exército após outra rende suas armas; uma fortaleza após a outra capitula ante a marcha da ciência, até que, por último, todo o infinito reino da Natureza é conquistado pela ciência, não restando nenhum lugar para o Criador. Newton permitiu-lhe, entretanto, o *impulso inicial*, embora lhe proibisse qualquer interferência posterior em seu sistema solar. O padre Secchi retirou-o inteiramente do sistema solar (é verdade que com tôdas as honras canônicas), mas nem por isso menos categoricamente, permi-

tindo-lhe apenas um ato criador no que refere à protonebulosa. E assim em todos os terrenos. Na biologia, seu último Quixote foi Agassiz; êste, inclusive lhe atribui um positivo disparate: supõe que, não somente criou os animais reais, mas também animais abstratos, o peixe tal qual é! E, finalmente, Tyndall (John, 1820-1893) proíbe-lhe inteiramente qualquer intromissão na Natureza relegando-o ao mundo dos processos emocionais; admitindo-o unicamente porque, afinal de contas, deve haver alguém que saiba mais a respeito de tôdas essas coisas (a Natureza), do que J. Tyndall! Que diferença do velho Deus — criador do Céu e da Terra, mantenedor de tôdas as coisas — sem o qual nem um cabelo pode cair de nossa cabeça!

A necessidade emocional de Tyndall nada prova. O *Chevalier des Grioux* também sentia a necessidade emocional de amar e possuir Manon Lescaut, que se vendia (e à êle também, de quando em vez); por sua causa, êle se tornou mesquinho e vulgar; e se, por acaso, Tyndall pretendesse censurá-lo, êle poderia responder-lhe apelando para sua *necessidade emocional*.

Deus = néscio; mas *ignorantia non est argumentum* (Spinoza).

Associações na Natureza — As coletividades de insetos (as mais comuns não são mais do que situações puramente naturais), inclusive um conjunto social. Idem, de animais trabalhadores, muito produtivos (abelhas, castores etc.), mas apenas coisas secundárias e sem efeito de conjunto. Antes disso: colônias de corais e hidrozoários, em que o indivíduo é, quando muito, um estádio intermediário; e a comunidade carnal é principalmente uma etapa do desenvolvimento completo. Ver Nicholson (Henry Alleyne, 1844-1899). Igualmente os infusórios, a forma superior, e em parte muito diferenciada, que pode ser atingida por uma célula única.

Unidade entre Natureza e espírito — Para os gregos era evidente que a Natureza não podia ser irracional e até mesmo hoje os empíricos mais estúpidos provam por seu modo de raciocinar (muito embora equivocado) que estão convencidos, em princípio, de que a Natureza não pode ser irracional ou que a razão seja contrária à Natureza.

Classificação das ciências — Cada uma das quais analisa uma forma de movimento, ou uma série de formas em correspondência (e que se transformam entre), torna-se assim a classificação ou ordenamento dessas mesmas formas de movimento, de acôrdo com sua sucessão inerente; e, nisso consiste sua importância.

Nos fins do século passado, segundo os materialistas franceses, predominantemente mecanicistas, evidenciou-se a necessidade de um *estudo enciclopédico* de tôda a ciência da Natureza, libertando-a dos pontos de vista da velha escola de Newton-Linneu; e dois homens de

extraordinário gênio empreenderam essa tarefa: Saint-Simon (de uma forma incompleta) e Hegel. Hoje em dia, quando a nova concepção da Natureza encontra-se completa, em seus aspectos básicos, faz-se sentir a mesma necessidade, havendo algumas tentativas nesse sentido. Mas agora que se deve pôr à mostra a geral interconexão evolutiva, na Natureza, mostra-se tão insuficiente a disposição externa, lado a lado, como as transições dialéticas artificialmente construídas de Hegel. As transições devem ser feitas por si mesmas, devem ser naturais. De maneira semelhante àquela em que uma forma de movimento se origina de outra, seus reflexos, as diversas ciências, devem derivar-se necessariamente um do outro.

Proístas (¹⁶). 1) — Sêres não celulares, começam por um simples grânulo de proteína que se estende e lança pseudópodes, sob uma ou outra forma, na monera. (As moneras atuais são, por certo, muito diferentes das formas originais já que, em sua maior parte, vivem de matéria orgânica, engulindo diátomos e infusórios, isto é, corpos superiores a elas mesmas e que surgiram depois delas); e como (o mostra) a lâmina I de Haeckel, têm uma história evolutiva e passam pela forma dos enxames de espórios ciliados não celulares.

Neste caso já se evidencia a tendência para a forma que caracteriza todos os corpos albuminóides (¹⁷). Essa tendência para a forma é mais pronunciada nos foraminíferos unicelulares que segregam conchas altamente artificiais (antecipam colônias, corais, etc.?) e anunciam, na forma, os moluscos superiores, do mesmo modo que as algas tubulares (sifonáceas) antecipam o tronco, a raiz e a forma da folha das plantas superiores, mesmo quando são apenas albumina carente de estrutura. Por conseguinte, deve separar-se a protoameba da ameba.

2) — Por um lado se estabelece a distinção entre a epiderme (ectosarco) e a camada medular (endosarco) no animalzinho solar *Actinophrys sol*, Nicholson, pág. 49. A camada epidérmica estende pseudópodes (na *Protomyxa aurantiaca* essa camada já é de transição; ver Haeckel, lâmina I). Ao longo dessa linha de evolução, a proteína não parece ter chegado muito longe.

3) — Por outro lado, na albumina se diferenciam o núcleo e o nucléolo: amebas nuas. A partir daí, o desenvolvimento morfológico marcha rapidamente. De maneira semelhante, se verifica o desenvolvimento da célula jovem no organismo (sobre isso, ver Wundt, no começo). No *A. Sphaerococcus*, como no *Protomyxa*, a formação da membrana celular constitui apenas uma fase transitória, mas mesmo aí já se encontra o começo da circulação no vacúolo contrátil. Às vezes encontramos, seja uma conchinha de grãos de areia grudados (*Difflugia*, Nicholson, pág. 47), como nos vermes e nas larvas de insetos; seja uma conchinha genuinamente segregada. Por último:

4) — A célula com membrana celular permanente. Segundo Haeckel (pág. 382), originaram-se dela (conforme a dureza da membrana celular), a planta, ou, no caso de uma membrana mole, o animal (está claro que não se pode admitir uma tal generalização). Com a membrana celular, aparece a forma definida e, ao mesmo tempo, plástica. Aí, verifica-se de novo a distinção entre a membrana celular simples e a concha segregada. Mas (contrastando com o n.º 3), com essa membrana celular e essa concha, *termina a extensão de pseudópodes*. Repetição de formas anteriores (enxames de espórios ciliados) e diversidade de formas. A transição é constituída pelos *Labyrinthuleae* (Haeckel, pág. 385), que estendem seus pseudópodes para fora e se arrastam nesse ninho que, dentro de certos limites, se parece com um fuso. As *Gregarinae* antecipam o modo de vida dos *parasitas* superiores (alguns já não são células únicas, mas sim *cadeias* de células) (Haeckel, pág. 451), conquanto contenham apenas duas ou três células, um pobre aglomerado. O mais alto desenvolvimento do organismo unicelular é o representado pelos infusórios, quando êstes eram *realmente* unicelulares. Aí se verifica uma considerável diferenciação (ver Nicholson). Mais uma vez, colônias e zoófitos (*Epistylis.*). Igualmente, elevado desenvolvimento de forma entre as plantas unicelulares (*Desmidiaceae*, Haeckel pág. 410).

5) — O seguinte passo à frente é representado pela união de várias células em um corpo, já não em uma colônia. Em primeiro lugar, a *Katallaktae* de Haeckel, a *Magosphaera planula* (Haeckel, pág. 384), em que a união das células é apenas uma fase do desenvolvimento. Mas também aí já não há pseudópodes (se é que os há como fase de transição, Haeckel não o diz com clareza). Por outro lado, os radiolários, também massas indiferenciadas de células, conservaram seus pseudópodes e desenvolveram ao mais alto grau a regularidade geométrica da concha, sendo que esta, nos rizópodes genuinamente unicelulares, desempenha um papel. A proteína se rodeia, por assim dizer, de sua forma cristalina.

6) — A *Magosphaera planula* constitui a transição às verdadeiras *Planuras*, *Gástricas* etc. Maiores detalhes em Haeckel, pág. 452 e seg.

Indivíduo — Também êsse conceito se converteu numa coisa essencialmente relativa. Cormos colônia, tênia; por outro lado, célula e segmento como indivíduos, em certo sentido (antropogenia e morfologia).

Repetição das constituições morfológicas em tôdas as etapas da evolução: formas celulares (as dos essenciais, já na gástrula) — forma-

ção de segmentos em certa etapa: anelídeos, artrópodes, vertebrados. Nos girinos dos anfíbios, repete-se a forma primitiva da larva da ascídia. Várias formas de marsupiais que reaparecem entre os placentários⁽¹⁸⁾ (levando em conta apenas os marsupiais existentes).

Devemos aceitar, no que se refere à evolução dos organismos, a lei da aceleração, segundo o quadrado da distância, em tempo, desde o ponto de partida. G. Haeckel, *História da Criação e Antropogenia*, as formas em correspondência com os diversos períodos geológicos. Quanto mais elevadas, tanto mais rapidamente evoluem.

A natureza orgânica, na sua totalidade, é uma prova ininterrupta da identidade ou inseparabilidade entre forma e conteúdo. Os fenômenos morfológicos e fisiológicos, a forma e a função, se condicionam mutuamente entre si. A diferenciação da forma (célula) determina a diferenciação da substância, dando lugar ao músculo, à pele, aos ossos, ao epitélio etc.; e, por sua vez, a diferenciação da substância, determina a diferenciação da forma.

Teoria cinética dos gases — “Em um gás perfeito... as moléculas estão já tão distantes entre si que sua interação pode ser desprezada” (Clausius, pág. 6). *Que será que enche o espaço intermediário?* Idem, a respeito do éter. Por conseguinte, cabe aqui o *postulado de uma matéria que não é feita de células moleculares ou atômicas*.

A lei da identidade, no velho sentido metafísico, é a lei fundamental da antiga concepção: $a = a$. Cada coisa é igual a si mesma. Tudo era permanente: o sistema solar, as estrêlas, os organismos. Essa lei foi refutada pela ciência da Natureza, pouco a pouco e em cada caso particular, mas continua prevalecendo teoricamente e continua sendo defendida pelos partidários do velho, em oposição ao nôvo: uma coisa não pode ser, ao mesmo tempo, igual a si mesma e a alguma outra. E, no entanto, a ciência natural demonstrou com detalhes (ver mais acima), o fato de que a verdadeira identidade, a identidade concreta, em contraposição, contém em si a diferença. A identidade abstrata, como tôdas as categorias metafísicas, é bastante para o uso cotidiano, no qual são examinadas condições em pequena escala ou breves períodos de tempo; os limites dentro dos quais é utilizável diferem em cada caso e são determinados pela natureza do objeto. Para um sistema planetário em que, no cálculo astronômico ordinário, pode-se tomar como forma básica a elipse, sem cometer praticamente erros, são muito mais amplos do que para um inseto que completa sua metamorfose em poucas semanas. (Dar outros exemplos, qual seja a alteração das espécies, que se conta por períodos de muitos milhares de anos). Mas, para a ciência da Natureza, concebida em seu conjunto, e ainda mais em cada um de seus ramos, a identidade abstrata é totalmente insuficiente; e, embora,

em conjunto, tenha agora sido abolida na prática, teoricamente continua dominando as cabeças; e a maior parte dos homens de ciência imagina que identidade e diferença são opostos inconciliáveis, em lugar de polos unilaterais cuja verdade só reside em sua interação, na inclusão da diferença na identidade.

Os homens de ciência acreditam que se libertam da filosofia, ignorando-a ou insultando-a. No entanto, não podem fazer progresso algum sem pensar; e, para pensar, necessitam de certas determinações mentais. Mas a verdade é que recebem essas categorias sem refletir, da consciência comum das pessoas chamadas cultas, aquelas justamente que estão dominadas por uns restos de filosofia há muito tempo caduca; ou então por êsse pouquinho de filosofia escutada à fôrça nas Universidades (filosofia não só fragmentária mas constituída de uma miscelânea de opiniões de gente que pertence às mais variadas e geralmente piores escolas); ou ainda através de leituras não sistemáticas e acríticas, isto é, escritos filosóficos de tôda a espécie. Por conseguinte, não estão êles livres da filosofia, mas sim, desgraçadamente na maioria dos casos, escravizados à pior filosofia; e aquêles que a insultam são na sua maior parte dominados justamente pelos piores restos vulgarizados dos piores filósofos.

História — A moderna ciência da Natureza (a única de que se pode falar *qua* ciência, ao contrário das brilhantes intuições dos gregos e das desconexas e esporádicas investigações dos árabes) começa naquela época impetuosa em que o feudalismo foi esmagado pelos habitantes dos burgos. No fundo da luta entre os burgueses das cidades e a nobreza feudal, essa época trouxe à tona os camponeses rebeldes; e, por trás dos camponeses os primeiros indícios revolucionários do proletariado moderno já com a bandeira vermelha na mão e o comunismo nos lábios. Foi essa a época que deu origem às grandes monarquias européias, destruiu a ditadura espiritual do Papa, ressuscitou a antigüidade grega, verificando-se assim o mais elevado desenvolvimento artístico dos novos tempos; rompeu os limites do velho mundo, sendo êste afinal realmente descoberto.

Foi essa a maior revolução que até então havia experimentado a Terra. Também a ciência da Natureza vivia e se agitava dentro dessa revolução: era revolucionária de cima até embaixo, marchava mão a mão com o despertar da filosofia moderna dos grandes italianos, fornecendo mártires à fogueira e à prisão. É significativo o fato de que tanto os protestantes como os católicos competiam no afã de persegui-la. Uns queimaram Servet; os outros, Giordano Bruno. Foi uma época que precisava de gigantes e, de fato, êstes foram produzidos; gigantes em

saber, inteligência e caráter; época a que os franceses denominaram Renascença e a que a Europa protestante, numa limitação unilateral, denominou Reforma.

Nessa época a ciência da Natureza fez também sua declaração de independência, se bem que não de início, da mesma forma que Lutero não se manifestou na primeira hora. O que, no campo religioso, foi a incineração da bula papal por Lutero, na ciência teve seu correspondente na grande obra de Copérnico, na qual, conquanto tímidamente, depois de trinta anos de vacilação e, por assim dizer, no seu leito de morte, atirou a luva do desafio à superstição religiosa. A partir de então, a ciência da Natureza emancipou-se, na essência, da religião; apesar do que a tarefa da sua completa separação se tenha prolongado até o presente e, em muitas cabeças, esteja ainda longe de terminar. Mas, desde então, o desenvolvimento da ciência tem marchado a passos de gigante, por assim dizer, proporcionalmente ao quadrado da distância, no tempo, de seu ponto de partida; como se quizesse mostrar ao mundo o fato de que, para desenvolvimento do mais alto produto da matéria orgânica — o espírito humano — deve prevalecer uma lei oposta à do desenvolvimento da matéria inorgânica.

O primeiro período da ciência moderna termina — no domínio do inorgânico — com Newton. Nesse período, foi completamente dominado o material existente; muito se produziu no terreno da matemática, da mecânica, da astronomia, da estática e da dinâmica, devido especialmente a Kepler e Galileu, nos quais Newton se apoiou para chegar a suas conclusões. No domínio do orgânico, entretanto, não se foi muito além de alguns passos adiante. A investigação das formas da vida, que se sucedem historicamente e se substituem entre si, assim como as variáveis condições de vida que lhes correspondem (paleontologia e geologia), ainda não existia. A Natureza não era considerada, de forma alguma, como algo que se desenvolvia historicamente, que tivesse uma história no tempo; levava-se em conta, apenas, a extensão no espaço; as diversas formas não se grupavam umas após as outras, mas sim, tão-somente umas ao lado das outras; a história natural era válida para sempre, tal como as órbitas elíticas dos planetas. Para qualquer análise mais profunda da estrutura orgânica, faltavam as duas bases essenciais: a química e o conhecimento da estrutura orgânica fundamental: a célula. A ciência da Natureza, revolucionária em seu início, se defrontava com uma Natureza inteiramente conservadora, na qual tudo era hoje como havia sido no começo do mundo; e na qual, até fim do mundo, tudo continuaria a ser igual ao que fôra no começo.

É notável essa concepção conservadora da Natureza, tanto no terreno inorgânico como no orgânico (...)

Astronomia		Geologia
Mecânica	Física	Paleontologia
Matemática	Química	Mineralogia
Fisiologia Vegetal		
Fisiologia Animal		Terapêutica
Anatomia		Diagnóstico

1.^a brecha: Kant e Laplace; 2.^a, Geologia e Paleontologia (Lyell, evolução lenta); 3.^a, Química orgânica (que prepara corpos orgânicos e demonstra a validade das leis químicas para os corpos vivos); 4.^a, Grove, 1842, calor mecânico; 5.^a, Darwin, Lamarck, a célula etc.; 6.^a, o elemento comparativo em anatomia, climatologia (isotermas), expedições científicas desde meados do século XVIII, geografia botânica e animal, geografia física em geral (Humboldt), vinculação do material. Morfologia (embriologia, Baer).

A existência normal dos animais é explicada pelas condições em que vivem e às quais se adaptam; as do homem, tão logo se diferencia do animal, no sentido restrito, até agora nunca estiveram presentes e só se elaboram por meio do ulterior desenvolvimento histórico. O homem é o único animal capaz de desbravar seu caminho a partir do estado simplesmente animal; seu estado normal é aquele que se adapta a sua consciência, isto é, aquela *que ele mesmo cria para si*.

Contradição do desenvolvimento teórico: do *horror vacui* se passou, em seguida, ao espaço absolutamente vazio; só mais tarde foi concebido o *éter*.

Generatio eequivoca⁽¹⁹⁾ — Até agora, tôdas as investigações estão reduzidas a estas: aos fluidos que contém matéria orgânica em decomposição e acessíveis ao ar, surgem organismos inferiores, protistas, fungos, infusórios. Donde vêm eles? Aparecem por *generatio aequivoca*, ou são provenientes de germes atmosféricos? Por conseguinte a investigação está limitada a um domínio muito restrito, resumindo-se à questão da plasmogenia.

A suposição de que, por decomposição de organismos vivos, podem surgir outros semelhantes, pertence essencialmente à época em que predominava a doutrina das espécies imutáveis. Naquela época os homens se encontravam diante da necessidade de admitir a origem de todos os organismos, inclusive os mais complicados, por meio da protogênese de substâncias não vivas; e, se não queriam recorrer à ajuda de um ato realizado pelo Criador, chegavam facilmente à conclusão

de que êsse processo é mais fàcilmente explicável admitindo-se um material formativo proveniente do mundo orgânico; ninguém acredita, porém, na produção de um mamífero partindo diretamente da matéria orgânica, por meios químicos.

Mas uma tal suposição constitui um verdadeiro atentado às condições em que se encontra a ciência atualmente. A química, mediante a análise do processo de decomposição dos corpos orgânicos já mortos, fornece a demonstração de que, em cada etapa sucessiva, êsse processo elabora necessariamente produtos que se aproximam cada vez mais do mundo inorgânico morto, produtos êsses que são cada vez menos capazes de serem utilizados pelo mundo orgânico; e que se pode dar uma outra direção a êsse processo, tal utilização sendo possível somente quando êsses produtos de composição são incorporados a tempo a um organismo apropriado já existente. Precisamente o veículo essencial da formação da célula — a proteína — é o que se decompõe em primeiro lugar e até agora não se conseguiu reconstruí-lo.

Ainda mais: os organismos, de cuja protogênese a partir de líquidos orgânicos, tratam essas investigações, já se encontram (conquanto sejam de ordem comparativamente baixa) essencialmente diferenciados: bactérias, fermentos, etc., com um ciclo de vida composto de diversas fases e, em parte, como no caso dos infusórios, equipados de órgãos bem desenvolvidos. São todos, pelo menos, unicelulares. Mas desde que tivemos conhecimento da monera ⁽²⁰⁾, que carece de estrutura, constitui uma tolice pretender explicar a origem, inclusive de uma célula única, diretamente, a partir da matéria morta, ao invés de fazê-lo a partir da proteína viva amorfa; isso seria acreditar que seja possível, mediante um pouco de água podre, obrigar a Natureza a realizar, em 24 horas, aquilo que lhe custou milhares de anos para produzir.

Os ensaios de Pasteur (Louis, 1822-1895), nesse sentido, são inúteis; para aqueles que acreditam nessa possibilidade, êle jamais será capaz de demonstrar sua impossibilidade mediante essas experiências; mas as mesmas são importantes porque esclarecem muita coisa a respeito dêsses organismos, sôbre a sua vida, seus germes, etc.

Fôrça — Diz Hegel, *G. d. Phil.* (História da Filosofia), I, pág. 208: “É melhor dizer que o ímã tem uma alma” (como se expressa Thales) “do que dizer que tem uma fôrça atrativa; a fôrça é uma espécie de propriedade que, *separável da matéria*, se imagina como sendo um predicado; em contraposição, a alma, sendo seu movimento, é *idêntica à natureza da matéria*”.

E Haeckel, *Anthrop.* (Antropologia), pág. 707: “segundo a concepção materialista do mundo, a *matéria* ou seja a *substância*, esteve presente ANTES do movimento ou fôrça viva; a matéria criou a fôrça”. Isso é tão falso como dizer que a fôrça criou a matéria, uma vez que

fôrça e matéria são duas coisas inseparáveis. Donde tirou êle o seu materialismo?

Mayer, *Mechanische Theorie der Wärme* (Teoria Mecânica do Calor), pág. 328: “*Já Kant havia afirmado que o fluxo e refluxo das marés exercem uma pressão retardante sobre o movimento giratório da Terra*”. (Segundo cálculos de Adams, a duração do dia sidéreo ⁽²¹⁾ aumenta agora de 1/100 de segundo em 1.000 anos).

Exemplo da necessidade do pensamento dialético e das categorias e relações flexíveis, na Nautreza: a lei da queda dos corpos que, mesmo no caso de alguns minutos, se torna incorreta, visto como então o raio da Terra já não pode ser ∞ , sem erro; e a atração da Terra aumenta, ao invés de permanecer constante, como supõe a lei da queda dos corpos de Galileu. Apesar disso, essa lei continua sendo ensinada até hoje, omitindo-se a reserva!

Morritz Wagner, *Naturwissenschaftliche Streitfragen* (Problemas Controvertidos da Ciência Natural), I, (Augsburger Allgemeine Zeitung, Suplemento 6, 7, 8 de outubro de 1874).

Manifesto de Liebig a Wagner, em 1868:

“Pelo simples fato de podermos supor que a vida é tão antiga e tão eterna como a própria matéria parece-me que tôda a controvérsia a respeito da origem da vida fica anulada por meio dessa simples suposição. Com efeito, porque não poderíamos pensar que a matéria orgânica estivesse presente desde o instante inicial, da mesma forma que o carbono e seus *compostos* (!), ou, em geral, tôda a matéria increável e indestrutível, bem como as fôrças que estão eternamente ligadas ao movimento da matéria no espaço?

Liebig dizia mais adiante (Wagner acredita que em novembro de 1868): “também êle considera *aceitável* a hipótese de que a vida orgânica tenha sido *importada* do espaço interestelar para o nosso planêta”.

Helmholtz [(Prefácio ao livro de Thomson, *Handbuch der theoretischen Physik* (Manual de Física Teórica)], Ed. alemã, parte II:

“Parece-me ser um procedimento correto, *caso fracassem todos os nossos esforços no sentido de provocar a produção de organismos por meio da substância inanimada*, perguntarmos a nós mesmos se, afinal de contas, a vida surgiu sobre a Terra, já que não é tão antiga quanto a matéria, tendo seus germes sido transportados de um corpo celeste para outro, desenvolvendo-se em tôdas as partes onde tenha encontrado condições favoráveis”.

Wagner: “O fato de que a matéria é indestrutível e eterna... que não há fôrça capaz de reduzi-la a nada, *basta para que o químico a considere como increável*. Mas, segundo a concepção atualmente em voga (?) a vida é considerada exatamente como uma *propriedade* inerente a certos elementos simples, que constituem os organismos inferior-

res e que, evidentemente, deve ser tão antiga, isto é, deve ter uma existência originalmente contemporânea dessas mesmas substâncias básicas e seus *compostos* (!!)"

Nesse sentido, poderíamos também falar de uma força vital, como o faz Liebig [*Chemische Briefe* (Cartas sobre Química), 4.^a Ed.]:

"a saber, como *um princípio formativo em e com as forças físicas*, portanto não atuando fora da matéria. Essa força vital, como *propriedade da matéria* se manifesta, entretanto... somente em condições apropriadas que existem desde a eternidade, em inumeráveis pontos do espaço infinito; mas que, no decurso dos diferentes períodos de tempo, devem ter variado espacialmente com bastante frequência".

Por conseguinte, a vida não é possível na Terra líquida (?) ou no Sol gasoso, mas os corpos incandescentes têm uma atmosfera enormemente expandida que, de acordo com opiniões recentes, consistem nos mesmos materiais que enchem todo o espaço sob uma forma extremamente rarefeita e que são atraídos pelos corpos. A massa nebulosa giratória, de que resultou o sistema solar, indo além da órbita de Netuno, "continha também toda a água (!) dispersa sob a forma de vapor, numa atmosfera abundantemente impregnada de ácido carbônico (!) até alturas incomensuráveis, assim como as substâncias fundamentais para a existência (?) dos germes orgânicos inferiores". Nela prevaleciam (nas regiões mais variadas, as temperaturas mais diversas; conseqüentemente se *justifica plenamente* a suposição de que, em todos os tempos, foram encontradas em alguma parte as condições necessárias à vida orgânica. Assim sendo, as atmosferas de corpos celestes, tais como as massas nebulosas giratórias, tinham de ser consideradas como as câmaras permanentes de conservação da forma animada, como os viveiros eternos dos germes orgânicos". Nas cordilheiras, abaixo do Equador, ainda se encontram, em grandes quantidades, os menores protistas vivos, com seus germes invisíveis, que enchem a atmosfera até uma altura de 16.000 pés. Diz Perty que são "quase onipresentes". Só não são encontrados onde os mata o forte calor. Por conseguinte, sua existência (a das *Vibrionidae*, etc.) pode ser concebida "também na envoltura de vapor de todos os corpos celestes, sempre que forem encontradas condições apropriadas".

"Segundo Cohn, as bactérias são... tão diminutas que um milímetro cúbico pode conter 633 milhões das mesmas; e 636.000 milhões pesam apenas uma grama. Os micrococos são ainda menores" e talvez não sejam os menores. De formas já muito diferentes, "as *Vibrionidae*, umas vêzes esféricas, outras ovóides, outras em forma de barra ou de espiral" (possuindo, por conseguinte, um considerável grau de forma). "Até agora não foi apresentada nenhuma objeção válida contra a bem fundada hipótese de que todos os múltiplos seres vivos mais altamente

organizados, dentre os dois reinos naturais, *podiam e deveriam* ter-se desenvolvido no decurso de longuíssimos períodos de tempo, a partir de tais sêres primitivos ou de *outros semelhantes*, extremamente simples (!!), neutros, oscilando entre a planta e o animal... como base da variabilidade individual e da capacidade de transmissão hereditária de caracteres adquiridos, sôbre a base da alteração das condições físicas dos corpos celestes e como base da separação espacial das variedades individuais produzidas”.

Essa é uma prova, digna de nota, de como Liebig era diletante em biologia, apesar de ser esta uma ciência limítrofe com a química. Leu Darwin por volta de 1861 e só muito mais tarde as obras biológicas e paleontológico-geológicas que se seguiram a Darwin. “Nunca leu” Lamarck. “Igualmente permaneceram desconhecidas para êle as importantes investigações paleontológicas, aparecidas ainda antes de 1859, de L. V. Buch, d’Orbigny, Münster, Kliptein, Hauer e Quenstedt sôbre os cefalópodes fósseis, que esclarecem de maneira notável a conexão genética entre as diversas criações. Todos os homens de ciência mencionados foram impelidos... “obrigados pela fôrça dos fatos e quase contra sua vontade, a admitir a hipótese lamarckiana da descendência” e isso, por certo, antes do livro de Darwin. Por conseguinte, a teoria da descendência havia já, silenciosamente, lançado raízes nas opiniões dos homens de ciência que se ocupavam mais de perto com o estudo comparativo dos organismos fósseis... já em 1832, em seu trabalho *Sôbre os Amonitas e sua Divisão em Famílias*, L. V. Buch havia introduzido, de forma definida, na ciência dos putrefatos (!), A Idéia Lamarckiana do Parentesco Típico das Formas Orgânicas como Sinal de sua Decadência Comum, título de um trabalho lido na Academia de Berlim em 1848. E, neste mesmo ano, baseou-se em suas investigações sôbre os amonitas para emitir êste ponto de vista: “que o desaparecimento de velhas formas e o aparecimento de outras novas, não é consequência da destruição total das criações orgânicas, mas a *formação de novas espécies, baseadas em formas anteriores, se produz, provavelmente, devido apenas a condições de vida modificadas*”.

Glosas — A hipótese da “vida eterna” e de sua importação, mencionada mais acima, pressupõe:

1. — A eternidade da proteína;
2. — A eternidade das formas originais, das quais se pode desenvolver tudo quanto é orgânico. Ambas inadmissíveis.

Ad. 1. — A asserção de Liebig segundo a qual os compostos do carbono são tão eternos como o próprio carbono, é inexata, senão falsa.

a) — Será simples o carbono? (22) Se não o é, como tal não pode ser eterno.

b) — Os compostos do carbono são eternos no sentido de que, em idênticas condições de combinação, temperatura, pressão, potencial elétrico etc., sempre se reproduzem. Mas que, por exemplo, somente os compostos mais simples do carbono (CO_2 ou CH_4) sejam eternos, no sentido de que existem em todos os tempos e mais ou menos em todos os lugares, e não (como é mais provável) que se produzam continuamente e de novo desapareçam (e certamente dos elementos e nos elementos), é uma idéia até agora não defendida por ninguém. Se a proteína viva é eterna no mesmo sentido que os outros compostos de carbono, então, não só deve decompor-se continuamente em seus elementos, como é notório que acontece, mas também deve produzir-se continuamente de novo, tendo por base os elementos e sem a colaboração de proteína preexistente; e isso é exatamente o oposto do resultado a que chegou Liebig.

c) — A proteína é o mais instável dos compostos de carbono que conhecemos. Decompõe-se tão rapidamente quanto perde a capacidade de desempenhar as funções que lhe são próprias e que chamamos vida; e é de sua natureza o fato de que essa incapacidade se manifeste cedo ou tarde. E é precisamente esse composto que se supõe seja eterno e capaz de resistir a todas as variações de temperatura, de pressão, à falta de alimentos, de ar, etc., no espaço, mesmo quando seu limite máximo de temperatura seja muito baixo, menor do que 100°C ? As condições de existência da proteína são infinitamente mais complicadas do que as de qualquer outro composto conhecido do carbono; isso, não só porque intervêm funções físicas e químicas, mas também nutritivas e respiratórias, as quais requerem um meio física e quimicamente muito limitado; e é isso o que se tem conservado, desde a eternidade, através de todas as modificações possíveis? Liebig “prefere, *ceteris paribus*, a mais simples de ambas as hipóteses”; mas uma coisa pode parecer muito simples e, no entanto, ser muito complicada. A suposição de inumeráveis séries contínuas de corpos protéinicos vivos, as quais se sucedem umas às outras, desde a eternidade (e que, em todas as circunstâncias, deixam sempre uma sobra suficiente para que o estoque permaneça bem sortido), é a suposição mais complicada possível. Além do mais, as atmosferas dos corpos celestes e especialmente as das nebulosas, eram, na sua origem, muitíssimo quentes; de sorte que não havia lugar para corpos protéinicos; apesar disso, porém, o espaço deve funcionar como um grande depósito, em que não há nem ar, nem alimento e que apresenta uma temperatura sob a qual, certamente, nenhuma proteína poderá manter-se!

Ad. 2 — Os vibrões, micrococos etc., de que já tratamos, são seres perfeitamente diferenciados: grânulos de proteína⁽²³⁾ que segregaram

uma membrana externa, *mas sem núcleo*. A série de corpos protéicos capazes de desenvolvimento constitui, no entanto, *primeiramente o núcleo*, transformando-se em célula; a membrana celular é, portanto, um outro progresso (*Amoeba sphaerococcus*). Por conseguinte, os organismos de que temos estado tratando pertencem a uma série que, segundo as analogias até aqui examinadas, marcham para um bêco sem saída e não podem ser incluídos entre os antecessores dos organismos superiores.

O que diz Helmholtz a respeito da ineficácia das tentativas para produzir a vida artificialmente é, na verdade, pueril. A vida é o modo de existência dos corpos protéicos, cujo elemento essencial consiste no *contínuo intercâmbio metabólico com o meio natural externo*; e que cessa no momento em que deixa de existir êsse metabolismo, terminando com a decomposição da proteína (II). Se, de qualquer maneira, conseguirmos preparar quimicamente corpos protéicos, êles exhibirão, sem dúvida, o fenômeno da vida e realizarão o metabolismo por mais débeis e efêmeros que sejam (²⁴). Mas é certo que tais corpos poderiam ter, *no máximo*, a forma da monera mais rudimentar e, provàvelmente, formas ainda mais inferiores; de maneira alguma, porém, a forma de organismos que se diferenciaram através de uma evolução milenar e nos quais a membrana celular separou-se do seu conteúdo, assumindo uma forma herdada, definida. Mas, enquanto não soubermos, mais do que hoje, a respeito da composição química da proteína (e, por conseguinte, durante talvez outros 100 anos), não poderemos pensar em sua preparação artificial; é ridículo, portanto, nos queixarmos de que todos os nossos esforços fracassaram.

Contrariando a afirmação anterior de que o metabolismo é a atividade característica dos corpos protéicos, pode ser que se levante a objeção relativa ao crescimento das "células artificiais" de Traube. Neste caso, porém, há simplesmente a admissão inalterada de um líquido por endomose, ao passo que o metabolismo consiste na absorção de substâncias cuja composição química varia, que são assimiladas pelo organismo e cujos resíduos são eliminados juntamente com os produtos do próprio organismo e que resultam do processo da vida (III). O significado das "células" de Traube reside em que mostram ser endomose e o crescimento duas coisas que ocorrem também na natureza inorgânica e que se podem manifestar sem carbono algum.

Os primeiros grânulos de proteína produzidos devem ter tido a capacidade de nutrir-se de oxigênio, dióxido de carbono, amoníaco e de alguns dos sais dissolvidos na água que os rodeava. Não havia substâncias nutritivas orgânicas (²⁵), já que os grânulos não podiam devorar-se a si mesmos. Isso demonstra o quanto estão por cima dêles as

moneras atuais, inclusive aquelas destituídas de núcleo, as quais vivem de diatomáceas, etc., e que, portanto, pressupõem toda uma série de organismos diferenciados.

Reação — A mecânica, física (aliás calor etc.) esgota-se a cada ato de reação. A reação química altera a composição do corpo reagente e só se renova se fornecermos uma nova quantidade do mesmo. Somente o corpo *orgânico* reage *independentemente*, de certo que dentro de sua esfera de força (sonho) e supondo-se uma provisão de alimento; mas essa provisão de alimento só é eficaz depois de ter sido assimilada e não imediatamente, como nas etapas inferiores; de sorte que o corpo orgânico tem, neste caso, um poder de reação independente, devendo a nova reação ser por êle *realizada*.

Identidade e diferença — A relação dialética já pode ser entrevista no cálculo diferencial, em que dx é infinitamente pequeno e, no entanto, eficaz e tudo pode fazer.

Matemática — Nada parece descansar em bases mais estáveis do que a diferença existente entre as quatro operações, elementos fundamentais de toda a matemática. E, no entanto, já de início se manifesta a multiplicação como sendo uma soma abreviada; e a divisão, como uma subtração abreviada de um número determinado de grandezas numéricas iguais; e num certo caso — quando o divisor é fracionário — a divisão é efetuada multiplicando-se o dividendo pelo divisor invertido. Mas, no cálculo algébrico se vai muito mais longe. Cada subtração ($a - b$), pode ser representado como uma soma ($-b + a$); cada divisão a/b pode transformar-se em um produto $a \times 1/b$. No cálculo com potências, vai-se ainda muito mais longe. Todas as diferenças rígidas entre as espécies de cálculo desaparecem, tudo pode ser representado sob a forma oposta. Uma potência pode ser transformada em uma raiz $\times^2 = \sqrt{\times^4}$; uma raiz, como potência $\sqrt{\times} = \times^{1/2}$. A unidade, dividida por uma potência ou raiz, pode ser representada como potência do denominador $(\frac{1}{\sqrt{x}} = x^{-1/2}; \frac{1}{x^3} = x^{-3})$. A multiplicação ou divisão das potências de uma grandeza, pode ser convertida na soma ou subtração de seus expoentes. Cada número pode ser concebido e representado, como sendo a potência de qualquer outro número (logarítmos, $y = a^x$). E essa transformação de uma expressão em sua oposta, não é uma brincadeira ociosa: é uma das mais poderosas alavancas da ciência matemática, sem a qual hoje em dia difficilmente se pode realizar um cálculo mais complicado. Se eliminássemos da matemática apenas as potências negativas e fracionárias, até onde poderíamos chegar? ($- = +, - = +, \sqrt{-1}$ etc., fazer antes a exposição).

O momento crítico da matemática é representado pela *grandeza*

variável de Descartes. Com ela surgiu o movimento e a dialética na matemática; e com ela também, imediata e necessariamente, o cálculo diferencial e integral, que vieram em seguida e que, no seu conjunto, foram aperfeiçoados e não criados por Newton e Leibnitz.

Assíntotas — A geometria teve seu início com a noção de que a reta e a curva são opostos absolutos; de que a reta é inteiramente impossível de ser representada pela curva e a curva pela reta; de que ambas são incomensuráveis. E, no entanto, o cálculo do círculo ⁽²⁶⁾ só é possível se expressarmos sua periferia por meio de linhas retas. E nas curvas com assíntotas, o que é retilíneo se resolve perfeitamente por meio do curvilíneo e este por meio daquêle; da mesma forma que a noção de paralelismo: as linhas não são paralelas, aproximam-se continuamente e, no entanto, nunca se tocam; o ramo da curva se torna cada vez mais reto, sem nunca chegar a sê-lo por completo; da mesma maneira que, na geometria analítica, a linha reta é considerada como uma curva de primeiro grau, com uma curvatura infinitamente pequena. O x da curva logarítmica ⁽²⁷⁾ pode tornar-se tão grande quanto se queira, mas y jamais se poderá tornar $= 0$.

Potências nulas — de importância na série logarítmica:

0	1	2	3	
10^0	10^1	10^2	10^3	log.

Tôdas as variáveis passam, em algum lugar, pela unidade; logo, também as constantes, elevadas a uma potência variável $a^x = 1$, se $x = 0$. $a^0 = 1$ não significa outra coisa senão a concepção da unidade em sua relação com os demais termos da série de potências de a ; só assim tem sentido e pode conduzir a resultados ⁽²⁸⁾ ($\sum x^0 = \frac{a}{x}$) de outro modo, não. Daí se segue que também a unidade, embora possa parecer idêntica a si mesma, encerra uma infinita multiplicidade, porquanto pode ser a potência nula de qualquer outro número imaginável; e que essa multiplicidade não é meramente imaginária, pode ser demonstrado sempre que a unidade seja concebida como unidade particular, como um dos resultados variáveis de um processo (como grandeza ou forma momentânea de uma variável) em conexão com êsse processo.

O retilíneo e o curvilíneo, em última análise, se igualam no cálculo diferencial ⁽²⁹⁾: no triângulo diferencial, cuja hipotenusa forma a diferencial do arco (no método das tangentes), essa hipotenusa pode ser considerada "como uma pequena linha reta que é, simultaneamente, um elemento do arco e da tangente; pode ser considerada a curva como sendo composta de uma infinidade de linhas retas ou então considerá-la como reta, uma vez que, sendo infinitamente pequena a distância entre

cada ponto M , a última razão entre o elemento da curva e o da tangente é evidentemente uma razão de igualdade. Por conseguinte, neste caso, se bem que a relação se aproxime continuamente da igualdade (conquanto assintoticamente, segundo a natureza da curva), já que o contato se limita a um ponto que não tem comprimento, pode-se admitir finalmente que se alcançou a igualdade entre o retilíneo e o curvilíneo". Bossut (Charles, 1730-1814), *Calc. diff. et intégr.*, Paris, An. IV, I, pág. 149. Nas curvas polares, as abcissas diferenciais imaginárias⁽³⁰⁾ são consideradas, inclusive, como paralelas às abcissas reais; e as operações se baseiam nesse fato, mesmo quando ambas se encontram no pólo; daí se deduz a igualdade dos triângulos, um dos quais tem um ângulo exatamente no ponto de interseção das duas linhas cujo paralelismo constitui a verdadeira base da igualdade! (Fig. 17).

Quando a matemática das linhas retas e curvas tenha esgotado seus recursos, abre-se para ela um novo campo, quase infinito, ao conceber-se a curva como reta (o triângulo diferencial) e a reta como curva (curva de primeiro grau, com curvatura infinitamente pequena). Oh, metafísica!

Éter⁽³¹⁾ — Se o éter oferece alguma resistência, também deve oferecer-lá à luz e, assim sendo, a uma certa distância deve ser impenetrável à luz. Mas o fato de que o éter *propague* a luz, transformando-se em *meio*, implica necessariamente em que também deve oferecer resistência à luz, pois do contrário, a luz não poderia pô-lo em vibração. Essa é a solução dos pontos críticos apresentados por Madler e mencionado por Lavrov (Peter, 1823-1900).

Vertebrados — Seu caráter essencial: o *agrupamento de todo o seu corpo ao redor do sistema nervoso*. Dessa maneira, cria-se a possibilidade do desenvolvimento até a consciência, etc. Em todos os demais animais, sistema nervoso é secundário, nos vertebrados é a base de toda a organização; o sistema nervoso desenvolvido até um certo grau (por alongamento posterior do gânglio da cabeça dos vermes) apossa-se de todo o corpo e o dispõe de acordo com suas necessidades.

Radiação do calor no espaço interestelar — Todas as hipóteses citadas por Lavrov, relativas à renovação dos corpos celestes extintos (pág. 109), *implicam em perda de movimento*. O calor uma vez irradiado, isto é, a parte infinitamente maior do movimento original, se perde e permanece perdido. Helmholtz calcula que essa perda até agora é de 453/454. Por conseguinte, em conclusão, chega-se finalmente ao esgotamento e à cessação do movimento. A questão só pode ser resolvida definitivamente uma vez demonstrada a maneira pela qual se torna o calor irradiado no espaço, *novamente utilizável*. A teoria da transformação do movimento apresenta essa questão sob uma forma

absoluta e não pode fugir a ela prorrogando artificialmente a dívida a pagar e tirando o corpo fora. Mas o fato de que simultaneamente tenham sido dadas as condições para a sua solução, isso é outra coisa. A transformação do movimento e sua indestrutibilidade foram descobertos há 30 anos apenas e só muito recentemente foram analisadas com mais profundidade as suas conseqüências. O problema referente a saber em que se transforma o calor aparentemente perdido, só foi *nettement posé* a partir de 1867 (Clausius). Não é de estranhar, portanto, que ainda não tenha sido resolvido; é possível que decorra ainda muito tempo até que se chegue a uma solução, considerando-se os poucos meios de que dispomos. Mas êle será, por certo, resolvido, já que não há milagres na Natureza e, por conseguinte, o calor original da esfera nebulosa não lhe foi transmitido milagrosamente d'alguma parte fora do universo. Pouca ajuda nos pode trazer também, no sentido de superar as dificuldades de cada caso particular, a afirmação geral de que a *quantidade de movimento é infinita*; tampouco é suficiente para a ressurreição dos universos mortos, exceto nos casos previstos na hipótese anterior, os quais sempre estão vinculados a uma perda de fôrça e, conseqüentemente, são apenas casos temporários. O ciclo não foi ainda determinado e não o será enquanto não se descobrir como se processa a reutilização do calor irradiado.

O paralelogramo das fôrças estabelecido por Newton é válido para o sistema solar, pelo menos no que se refere *ao momento em que se separam os corpos anulares*, já que, então, o movimento de rotação entra em contradição consigo mesmo, manifestando-se, por um lado, como atração e, por outro, como fôrça tangencial. Mas, tão logo se completa a separação, o movimento se unifica novamente. O fato de que essa separação deva ocorrer, é uma prova do processo dialético.

Bathybius — As pedras que se encontram na sua carne são uma prova de que a forma original da proteína, ainda sem as diferenciações de forma, já contém em si o germe e a capacidade necessários à formação do esqueleto.

Inteligência e razão — Essa distinção hegeliana, segundo a qual somente o pensamento dialético é racional, tem um sentido definido. Tôda a atividade da inteligência: *induzir*, *deduzir* e, portanto, *abstrair* (os conceitos genéticos de Dido ⁽³²⁾: quadrúpedes e bípedes), *analisar* estados desconhecidos (o simples ato de quebrar uma noz constitui um comêço da análise), *sintetizar* (as astutas travessuras dos animais) e, como união de ambos, *experimental* (ante obstáculos novos e em situações estranhas). Tudo isso temos em comum com os animais. Quanto a sua natureza, todos êsses modos de agir (e, conseqüentemente, todos os meios empregados pela investigação científica que reconhece a ló-

gica ordinária) são absolutamente os mesmos, quer nos homens, quer nos animais superiores. Diferem apenas no grau (de desenvolvimento do método em cada caso). Os traços essenciais do método são os mesmos e conduzem aos mesmos resultados, tanto no homem como no animal, uma vez que ambos trabalham ou se movem unicamente por meio desses meios elementares.

Pelo contrário, o pensamento dialético (exatamente porque prespõe a investigação da natureza dos conceitos) só é possível ao homem e, mesmo a êste, apenas há pouco tempo, num grau relativamente elevado (budistas e gregos), alcançando sua completa evolução ainda muito mais tarde, com a filosofia moderna; e, no entanto, já os gregos obtiveram resultados colossais (!) que anteciparam de muito as investigações.

A química, cuja maneira predominante de investigar é a análise, nada pode fazer sem o seu pólo oposto, a síntese.

Para os pan-indutivistas: com tôda a indução do mundo, jamais havíamos conseguido compreender o *processo* da indução. Isso só poderia ser levado a cabo por meio da análise desse processo.

Indução e dedução se encontram mutuamente ligadas entre si, tão necessariamente como a síntese e a análise. Em lugar de se pretender elevar unilateralmente ao céu uma à custa da outra, devemos tratar de aplicar cada uma delas na devida ocasião; e isso só se pode fazer levando em conta sua correspondência recíproca, o fato de que se complementam mutuamente. Segundo os indutivistas, a indução seria um método infalível. Tanto não é assim que suas conquistas aparentemente mais seguras são diariamente superadas por novas descobertas. Os corpúsculos luminosos e o calórico eram resultados obtidos por meio da indução. Onde estão êles? A indução nos ensinava que todos os vertebrados têm um sistema nervoso central, diferenciado em cérebro e médula espinal, que está encerrada em vértebras cartilaginosas ou ósseas donde deriva inclusive o seu nome. Logo depois se descobriu o *Amphioxus*, vertebrado que possui um cordão nervoso central, indiferenciado e sem vértebras. A indução estabeleceu que os peixes são vertebrados que, durante tôda a sua vida, respiram exclusivamente pelas guelras. Descobriram-se, entretanto, animais cujo caráter de peixe é quase universalmente reconhecido, mas que, além das guelras, possuem pulmões bem desenvolvidos; e ainda mais: cada peixe possui um pulmão em estado potencial: a bexiga natatória. Sômente por meio de uma audaz aplicação da teoria da evolução, foi que Haeckel pôde salvar os indutivistas que se sentiam muito à vontade em meio dessas contradições.

Se a indução fôsse na verdade tão infalível, como se poderiam explicar as rápidas e sucessivas revoluções no que diz respeito à classificação no terreno do mundo orgânico? São elas o produto mais característico das teorias da indução, as quais se aniquilam entre si.

A *teoria cinética* deve comprovar ⁽³³⁾ a razão pela qual moléculas que tendem para cima, podem exercer simultâneamente uma pressão para baixo (supondo-se a atmosfera como mais ou menos permanente em relação ao espaço interestelar); como apesar da gravidade, podem afastar-se do centro da Terra; mas, no entanto, a certa distância (mesmo quando a força da gravidade diminui de acôrdo com o *quadrado* da distância) são obrigadas por essa força a permanecer em repouso ou a voltar.

Clausius (caso esteja certo) demonstra que o universo foi criado; portanto, que a matéria é criável; portanto, que é destrutível; portanto, que também a força ou o movimento é criável e destrutível; portanto, que tôda a teoria da *conservação* da força é um disparate; portanto, que tôdas as conseqüências daí decorrentes, são também dispartadas.

A noção da matéria quimicamente uniforme como sendo real (que é antiquíssima) corresponde inteiramente à pueril opinião, muito difundida inclusive até Lavoisier, de que a afinidade química dos corpos depende de cada um dêles conter um terceiro corpo que lhes seja comum [Kopp (Hermann, 1818-1892) *Entwicklung*, pág. 105].

As linhas duras e fixas são incompatíveis com a teoria da evolução; inclusive a linha de separação entre vertebrados e invertebrados, já deixou de ser rígida; e ainda mais a que separa os peixes dos anfíbios; e a que existe entre as aves e os reptis se desvanece cada vez mais. Entre o *Compsognathus* e o *Archaeopteryx* ⁽³⁴⁾, faltam apenas alguns elos intermediários e, em ambos os hemisférios, surgem bicos de ave dentados. O “isto ou aquilo” se torna cada vez mais insuficiente. Entre os animais inferiores, o conceito de indivíduo não pode ser claramente estabelecido de modo algum. Não sòmente quanto ao problema de saber se tal animal é um indivíduo ou uma colônia, mas também saber o lugar onde, na cadeia da evolução, termina um indivíduo e começa o outro (nutrizes) ⁽³⁵⁾. Para uma determinada etapa da concepção da Natureza, em que tôdas as diferenças se fundamentam em etapas intermediárias e em que todos os opostos se acham separados apenas por elos intermediários, o velho método de pensamento metafísico já não basta. A dialética não reconhece linhas duras e fixas, “isto ou aquilo”, imprescindíveis e universalmente válidas; ela ultrapassa as rígidas diferenças metafísicas e ao lado de “isto ou aquilo” reconhece igualmente, em seu justo lugar, o “tanto isto como aquilo” e, conciliando os opostos, é o único método de pensamento adequado ao máximo grau, na etapa

atual. Para o uso diário, para o comércio científico a varejo, a categoria metafísica mantém a sua validade.

A dialética, a chamada dialética *objetiva*, impera em tôda a Natureza; e a dialética chamada subjetiva (o pensamento dialético) são unicamente o reflexo do movimento através de contradições que aparecem em tôdas as partes da Natureza e que (num contínuo conflito entre os opostos e sua fusão final, formas superiores), condiciona a vida da Natureza. Atração e repulsão. A polaridade começa no magnetismo manifestando-se em um mesmo corpo; sob a forma de eletricidade se se distribui entre dois ou mais corpos que se tornam opostamente carregados. Todos os processos químicos se reduzem a manifestações de atração e repulsão químicas. Finalmente, no mundo orgânico, a formação do núcleo da célula deve ser considerada também como uma forma de polarização da substância protéica viva; e a teoria da evolução demonstra, tendo por base a simples célula, como cada progresso no sentido de uma planta mais complexa, por um lado, e no sentido do homem, por outro, obedece a um contínuo conflito entre herança e adaptação. Em face disso, fica evidente como são pouco aplicáveis a tais formas de evolução categorias tais como *positivo* e *negativo*. Pode-se conceber a herança como o lado positivo, conservador; e a adaptação como o lado negativo, que destrói continuamente as qualidades herdadas; mas igualmente se pode considerar a adaptação como uma atividade criadora, ativa, positiva, e a herança como atividade resistente, passiva, negativa. Da mesma forma, porém, que na história o progresso é considerado como negação do existente, também neste caso (por motivos de ordem prática) será melhor considerar a adaptação como atividade negativa. Na história, a evolução através dos opostos aparece claramente em tôdas as fases críticas dos povos condutores. Em tais momentos, um povo só pode escolher entre as duas pontas de um dilema: *isto* ou *aquilo*; e certamente a questão se apresenta sempre sob uma forma bem diferente daquela desejada pelos políticos de todos os tempos. Inclusive o filisteu alemão de 1848, encontrou-se súbita e inesperadamente, contra a sua vontade, diante do problema: retôrno à velha reação, sob uma forma ainda mais aguda; ou prosseguimento da revolução no sentido da república, talvez até uma república unificada, de fundo socialista. Não perdeu muito tempo, tendo ajudado a levar ao poder a reação chefiada por Manteuffel, uma verdadeira flor do liberalismo alemão. De maneira semelhante, em 1851, a burguesia francesa, quando se defrontou com o dilema que, por certo, não esperava: caricatura de império, pretorianismo e exploração da França por um bando de aventureiros, por um lado; e uma república democrático-social, do outro; baixou a cabeça diante do bando de

aventureiros, a fim de continuar explorando os operários sob a proteção daqueles.

Luta pela vida — Até o advento de Darwin, o que punham em evidência seus afeiçoados era justamente a atuação harmoniosa da natureza orgânica: a maneira como o reino vegetal provê de alimentos e oxigênio os animais; e como os animais fornecem aos vegetais o adubo sob a forma de amoniaco e ácido carbônico.

Mas logo depois que as teorias de Darwin foram geralmente aceitas, essa mesma gente mudou de rumo e passou a só ver luta por toda parte. Ambas as concepções se justificam dentro de certos limites, sendo ambas unilaterais e estreitas. A interação dos corpos naturais mortos, encerra harmonia e conflito; a dos corpos viventes, inclui cooperação consciente e inconsciente, do mesmo modo que luta consciente e inconsciente. Por conseguinte, no que respeita a Natureza, não é aceitável arvorar apenas a bandeira unilateral da *luta*. É também inteiramente pueril pretender resumir toda a múltipla riqueza do desenvolvimento e da complexidade históricos, no magro e unilateral conceito da *luta pela vida*, que quase nada significa.

Toda a teoria de Darwin baseada na luta pela vida é simplesmente a transferência, da sociedade para a natureza animada, da teoria de Hobbes do *bellum omnium contra omnes* e mais ainda: da teoria burguesa da livre competição e da teoria malthusiana sobre a superpopulação. Uma vez levada a cabo essa proeza (cuja justificação incondicional é ainda muito problemática, especialmente no que se refere à teoria malthusiana) é muito fácil transferir de volta essas teorias, passando-as da história natural para a história da sociedade; e, afinal de contas, é uma grande ingenuidade pretender, com isso, haver demonstrado essas afirmações como sendo leis eternas da sociedade.

Aceitemos, por um momento, o conceito da *luta pela vida*, apenas como argumento. O máximo que faz o animal é *colhêr* para consumir; ao passo que o homem *produz*, cria meios de subsistência no mais amplo sentido do termo, os quais, sem êle, a Natureza jamais produziria. Dessa maneira, torna-se impossível qualquer transferência imediata das leis relativas à vida das sociedades animais para as humanas. A produção faz com que a chamada luta pela existência já não gire ao redor dos meios de existência, mas ao derredor dos meios de conforto e desenvolvimento. Neste caso — no que diz respeito aos meios de desenvolvimento socialmente produzidos —, são inteiramente inaplicáveis as categorias do reino animal⁽³⁶⁾. Finalmente, sob o modo de produção capitalista, a produção alcança um tal volume que a sociedade já não pode consumir os meios de vida, conforto e desenvolvimento produzidos, isso porque o acesso a êsses meios é artificial e vio-

lentamente interditados à grande massa daquêles que os produziram; por êsse motivo, mais ou menos de dez em dez anos uma crise restaura o equilíbrio, destruindo não sòmente os meios de vida, confôrto e desenvolvimento produzidos, mas também uma grande parte da fôrça de produção; daí a razão por que a chamada luta pela existência assume a seguinte forma: *proteger* os produtos e as fôrças produtivas da sociedades capitalistas burguesa, do efeito destrutivo, aniquilador dessa mesma ordem capitalista, assumindo a direção da produção e distribuição sociais (arrebatando-a das mãos da classe capitalista dominante) e transferindo-a às massas produtoras; assim é que se realiza a revolução socialista.

A concepção da história como sendo uma série de lutas de classe, tem um conteúdo muito maior e mais profundo do que a sua simples redução ao conceito de luta pela vida.

Luz e obscuridade são, por certo, os opostos mais evidentes e defidos da Natureza; serviram sempre para frases de retórica, desde o quarto Evangelho até as *lumières* da religião e da filosofia, no século XVIII. Fick (Adolf, 1829-1901), pág. 9: ... “a lei desde algum tempo rigorosamente demonstrada na física... de que a forma de movimento denominada calor radiante é idêntica, sob todos os aspetos essenciais, à forma de calor a que chamamos *luz*”. Cl. Maxwell, pág. 14: “Êsses raios (de calor radiante) possuem tôdas as propriedades físicas dos raios luminosos, sendo capazes de se refletir, etc... alguns dos raios calóricos são idênticos aos luminosos, ao passo que outras espécies de raios calóricos não impressionam nossa vista”.

Por conseguinte, existem raios luminosos *escuras*⁽³⁷⁾, e assim a famosa oposição entre luz e obscuridade desaparece da ciência natural, como oposição absoluta. Incidentalmente, a mais profunda obscuridade e a luz mais clara e brilhante têm, sôbre nossos olhos, o mesmo efeito de *deslumbramento* e, sendo assim, tornam-se também idênticos para nós.

O fato é que os raios solares produzem efeitos diferentes, segundo a intensidade da vibração: os de maior comprimento de onda comunicam calor; os de onda média, luz; e os de onda mais curta⁽³⁸⁾, ação química (Secchi, pág. 632 e seg.); os pontos máximos dessas três ações ficam muito próximos entre si; e os mínimos *internos* do grupo radiante exterior coincidem com o grupo luminoso⁽³⁹⁾. O que é luz e o que é não-luz dependem da estrutura do olho. Os animais noturnos talvez sejam capazes de ver, inclusive uma parte, não dos raios calóricos, mas dos químicos, uma vez que seus olhos estão adaptados a comprimentos de ondas mais curtas do que os nossos. Qualquer dificuldade desaparece desde que, em lugar de admitir três espécies de raios, admitamos sòmente uma (e cientificamente, conhecemos apenas

uma, tudo mais sendo simples conclusão apressada), que produz efeitos diferentes mas compatíveis, dentro de estreitos limites, segundo seus comprimentos de onda ⁽⁴⁰⁾.

Trabalho — Esta categoria é transferida, na teoria mecânica do calor, da economia para a física (apesar de que, nem de longe, foi ainda fisiologicamente determinada sob o ponto de vista científico) e, dessa maneira, fica configurada de uma forma inteiramente diferente, o que se evidencia pelo fato de que apenas uma parte mínima do trabalho econômico (levantamento de pesos, etc.) pode ser expressa em quilogrâmetros. Existe, contudo, uma tendência a transferir a qualificação termodinâmica do trabalho para as ciências das quais foi derivada a categoria, com uma determinação diferente. Pretendem alguns, por exemplo, identificá-la, sem mais nem menos, com o trabalho fisiológico, de acôrdo com as experiências de Fick Wislicenus (Johannes, 1835-1902), no Faulhorn ⁽⁴¹⁾, nas quais se supõe que o levantamento de um corpo humano de 60 quilos, digamos, à altura de 2.000 metros, isto é, 120.000 quilogrâmetros, expressa o trabalho *fisiológico*. Mas, no trabalho fisiológico executado pode haver uma enorme diferença em virtude da maneira *como* foi realizado êsse levantamento: se, por meio do levantamento positivo da carga, montando-se escadas verticais, se ao longo de uma estrada ou escada com uma rampa de 45° (o que corresponde a um terreno militarmente impraticável); ou se ao longo de uma estrada com uma rampa de 1/18 e, conseqüentemente, com o comprimento de uns 36 quilômetros (mas isto é problemático se admitirmos o mesmo tempo em todos os casos). De qualquer maneira, entretanto, em todos os casos praticáveis, ao levantamento corresponde um movimento de avanço; certamente, quando a estrada é plana, sua extensão será considerável e, como trabalho fisiológico, não pode ser considerado igual a zero. Em certas ocasiões parece, inclusive, existir um desejo não pequeno de repor a categoria termodinâmica de trabalho na da economia ⁽⁴²⁾, da mesma forma que a teoria da luta pela vida entre os darwinistas, a qual só poderia produzir disparates. Converta-se qualquer trabalho qualificado em quilogrâmetros e tente-se, depois, por êsse meio, determinar o salário! Encarando fisiologicamente, o corpo humano contém órgãos cujo conjunto pode ser considerado, em certo sentido, como uma máquina termodinâmica à qual é fornecido calor que, por sua vez, se converte em movimento ⁽⁴³⁾. Mas, inclusive pressupondo condições constantes no que respeita aos demais órgãos do corpo, é problemático saber se o trabalho fisiológico executado, inclusive o levantamento, pode ser expresso, sem mais nem menos, em quilogrâmetros, já que, no corpo se verifica simultâneamente um trabalho *interno*, que não é acusado nos resultados ⁽⁴⁴⁾. O corpo não é uma simples máquina a vapor, que experimenta apenas atrito e desgaste. O trabalho

fisiológico só é possível quando, no próprio corpo, se produzem contínuas transformações químicas, as quais dependem também do processo respiratório e do trabalho cardíaco. Em cada contração e distensão musculares verificam-se, nos nervos e nos músculos, transformações químicas que não podem ser consideradas semelhantes à queima do carvão na máquina a vapor. É certo que podemos comparar dois trabalhos fisiológicos executados em iguais condições; mas não podemos medir o trabalho físico do homem da mesma forma que se mede o de uma máquina a vapor, etc.: seus resultados exteriores, sim; mas não os respectivos processos, sem serem feitas grandes restrições.

(Rever com muito cuidado tudo isto.) ⁽⁴⁵⁾.

Indução e análise — Um exemplo notável do que há de injustificado na pretensão segundo a qual a indução é a forma única ou ainda predominante da investigação científica, pode ser encontrado no terreno da termodinâmica: a máquina a vapor constituía a demonstração mais assombrosa de que, do calor, é possível extrair-se movimento mecânico. Mas a verdade é que 100.000 máquinas a vapor não o demonstram melhor que uma; criam apenas, para os físicos, a necessidade cada vez maior de explicar o fenômeno. Sadi Carnot foi o primeiro que se propôs a fazê-lo com seriedade. Mas não por meio da indução. Estudou a máquina a vapor, analisou-a, e verificou que o processo de seu funcionamento, aquilo que nela interessava, não se encontrava sob uma *forma simples*, mas encoberto por uma série de processos secundários; pôs de lado tôdas as circunstâncias estranhas ao processo essencial e construiu uma máquina a vapor, ideal (ou máquina a gás), de construção, por certo tão difícil como, por exemplo, uma linha ou superfície geométrica, mas que, de certa maneira, presta o mesmo serviço que essas abstrações matemáticas: apresentava o processo sob uma forma simples, independente, não adulterada. E topou, de repente, com o equivalente mecânico do calor (ver o significado de sua função C), que êle não conseguiu compreender e ver, justamente porque acreditava na *substância calórica*. Eis aqui, novamente, uma demonstração dos prejuízos produzidos pelas falsas teorias.

Estudar o desenvolvimento sucessivo de cada um dos ramos da ciência da Natureza, separadamente.

Em primeiro lugar, a *astronomia* que, fôsse embora em razão das estações, era absolutamente necessária aos povos pastoris e agrícolas. A astronomia só pode desenvolver-se com a ajuda da *matemática*. Por conseguinte, esta também tem que ser estudada.

Mais tarde, em certo estágio da agricultura e em certas regiões (elevação da água para irrigação, no Egito) e principalmente com o surgimento das cidades, as grandes obras de construção e o desenvolvi-

mento do artesanato: a *mecânica*. Logo depois, foi esta necessária também para a *navegação* e a *guerra*.

Ela também precisa da ajuda da matemática e, dessa maneira, promove o desenvolvimento desta. De sorte que, desde o princípio, o desenvolvimento das ciências é condicionado pela produção.

A investigação verdadeiramente científica ficou restrita, durante toda a Antigüidade, a essas três atividades e, certamente, no início do período pós-clássico (os alexandrinos, Arquimedes, etc.) surge na qualidade de investigação exata e matemática. Na física e na química, que apenas se encontravam separadas nos cérebros (teoria elemental, ausência da idéia de elemento químico); na botânica na zoologia, na anatomia humana e animal, até então só era possível colecionar fatos e, na medida do possível, ordená-los sistematicamente. A fisiologia constituía pura adivinhação; circunscrevia-se apenas às coisas mais tangíveis (a digestão e as secreções, por exemplo), o que não podia deixar de acontecer, porquanto nem sequer era conhecido o fenômeno da circulação sanguínea.

No fim desse período, aparece a química sob a sua forma primitiva: a alquimia.

Se as ciências, depois da escura noite medieval, reaparecem súbitamente e com uma força insuspeitada, desenvolvendo-se com uma velocidade quase milagrosa, isso é devido novamente a essa maravilha que é a produção. Em primeiro lugar, desde as Cruzadas, a indústria se havia desenvolvido enormemente, produzindo uma quantidade de novas invenções mecânicas: a tecelagem, a relojoaria, moíños; químicas: tinturaria, metalurgia, álcool; e físicas: as lentes. Esses fatos, não somente forneciam um volumoso material de observação, como também, por si mesmos, proviam outros meios de experimentação inteiramente diferentes dos que existiam até então, permitindo assim a construção de novos instrumentos. Pode-se mesmo dizer que foi justamente nessa época que se tornou possível o surgimento da ciência experimental própria dita. Em segundo lugar, toda a Europa Ocidental e Central, inclusive a Polônia, desenvolvia-se, de uma forma coordenada, muito embora a Itália continuasse à testa desse movimento, em virtude da antiga civilização por ela herdada. Em terceiro lugar, os descobrimentos geográficos (realizados exclusivamente com a finalidade do lucro e, consequentemente, em última análise, visando à produção) forneciam um material ilimitado, e até então inacessível, nos domínios da meteorologia, na zoologia, da botânica e da fisiologia (do homem). Em quarto lugar, estava colocada a imprensa.

Foi então que (excetuadas a matemática, a astronomia e a mecânica, que já existiam) a física se separa definitivamente da química [Torric-

celi (Evangelista, 1608-1647) e Galileu]; o primeiro, dedicado a obras hidráulicas industriais, foi quem iniciou o estudo a respeito do movimento dos fluídos (ver Clerk Maxwell). Boyle lançou os fundamentos da química como ciência. Harvey os da fisiologia, com o descobrimento da circulação sanguínea (humana e animal). A zoologia e a botânica permaneceram, a princípio, como simples ciências coletoras, até que apareceu em cena a paleontologia (Cuvier) e, pouco depois, deu-se o descobrimento da célula e o desenvolvimento da química orgânica. Dessa forma, foi possível o advento da morfologia e da fisiologia comparadas, tornando-se ambas, a partir de então, verdadeiras ciências. A geografia teve assentadas suas bases nos fins do século passado e, mais recentemente, a mal denominada antropologia, que torna possível a incorporação da morfologia e da fisiologia do homem e suas raças à ciência da história. Estudar mais detalhadamente e desenvolver este ponto.

O segundo teorema de Clausius, etc., pode ser formulado da maneira que quisermos. Procura êle demonstrar que se perde energia qualitativa, mas não quantitativa. *A entropia não pode ser destruída por meios naturais, mas, em compensação, pode ser criada.* É preciso que se dê corda ao relógio do mundo para que êle continuei andando até alcançar o equilíbrio; a partir daí, somente um milagre poderá pô-lo novamente em movimento. A energia empregada para lhe dar corda desapareceu, pelo menos qualitativamente; e só poderá ser restaurada por meio de um *impulso exterior*. Por conseguinte, o impulso exterior foi também necessário, na origem de tudo; portanto, a quantidade de movimento ou energia existente no universo não é sempre a mesma; logo, a energia deve ter sido criada; ela é, pois, criável; e, assim, é destrutível. *Ad absurdum!*

Diferença entre a situação na última fase do Mundo Antigo, ca. 300 e nos fins da Idade Média, 1453:

1 — Em lugar de uma delgada faixa de civilização ao longo da costa do Mediterrâneo (que estendia esporadicamente seus braços para o interior, chegando até a costa atlântica de Espanha, França e Inglaterra e que, assim, podia ser facilmente destruída pelos alemães e eslavos do Norte, e pelos árabes, do Sudoeste) havia agora uma região civilizada, fechada, compreendendo tôda a Europa Ocidental, e tendo a Escandinavia, a Polônia e a Hungria como postos avançados.

2 — Em lugar do contraste entre gregos ou romanos e os bárbaros, existem agora seis povos civilizados (possuindo línguas civilizadas) sem contar os escandinavos, etc., todos os quais se haviam desenvolvido em tal grau que podiam participar do impetuoso movimento literário que se verificou no século XV, criando uma cultura muito mais variada do que a das línguas grega e latina, já em decadência e agonia nos fins da Antigüidade.

3 — Um desenvolvimento muitíssimo maior da produção industrial e do comércio, graças à atividade da burguesia medieval: por um lado, uma produção mais aperfeiçoada, mais variada e em massa; por outro, um comércio mais intenso, uma navegação mais ousada desde o tempo dos saxões, frígios e normandos; e, finalmente, uma quantidade de descobertas, bem como a importação de invenções orientais que, não só tornaram possíveis, pela primeira vez, a importação e a difusão da literatura grega, dos descobrimentos marítimos e das revoluções religiosas burguesas, mas também lhe deram um raio de ação muito diferente e de maior rapidez de propagação. E ainda mais: produziram uma grande soma de conquistas científicas, conquanto ainda desordenadas, jamais realizadas pela Antigüidade (agulha magnética, imprensa, tipografia, o papel de fibra vegetal já conhecido pelos árabes e pelos judeus espanhóis desde o século XII; o papel de algodão já conhecido desde o século X e mais difundido nos séculos XIII e XIV, tendo desaparecido o papiro que vinha desde o tempo da civilização egípcia); a pólvora, as lentes, os *relógios mecânicos*, grandes adiantamentos, tanto na medição do tempo como na mecânica.

(No que respeita às invenções, ver mais abaixo.)

Além do mais, o material fornecido pelas viagens (*Marco Polo, ca. 1272 etc.*).

A educação geral, embora ainda má, muito mais difundida através das Universidades.

Com o advento de Constantinopla e a queda de Roma, termina a Antigüidade; o fim da Idade Média está indissolúvelmente ligado à queda de Constantinopla. Os tempos novos se iniciam com o retôrno aos gregos. Negação da negação!

Material histórico — Invenções.

(A.C.): Bomba contra incêndios, relógio de água, *ca. 200 a.C.*; pavimentação (Roma).

Pergaminho, *ca. 160.*

(D.C.) — Moinho de água, *no Mosela, ca. 340*, na Alemanha, nos tempos de Carlos, o Grande.

Primeiros sinais de vidro para janelas; iluminação pública, em Antióquia, *ca. 370.*

Bicho da sêda, na Grécia, proveniente da China, *ca. 550.*

Penas de escrever, no século VI.

Papel de algodão que, no século IX, passa da China para os árabes da Itália.

Órgãos hidráulicos, na França, no século VIII.

Minas de prata no Hartz, exploradas desde o século X.

Moinhos de vento (por volta de 1000).

Sericicultura, na Itália (por volta de 1100).
Relógios de rodas, idem.
Aguilha magnética (dos árabes, aos europeus) ca. 1180.

Pavimentação, em Paris, 1184.
Lentes, em Florença, espelhos de vidro.
Relógios sonoros, papel de algodão, na França.
Salga do arenque; reprêsas.

} Segunda metade
do século XIII

Papel de panos velhos: começos do século XIV.
Letras de câmbio: meados do século XIV.
Primeira fábrica de papel, na Alemanha (Nüremberg), 1390.
Iluminação pública, em Londres: comêços do século XV.
Correios, em Veneza: começos do século XV.
Clichês e impressão: comêços do século XV.
Gravação em cobre: meados do século XV.
Posta de cavalos, na França, 1469.
Minas de prata, nos Erzgebirge da Saxônia, 1471.
Invenção do piano de pedal, 1472.
Relógios de bôlso; espingarda a ar comprimido; ferrôlho de fuzil:
fins do século XV.

Tôrno: 1530.

Sinos para mergulhadores: 1538.

Dialética da Natureza — Referências.

Nature, N.º 294 e ss. Allmann (Georges James, 1812-1898), sôbre os infusórios. Unicelularidade, importante. Croll (James, 1821-1890), sôbre período glacial e tempo geológico.

Nature, N.º 326. Tyndall, sôbre *generatio*. Putrefação específica e experiências sôbre fermentação.

Mädler — estrêlas fixas.

Halley (Edmond, 1656-1742), em princípios do século XVIII, foi o primeiro a sugerir a idéia do movimento próprio, mediante a diferença entre os dados de Hiparco (de Nicéia, ca. 160-125 A.C.) e Flamsteed (John, 1646-1719), sôbre três estrêlas, pág. 410. Catálogo Britânico de Flamsteed, o primeiro, de certa maneira, exato e amplo, pág. 420; em seguida, ca. 1750, Bradley (James, 1692-1762), Maskelyne (Nevil, 1732-1811) e Lalande (Joseph de, 1732-1807).

A teoria maluca a respeito *do alcance dos raios luminosos, no caso de corpos enormes* e os cálculos de Mädler baseados na mesma; tão

insensata quanto qualquer concepção da filosofia da Natureza, de Hegel. págs. 424-425.

O movimento próprio (aparente) mais forte de uma estrela: 701", em um século = 11' 41" = 1/3 do diâmetro do Sol; menos a média de 921 estrelas telescópicas: 8,65" e algumas, 4".

Via-Látea, uma série de anéis, todos com um centro de gravidade comum, pág. 434.

O grupo das Plêiades e o de Alcione, Touro, centro do movimento do nosso Universo "até as mais remotas regiões da Via-Látea", pág. 448. Período de revolução, dentro do grupo das Plêiades, em média ca. 2 milhões de anos, pág. 449. Em derredor das Plêiades, grupos anelares alternativamente pobres e ricos em estrelas. Secchi levanta dúvidas quanto à possibilidade de ser, desde já, fixado um centro.

Sírio e Prócion descrevem, segundo Bessel, além do movimento comum, uma trajetória ao derredor de um corpo escuro, pág. 450.

Eclipse de Algol, cada três dias, duração de oito horas, *comprovado pela análise espectral*, Secchi, pág. 786.

Na região da *Via-Látea*, mas muito no seu interior, um denso anel de estrelas de magnitudes entre 7-11; muito afastados dêsse anel, os anéis concêntricos da *Via-Látea*, dois dos quais podemos ver. Segundo Herschel há, na *Via-Látea*, uns dezoito milhões de estrelas visíveis com telescópio; as que estão dentro do anel compreendem uns dois milhões ou mais; por conseguinte, somam elas um total de mais de 20 milhões. Além do mais, na *Via-Látea* há sempre um resplendor não muito nítido, inclusive por detrás das estrelas nítidas; portanto, talvez muitos outros anéis ocultos pela perspectiva? Págs. 451-452.

Alcione dista do Sol 573 anos-luz (⁴⁷). *Diâmetro do anel da Via-Látea*, das estrelas visíveis separadas, pelo menos 8.000 anos-luz. Págs. 462-463.

A *massa dos corpos celestes que se movem dentro do raio Sol-Alcione*, de 573 anos-luz, é calculado em 118 milhões de massas solares, pág. 462; de maneira nenhuma está de acôrdo com o máximo de dois milhões de estrelas que se movem dentro dela. Corpos escuros? Seja como fôr, há qualquer coisa errada. Demonstração do quanto são ainda falhas nossas premissas de observação.

Para o anel mais afastado da *Via-Látea*, Mädler admite uma distância de milhares ou talvez centenas de milhares de anos-luz.

Ótimo argumento contra a chamada absorção da luz.

"Em todo caso, existe uma distância tal (a partir da qual já não nos chega luz nenhuma), mas a razão é muito outra. A velocidade da luz é *finita*; desde o momento da criação até os nossos dias, transcorreu um tempo *finito*; e portanto, só podemos perceber os corpos celestes

até a distância percorrida pela luz nesse espaço finito". Pág. 466.

O fato de que a luz (que se debilita segundo o quadrado da distância) deve chegar a um ponto em que já não seja visível aos nossos olhos (por mais que estes se tenham aguçado e equipado), torna-se evidente e basta ⁽⁴⁸⁾ para refutar a opinião de Olbers segundo a qual somente a absorção da luz pode explicar a obscuridade existente no espaço interestelar, uma vez que este, em tôdas as direções e até uma distância infinita, está cheio de estrêlas. Isso não quer dizer que não exista uma distância além da qual o éter já não deixe mais penetrar a luz.

Nebulosas — Apresentam tôdas as formas: rigorosamente circulares, elíticas ou irregulares e dentadas. Com todos os graus de nitidez, até que submergem numa falta de nitidez total, em que só se pode distinguir uma condensação nas proximidades do centro. Em algumas das mais nítidas pode-se perceber até 10.000 estrêlas, cujo centro mais denso, na maioria dos casos, raramente é uma estrêla central de maior brilho. Mas o telescópio gigante de Rosse (William, 1800-1867) tornou nítidas muitas delas. Herschel I⁽⁴⁹⁾ contou 197 aglomerações de estrêlas e 2.300 nebulosas, às quais se devem acrescentar as catalogadas por Herschel II no céu austral. As irregulares devem ser *universos longínquos* ⁽⁵⁰⁾, cujas massas de vapor só podem existir em equilíbrio sob a forma esférica ou elipsoidal. Em sua maioria são também apenas visíveis por meio de telescópios muito potentes. Seja como fôr, as redondas *podem* ser massas de vapor: há 78 delas entre as 2.500 mencionadas. Herschel supõe que sejam 2 milhões; Mädler (admitindo um diâmetro real de 8.000 anos-luz) calcula que estejam a uma distância de nós igual a 30 milhões de anos-luz. Considerando que a distância entre qualquer sistema astronômico e outro mais próximo alcança, pelo menos, cem vêzes o diâmetro do sistema, a distância entre nosso universo e o outro mais próximo seria, *pelo menos*, 50 vêzes 8.000 anos-luz, ou sejam, 400.000 anos-luz; nesse caso, portanto, levando em conta os vários milhares de nebulosas, chegamos muito além dos milhões de Herschel I, pág. 492.

Secchi: as nebulosas bem nítidas ⁽⁵¹⁾ apresentam um espectro contínuo e outro estelar ordinário. Mas as nebulosas verdadeiras "apresentam um espectro contínuo, em parte, como o da névoa de Andrômeda, muito embora apresentem, geralmente, um espectro que consta de uma ou poucas linhas brilhantes, como as nebulosas de Orion, Sagitário, Lira, bem como as conhecidas pelo nome de nebulosas *planetárias* (redondas)". Pág. 787. (Segundo Mädler, pág. 495, a névoa de Andrômeda não é nítida. A de Orion é irregularmente franjada, estendendo uma espécie de braços, pág. 495. As de Lira e da Cruz são apenas elíticas,

pág. 498). Huggins encontrou, no espectro da nebulosa N.º 4.374 de Herschel, três linhas brilhantes; “daí se conclui que essa nebulosa não é constituída de um aglomerado de estrêlas individuais, mas sim que ela é uma verdadeira névoa, uma substância incandescente em estado gasoso”. As linhas pertencem ao nitrogênio (1) e ao hidrogênio (1), sendo a terceira desconhecida. A mesma coisa aconteceu na névoa de Orion. Inclusive névoas que contêm pontos luminosos (Hidra e Sagitário) possuem essas linhas brilhantes, de maneira que as massas estelares, em curso de aglutinação, não são ainda sólidas ou líquidas, pág. 789. A nebulosa de Lira apresenta apenas uma linha de nitrogênio, pág. 789. O lugar mais denso da nebulosa de Orion é 1.º; sua extensão total, 4.º.

Secchi: *Sírio*.

“Onze anos depois (de acôrdo com os cálculos de Bessel, Mädler, pág. 450) . . . Não somente foi descoberto o satélite de Sírio sob a forma de uma estrêla, com luz própria, de sexta grandeza, mas também ficou demonstrado que sua trajetória coincide com a determinada por Bessel. Desde então, foram também determinadas, por Auwers, as órbitas de Prócion e de seu companheiro, conquanto seu satélite não tenha ainda sido visto”. Pág. 793.

Secchi: estrêlas fixas: “Considerando que as estrêlas fixas, com exceção de duas ou três, não possuem paralaxe perceptível, estão pelo menos a uns 30 anos-luz distantes de nós, pág. 799. Segundo Secchi, as estrêlas de 16.^a grandeza (visíveis por meio do grande telescópio de Herschel), estão a 7.560 anos-luz e as visíveis com o telescópio de Ros-es, pelo menos a 20.900 anos-luz, pág. 802.

Secchi, à pág. 810 faz a seguinte pergunta: Se o Sol e todo o seu sistema se congelassem, “será que existem fôrças, na Natureza, capazes de devolver o sistema morto ao seu estado original de nebulosa incandescente e devolver-lhe a vida? Não o sabemos”.

* * *

Transformação da quantidade em qualidade = concepção “mecânica” do mundo: a transformação quantitativa, altera a qualidade. Disso, nunca suspeitaram êsses senhores!

Identidade e diferença, necessidade e contingência, causa e efeito: os principais opostos que, encarados separadamente, se transformam um no outro.

E, nesse caso, é preciso que se apele para os *princípios*.

Da mesma forma que Fourier não é mais do que um poema matemático ⁽⁵²⁾ que, apesar de tudo, continua em uso, Hegel é um poema dialético.

Hegel concebe a força e sua manifestação, a causa e o efeito, como sendo idênticos; o que está demonstrado pela mudança de forma da matéria, em que a equivalência é matematicamente provada. Isso havia sido já reconhecido no que respeita à medida. A força medida por sua manifestação; a causa, pelo efeito.

O desenvolvimento de um conceito, por exemplo, o de relações conceituais (positivo e negativo, causa e efeito, substância e acidente) relaciona-se, na história do pensamento, com seu desenvolvimento no cérebro de cada um dos pensadores dialéticos, da mesma forma que a evolução de um organismo, em paleontologia, está vinculada ao seu desenvolvimento no terreno da embriologia (ou melhor, na história e no embrião individual). Que isso se passa assim, foi descoberto por Hegel, no que se refere aos conceitos. A casualidade desempenha certo papel no desenvolvimento histórico e, tanto no pensamento dialético como no desenvolvimento do embrião, *ela está incluída na necessidade*.

Abstrato e concreto. A lei geral da mudança de forma do movimento é muito mais concreta que cada um de seus exemplos *concretos*.

Significado dos *nomes*. Na química orgânica, o significado de um corpo e, portanto, também o seu nome não são determinados apenas por sua composição, sendo-o muito mais devido à sua posição na série a que pertence. Por conseguinte, se acharmos que um corpo pertence a uma determinada série, seu antigo nome se torna um obstáculo ao seu reconhecimento e deve ser substituído por um nome da série (⁵³) (parafina, etc.).

Um disparate de Haeckel: indução contra dedução. Como se não fôsse a dedução = a concluir, e, conseqüentemente, a indução também uma dedução. Isso provém do hábito de polarizar.

Há cem anos estabeleceu-se, por indução, que os caranguejos e as aranhas eram insetos e que todos os animais inferiores eram vermes. Por meio da indução, verificou-se hoje que isso é inteiramente disparatado e que existem x classes. Onde se encontra, pois, a vantagem da chamada conclusão indutiva, cujo fundamento é a classificação?

A indução jamais poderia provar a existência de um mamífero sem glândulas mamárias. As mamas foram sempre uma característica do mamífero. No entanto, o *platypus* não as tem.

Tôda essa confusão em tôrno da indução foi estabelecida pelos ingleses (Whewell, *Inductive Sciences*), tomando em consideração unicamente o aspecto matemático; e daí a oposição à dedução. A lógica, tanto a velha como a nova, nada sabem a êsse respeito. Tôdas as formas de conclusão que partem do individual são experimentais e, portanto, se baseiam na experiência; é certo que a conclusão indutiva parte inclusive de $A - E - B$ (em geral).

É também característico de nossos homens de ciência o fato de Haeckel se tornar um fanático partidário da indução, justamente no momento em que os *resultados* da indução — as classificações — são, de maneira geral, postos em dúvida (*Limulus* ⁽⁵⁴⁾, uma aranha; *Ascidia* ⁽⁵⁵⁾, um vertebrado ou *cordado* e os Dipnoi ⁽⁵⁶⁾, peixes; todos êles em oposição à definição original dos anfíbios) descobrindo-se diàriamente novos fatos que derrubam por terra tôdas as classificações até agora estabelecidas por meio da indução. Que ótima confirmação da tese de Hegel segundo a qual a conclusão indutiva é essencialmente problemática! É certo que, inclusive tôda a classificação dos organismos, foi realizada indutivamente, por meio da teoria da evolução, voltando-se à *dedução*, à herança (*deduzindo-se* inteiramente uma espécie através da outra, por herança), sendo impossível comprovar a teoria da evolução por meio da simples indução, uma vez que ela é rigorosamente antiindutiva. Os conceitos de acôrdo com os quais opera a indução — espécie, gênero, classe — se fluidificaram em face da teoria da evolução e, dessa maneira, se tornaram *relativos*; e, com conceitos relativos, não é possível induzir.

Indução e dedução. Haeckel, *Schöpfungsgeschichte* (História da Criação), págs. 76-77. A conclusão polarizada em indução e dedução!

Polarização — No modo de ver de J (akob) Grimm (1785-1863), estava firmemente estabelecida a lei segundo a qual um dialeto alemão devia ser uma de duas: ou alto alemão ou baixo alemão. Em face disso, perdia inteiramente de vista o dialeto da Francônia. Apesar de que o franco escrito do período carolíngio superior era alto alemão (uma vez que a transposição de consoantes lhe havia sido transmitida pelo franco do Sudeste), segundo sua representação, o franco se transformava, aqui em alto alemão antigo e, ali, em francês. Assim ficava, então, absolutamente inexplicada a fonte do dialeto holandês das antigas regiões sálicas. O franco só foi descoberto depois da morte de Grimm: o sálico, no seu rejuvenescimento como dialeto holandês, e o ripuário, um dos dialetos do Rheno médio e inferior, (que, em parte, e por etapas, se destacaram do alto alemão e, em parte, se conservaram como baixo alemão), constituíram a sua base; de maneira que o franco é um dialeto *tanto* do alto *como* do baixo alemão.

Polaridade — Um ímã, ao ser cortado, polariza a parte neutra de seu meio; mas isso se passa de tal maneira, que os polos anteriores são mantidos. Por outro lado, um verme, ao ser cortado, conserva, no pólo positivo, a bôca receptiva; e forma,, na outra ponta, um nôvo pólo negativo, com um ânus excretório; mas o velho pólo negativo (ânus), torna-se agora positivo (transforma-se em bôca) e, no extremo cortado,

forma-se um nôvo ânus, ou pólo negativo (57). Eis aí um exemplo de transformação do positivo em negativo.

Outro exemplo de polaridade, em Haeckel: mecanicismo = monismo; e vitalismo ou teleologia = dualismo. Já em Kant e Hegel, o propósito *interno* é um protesto contra o dualismo. O mecanicismo aplicado à vida é uma categoria inútil; no máximo, podemos falar de quimismo, se não quisermos renunciar a qualquer compreensão dos nomes. Finalidade: Hegel, V. pág. 205: "O mecânico se manifesta como um tênder da totalidade, quando busca compreender para si a Natureza, como um todo que não requer outra coisa para sua idéia: uma totalidade que não se encontra no propósito e no entendimento extraterrestre a êle vinculado". Mas a questão é que o mecanicismo (como também o materialismo do século XVIII) não se liberta da necessidade abstrata e, por conseguinte, tampouco da casualidade. O fato de que o cérebro humano pensante seja uma conseqüência da matéria, para êle é uma simples casualidade, muito embora, quando ocorra, seja necessariamente determinada passo a passo. Mas, na verdade, faz parte da natureza da matéria avançar no sentido da evolução do ser pensante e, assim sendo, isso também acontece necessariamente sempre que existam as condições que lhe são necessárias (não necessariamente idênticas, sempre e em tôda parte).

Continua Hegel, V, pág. 206: "Êste princípio (o do mecânico), proporciona, pois, em virtude de sua vinculação com a necessidade externa, a consciência da infinita liberdade, ao contrário da teleologia que estabelece, como uma coisa absoluta, as trivialidades e inclusive os aspectos desprezíveis de seu conteúdo; e na qual, o pensamento de ordem mais geral só se pode encontrar enormemente limitado e, mais ainda, asquerosamente afetado".

Neste caso, verifica-se novamente o colossal desperdício de substância e movimento na Natureza. No sistema solar, há talvez apenas três planêtas nos quais podem existir a vida e sêres pensantes (nas atuais condições). E, por causa disso, tôda essa enorme ostentação!

A *finalidade interna* opera, pois, no organismo (segundo Hegel, V, pág. 244), através da *tendência*. *Pas trop fort*. É de supor que a tendência arraste cada um dos sêres vivos para a harmonia com seu conceito. Por aí se vê em que medida tôda a *finalidade interna* é a mesma na determinação ideológica. E, no entanto, Lamarek está de acôrdo com isso.

Preciosa autocrítica da *coisa em si kantiana*, o fato de que o próprio Kant arremeta contra o eu pensante e nêle descubra igualmente uma coisa em si incognoscível (Hegel, V, págs. 256 e ss.).

Quando Hegel estabeleceu a transição da vida ao conhecimento atra-

vés da cópula (propagação), surgiu, em germe, a teoria da evolução; o fato de que, uma vez criada a vida orgânica, deve a mesma desenvolver-se evolutivamente, através das gerações, na direção de um gênero de seres pensantes.

Demonstrar a teoria darwiniana, como comprovação prática da concepção de Hegel a respeito da conexão interna entre necessidade e contingência.

O que Hegel denomina interação é o *corpo orgânico* que, por conseguinte, estabelece também a transição à consciência, isto é, da necessidade à liberdade, à idéia (Ver *Lógica*, II, Conclusão).

Transformação da quantidade em qualidade: exemplo mais simples: o oxigênio e o ozônio, os quais, na proporção de 2:3, adquirem propriedades inteiramente distintas, inclusive o odor. A química explica igualmente os demais corpos alotrópicos (⁵⁸) unicamente em razão de uma diferença no número de átomos da molécula.

Se Hegel considera a Natureza como sendo a manifestação da *Idéia* eterna em sua alienação, e se isso é um grave delito, que se deve então dizer do morfologista Richard Owen: “a idéia arquétipo encarnou-se, sob diversas modalidades, sôbre este planeta, muito anteriormente à existência das espécies animais que atualmente a exemplificam”? [*Nature of Limbs* (Natureza dos Membros), 1849]. Se isso é dito por um naturalista místico, que nada insinua por êsse meio, tudo continua no mesmo; mas se um filósofo disser a mesma coisa, com uma determinada intenção (e tendo, no fundo, alguma coisa de certo embora sob uma forma equivocada), então se trata de um delito místico inaudito.

A simples observação empírica jamais poderá comprovar suficientemente a necessidade. *Post hoc*, mas não *propter hoc* (*Enciclop.*, I, pág. 84). Isso é tão certo como, pelo fato do Sol sair durante todos os dias da semana, não se pode concluir que amanhã voltará a sair; e, de fato, sabemos agora que chegará um dia em que o Sol *não sairá* pela manhã. Mas a prova da necessidade reside na atividade humana, na experiência, no trabalho: se eu posso *fazer o post hoc*, êste se torna idêntico so *propter hoc*.

Azar e necessidade — Outra oposição em que se acha enredada a metafísica é a de casualidade e necessidade. Que pode ser mais agudamente contraditório do que essas duas determinações do pensamento? Como é possível que ambas sejam idênticas, que o casual seja necessário e o necessário também casual? O senso comum e, com êle, a maioria dos homens de ciência, tratam a necessidade e a casualidade como determinações que se excluem mutuamente e para sempre. Uma coisa, uma relação, um processo, ou é casual, ou é necessário; mas não as duas coisas simultaneamente. Em vista disso, ambas existem lado a lado,

na Natureza; esta contém tôda a classe de objetos e processos, entre os quais, uns são casuais e outros necessários; o que interessa, portanto, é não confundir ambas as classes. Assim, por exemplo, são admitidos como necessários os caracteres específicos decisivos, considerando-se como acidentais as diferenças entre indivíduos da mesma espécie; e isso prevalece tanto para os cristais, como para os vegetais e os animais. Dessa maneira, o grupo inferior se torna, de nôvo, acidental em relação ao superior, considerando-se então, como acidental, o problema relativo a quantas espécies diferentes estão incluídas no gênero *Felis* ⁽⁵⁹⁾ ou no *Agnus*; ou de quantos gêneros ou ordens há em uma classe ⁽⁶⁰⁾; ou quantos indivíduos há em cada uma dessas espécies; ou quantas espécies diferentes de animais há em determinada região; ou como é, em geral, a fauna e a flora. E então se declara o necessário como a única coisa que interessa cientificamente, considerando-se o casual como coisa alheia à ciência. Isso quer dizer: o que se pode traduzir em leis, o que, por conseguinte, se *conhece*, é interessante; o que não pode ser reduzido a leis, portanto, o que não se conhece, é indiferente, pode ser desprezado. Em face disso, já não pode mais haver ciência, uma vez que esta deve investigar justamente o que não conhecemos. Isto é: aquilo que se pode reduzir a leis gerais é considerado necessário; e aquilo que não se pode é considerado casual. Qualquer pessoa vê que essa é a mesma espécie de ciência que proclama natural o que pode explicar, atribuindo a causas sobrenaturais aquilo que não pode explicar; para a coisa pròpriamente dita, tanto faz que eu denomine Deus ou casualidade à causa do que é inexplicável. Ambas não são mais do que a simples expressão do *eu não sei*; e, conseqüentemente, não pertencem à ciência. Esta termina justamente onde deixa de existir a relação de necessidade.

Em posição contrária a essa opinião, está o determinismo, que se transferiu do materialismo francês para a ciência e que procura liquidar a casualidade, desconhecendo-a. Segundo essa concepção, na Natureza impera apenas a necessidade simples e direta. Que esta vagem de ervilhas, contenha cinco ervilhas e não quatro ou seis; que a causa dêste cão tenha cinco polegadas de comprimento e nem um centímetro de mais ou de menos; que esta flor de trevo tenha sido fecundada êste ano por uma abelha e a outra, não; e justamente por uma abelha determinada, nesta época determinada; que esta semente de dente de leão tenha germinado e a outra, não; o fato de que, esta noite, às quatro da madrugada, uma pulga me tenha mordido e não às três ou cinco; e justamente do lado direito do ombro e não na barriga da perna esquerda: todos êsses são fatos produzidos por uma irrevogável concatenação de causa e efeito, por uma irremovível necessidade e, certamente, duma

tal maneira que a esfera gasosa da qual se originou o sistema solar estava já constituída de forma que êsses fatos teriam que se verificar assim e não de outro modo. A verdade é que, com essa espécie de necessidade, não nos libertamos da concepção teológica da Natureza. Quer a chamemos, com Agostinho e Calvino, eterno decreto de Deus, quer a chamemos de necessidade, para a ciência é tudo a mesma coisa. Em nenhum dêesses casos se trata de acompanhar a concatenação causal; por conseguinte, somos tão sábios num caso como no outro; a chamada necessidade continua sendo uma frase vazia e, assim sendo, o azar continua também sendo o que era. Enquanto não possamos demonstrar em que reside a quantidade de ervilhas encerradas na vagem, a mesma continua sendo casual; e, com a afirmação de que êsse caso já estava previsto quando da constituição original do sistema solar, mesmo assim não teremos dado um passo à frente. Ainda mais: a ciência que se propuzesse a tarefa de determinar a cadeia causal dessa particular vagem de ervilhas, já não seria uma ciência, mas sim uma simples aventura; pois essa mesma vagem de ervilhas possui ainda, por si só, outras inúmeras propriedades individuais que aparecem como casuais: o matiz de sua coloração, espessura e dureza de sua casca, tamanho das ervilhas, não se falando das peculiaridades individuais que se manifestam ao microscópio. Essa vagem de ervilhas já apresentaria, pois, maior número de conexões causais a seerm observadas do que as que poderiam ser resolvidas por todos os botânicos do mundo.

Neste caso, portanto, a casualidade não pode ser explicada pela necessidade; melhor ainda: a necessidade é degradada à condição do simplesmente accidental. Se o fato de uma determinada vagem de ervilhas conter seis ervilhas, e não cinco ou sete, é do mesmo tipo da lei do movimento do sistema solar ou da lei da transformação da energia; então, nos fatos observados, o azar não é elevado à condição de necessidade, mas sim esta é degradada à condição de casualidade. Ainda mais: embora se ponha grande empenho em afirmar que a multiplicidade das espécies orgânicas e inorgânicas, bem como a dos indivíduos existentes lado a lado, em um determinado lugar, resultam numa irrefragável necessidade — para cada uma das espécies e para cada um dos indivíduos, continua sendo o que era: casual. Para o animal individual, o lugar em que nasceu é casual, bem como o meio que encontra para viver e quais e quantos são os inimigos que o ameaçam. Para a planta-mãe é casual até mesmo o lugar onde o vento possa espalhar suas sementes; para a planta-filha, o lugar onde possa encontrar solo para germinar a semente donde provém, e se nos asseguram que, também neste caso, tudo repousa numa irrefragável necessidade, isso não nos convence. A confusão dos objetos naturais em uma dada região e,

mais ainda, em tôda a Terra, continua sendo, apesar de tôdas as determinações ditadas pela eternidade, aquilo que sempre foi: casual.

Contrariando ambas essas concepções, apareceu Hegel com as proposições, até então inauditas, segundo as quais o casual tem fundamento pelo fato de ser casual e, do mesmo modo, também não tem fundamento por isso que é casual; que o casual é necessário, que a necessidade se determina a si própria como casualidade e que, por outro lado, êste azar e, talvez, uma necessidade absoluta (*Lógica*, II, Livro III, 2: A Realidade). A ciência continuou ignorando, simplesmente, essas proposições, considerando-as apenas um jôgo de paradoxos⁽⁶¹⁾, como disparates intrinsecamente contraditórios; e, teòricamente, persistiu, por um lado, nas vacuidades mentais da metafísica de Wolff segundo a qual uma coisa, ou é casual, ou é necessária, mas não ambas ao mesmo tempo; ou então, por outro lado, nesse um pouco menos vazio determinismo mecânico: o que nega o azar, em geral por meio de palavras, para acabar reconhecendo-o na prática, em cada caso particular.

Enquanto a investigação da Natureza persistiu em pensar dessa maneira, que fez através da pessoa de Darwin?

Darwin, em sua obra, que fez época, apóia-se na mais ampla base de azar que se possa imaginar. São exatamente as infinitas, acidentais diferenças existentes entre os indivíduos, dentro de cada uma das espécies — diferenças que vão aumentando até a rutura do caráter da espécie e cujas causas, mesmo as imediatas, são demonstráveis apenas em pouquíssimos casos — as que o obrigam a discutir as base anteriores de tôda a regularidade em biologia, o conceito de espécie na sua anterior rigidez e invariabilidade metafísicas. Mas, sem o conceito de espécie, nada pode ser feito em ciência. Todos os seus ramos necessitam do conceito de espécie, como seu fundamento: a anatomia humana e a comparada, a embriologia, a zoologia, a paleontologia, a botânica, etc., que seriam sem o conceito de espécie? Todos os seus resultados não seriam apenas discutidos, mas imediatamente suspensos. O azar põe abaixo a necessidade tal como era concebida até agora (o material referente a sucessos casuais, colecionado nesse interregno, esmagou e destruiu a velha noção de necessidade). A idéia que até agora se tinha a respeito da necessidade, está perdendo a força. Conservá-la significa impor à Natureza, como lei, uma determinação humana arbitrária, em contradição consigo mesma e com a realidade; significa, por outro lado, negar qualquer necessidade interna na Natureza vivente; significa proclamar, por tôda parte, como única lei da Natureza vivente, o reino caótico do azar.

Gilt nichts mehr der Tausves Jontof!⁽⁶²⁾, gritavam, muito conseqüentemente, os biólogos de tôdas as escolas.

Darwin.

Luta pela vida — Antes de tudo deve ser limitada estritamente às lutas provocadas pela superpopulação de plantas e animais, as quais, efetivamente, se verificam em determinadas etapas do desenvolvimento das plantas e dos animais inferiores. Mas deve ser mantida rigorosamente afastada das condições em que se modificam as espécies, desaparecendo as velhas e tomando o seu lugar outras novas, desenvolvidas, sem que se verifique essa superpopulação: por seu exemplo, na migração de animais e plantas para novas regiões, onde novas condições de clima, solo etc., proporcionem essas modificações. Se *aí* sobreviverem e, por uma adaptação em permanente aumento, os indivíduos adaptados continuarem a desenvolver-se, chegando a constituir uma nova espécie, enquanto os demais indivíduos, mais estáveis, vão morrendo e acabam por se extinguir (e com êles, as etapas intermediárias imperfeitas), então tudo pode marchar e marcha, *sem qualquer espécie de malthusianismo*; e se, por acaso, êsse interferisse, em nada alteraria o processo, podendo, quando muito, acelerá-lo.

O mesmo acontece no que diz respeito à gradual alteração das condições geográficas, climáticas etc., numa determinada região (dessecação da Ásia Central, por exemplo). Neste caso, é indiferente que os membros da população animal ou vegetal exerçam mútua pressão ou deixem de exercê-la: o processo de evolução dos organismos, dentro de tais condições, continuará seu curso. A mesma coisa se verifica no que respeita à seleção, nesse caso também sendo posto de lado o malthusianismo.

Daí se conclui que a teoria da *adaptação e herança* de Haeckel pode também determinar todo o processo evolutivo, sem necessidade de seleção⁽⁶³⁾ e malthusianismo.

O erro de Darwin consiste precisamente em que confunde, como sendo uma só, duas coisas absolutamente diferentes⁽⁶⁴⁾: a *seleção natural* e a *sobrevivência do mais apto*:

1. Seleção devida à pressão da superpopulação; em que os mais fortes sobrevivem, talvez em primeiro lugar, mas podendo sobreviver também os mais fracos em muitos sentidos.

2. Seleção devida a uma maior capacidade de adaptação a certas circunstâncias modificadas, em que os sobreviventes são mais apropriados a essas *circunstâncias*, mas em que essa adaptação pode significar, em conjunto, tanto um progresso como um retrocesso (por exemplo: a adaptação à vida parasitária é *sempre* um retrocesso).

O principal é isto: que todo o progresso da evolução orgânica é, ao mesmo tempo, um retrocesso, desde que seja fixada uma evolução

unilateral, excluindo a possibilidade de evolução em muitas outras direções (65).

E esta é uma *lei fundamental*.

A lógica dialética, em contraposição à velha lógica, meramente formal, não se limita, como esta, a enumerar e pôr uma ao lado da outra, desconchavadamente, as formas de movimento do pensamento, isto é, as diferentes formas de julgamento e de conclusão. Pelo contrário, procura ligar essas formas uma à outra, subordinando-as entre si, ao invés de coordená-las, desenvolvendo as formas superiores a partir das mais inferiores. Fiel a sua divisão da lógica, Hegel agrupa os julgamentos em:

1. Julgamento de existência, a forma mais simples do julgamento, em que se considera, afirmativa ou negativamente, a propriedade geral de um determinado objeto (julgamento positivo: a rosa é vermelha; negativo: a rosa não é azul; infinito: a rosa não é um camelo);

2. Julgamento determinativo, em que se atribui ao sujeito uma determinação de relação; julgamento singular: este homem é mortal; particular: alguns, muitos homens são mortais; universal: todos os homens são mortais ou: o Homem é mortal;

3. Julgamento de necessidade, em que se atribui ao sujeito uma certeza substancial; julgamento categórico: a rosa é uma planta; julgamento hipotético: quando o Sol sai, é dia; alternativo: a lepidossirenene, ou é um peixe, ou é um anfíbio;

4. Julgamento de conceito em que, a respeito do sujeito, se considera em que medida corresponde a sua natureza geral ou, como diz Hegel, a seu conceito; julgamento assertivo: esta casa é má; problemático: quando uma casa é construída desta ou daquela maneira, é boa; apodíctico: a casa construída de tal ou qual maneira, é boa.

1. *Julgamento singular*; 2. (?); 3. *Particular*; 4. *Geral*.

Por mais rígido que isso possa parecer, e por mais arbitrária que pareça, à primeira vista, essa classificação dos julgamentos, quem quer que haja estudado o genial desenvolvimento da *Lógica*, Hegel [*Werk* (Obras Completas, Ed. Al. 1832-45, N.T.), V, 63-115], compreenderá a verdade e a necessidade internas desse agrupamento. Para mostrar quão bem fundado é ele, não só quanto às leis do pensamento, mas também quanto às naturais, daremos aqui um exemplo muito conhecido, alheio a essa conexão.

Que o atrito produz calor é coisa que, praticamente, já sabiam os homens pré-históricos, visto como o fogo por fricção foi descoberto há talvez uns 100.000 anos (66). E, mesmo antes disso, já se aqueciam

atritando as partes finas do corpo. Mas daí à descoberta de que o atrito é, em geral, uma fonte de calor, transcorreram não se pode saber quantos milênios. Já é suficiente o fato de que chegasse o dia em que o cérebro humano se tivesse desenvolvido a tal ponto que lhe fôsse possível formular o seguinte julgamento: *o atrito é uma fonte de calor*, julgamento de existência e, certamente, positivo.

No entanto, muitos outros milênios transcorreram até que, em 1842, Mayer, Joule e Colding investigaram êsse processo especial em sua relação com outros processos de tipo semelhante, isto é, no que dizia respeito a suas condições gerais imediatas e formularam o julgamento correspondente: todo movimento mecânico é capaz de converter-se em calor por meio do atrito. Muito tempo e uma quantidade enorme de conhecimentos empíricos foram necessários para que pudéssemos dar êsse passo, o conhecimento do objeto, do anterior julgamento positivo de existência, a êsse julgamento universal determinativo.

E, a partir de então, a coisa marchou rapidamente. Apenas três anos depois, pôde Mayer, pelo menos em substância, colocar o julgamento determinativo no nível em que se encontra hoje: tôda forma de movimento, sob condições determinadas em cada caso, pode e é compelida a transformar-se, direta ou indiretamente, em qualquer outra forma de movimento: julgamento de conceito e certamente apodíctico, a forma mais elevada do julgamento em geral.

Por conseguinte, o que em Hegel aparece como um desenvolvimento da forma mental do julgamento como tal, apresenta-se aqui como um desenvolvimento de nosso conhecimento teórico (*empiricamente formulado*) da natureza do movimento em geral. Isso mostra, porém, que a lei do pensamento e a lei natural concordam necessariamente entre si, desde que sejam corretamente conhecidas.

Podemos conceber o primeiro julgamento como sendo de singularidade: registra-se o fato isolado de que o atrito produz calor. O segundo julgamento, como sendo de particularidade: uma forma especial de movimento — o mecânico — apresenta a propriedade de se transformar, sob condições especiais (pelo atrito), em outra forma de movimento, segundo está comprovado, pode e é compelida a transformar-se em qualquer outra forma de movimento. Sob esta forma, a lei alcançou sua expressão final. Mediante novas descobertas, poderemos dar novos exemplos dela, poderemos dar-lhe um conteúdo nôvo e mais rico. Mas à própria lei, assim formulada, já nada mais podemos acrescentar. A sua generalidade, igualmente geral na forma e no conteúdo, não é suscetível de ampliação: trata-se de uma lei absoluta da Natureza.

Lamentavelmente continuamos a manquejar no que se refere ao movimento da proteína, aliás vida, enquanto não nos fôr possível produzi-la (67).

Individualidade, particularidade, generalidade: estas são as três determinações dentro das quais se move tôda a *teoria do conceito*. De acôrdo com essas linhas mestras, podemos progredir, não de uma, mas de várias modalidades, indo do individual para o particular e dêste para o geral, processo que Hegel exemplifica freqüentemente, segundo a linha: indivíduo — espécie — gênero. E, depois disso, apresentam-se os Haeckel com a sua indução e proclamam como uma grande proeza — contrariando Hegel — que só pode haver progresso indo do individual para o particular e, em seguida, para o geral; do indivíduo para a espécie e, só então, para o gênero; e, daí, chegam a conclusões *dedutivas* que, segundo supõem, podem conduzir muito mais longe. Essa gente aferrou-se de tal maneira à idéia de oposição entre indução e dedução, que reduz tôdas as formas lógicas de conclusão a essas duas, sem notar que, ao proceder assim, 1) sob êsses nomes, empregam inconscientemente formas de conclusão inteiramente diferentes; 2) privam-se de tôda a riqueza proveniente das formas de conclusão, quando estas não se deixam comprimir dentro dessas duas; 3) dessa maneira, convertem ambas essas formas — a indução e a dedução — em um puro absurdo.

O que fica aí dito demonstra, além do mais, que corresponde aos julgamentos, não só a *fôrça de raciocínio*, de Kant, mas também uma fôrça de raciocínio.

Hofmann (August Wilhelm von, 1818-1892) (*Um Século de Química sob os Hohenzollern*), refere-se à *Filosofia da Natureza*, apresentando citações de Rosenkranz (Karl, 1805-1879), o literato em quem nenhum verdadeiro hegeliano reconhece autoridade. Atribuir a Rosenkranz qualquer responsabilidade no que se refere à *Filosofia da Natureza* é um absurdo tão grande quanto responsabilizar os Hohenzollern pela descoberta do açúcar de beterraba, feita por Marggraf (Andreas, 1709-1782).

As leis eternas da Natureza se transformam, cada vez mais, em leis históricas. O fato de que a água se apresente no estado líquido entre 0° e 100° C é uma lei natural eterna, mas para que seja válida é necessário haver: 1) água; 2) determinada temperatura; 3) pressão normal⁽⁶⁸⁾. Na Lua não há água, no Sol existem apenas seus elementos; para êsses corpos celestes a lei, portanto, não existe.

Também as leis da meteorologia são eternas, mas sòmente para a Terra ou para um corpo do tamanho, densidade, inclinação axial e temperatura iguais aos dela; tudo isso sob a condição ainda de que tenha uma atmosfera constituída da mesma mistura de oxigênio e nitrogênio, bem como se evaporem e precipitem as mesmas quantidades de vapor de água. A Lua não tem atmosfera e o Sol a tem, mas constituída de vapores metálicos incandescentes; a primeira não possui meteorologia e o segundo a tem completamente diferente da nossa.

Tôda a nossa física, tôda a química e tôda a biologia oficiais são exclusivamente *geocêntricas*, concebidas e calculadas apenas para a Terra. Nada sabemos ainda sôbre as condições de tensão elétrica e magnética no Sol, nas estrêlas fixas, nas nebulosas e, inclusive, nos planêtas de densidade diferente do nosso ⁽⁶⁹⁾. No Sol, devido a sua elevada temperatura, as leis de combinação química dos elementos, não prevalecem ou só operam momentâneamente, nos limites da atmosfera solar, dissociando-se os compostos novamente, ao aproximarem-se do Sol. Mas a química do Sol está em vias de surgir e, embora deva ser muito diferente da química terrestre, não lançará esta abaixo, devendo ser apenas diferente dela. Nas nebulosas, talvez não existam sequer todos aqueles 65 elementos que conhecemos ⁽⁷⁰⁾, os quais, por sua vez, poderão ser de natureza composta. Por conseguinte, se quisermos falar de leis naturais gerais, uniformemente aplicáveis a *todos* os corpos — desde a nebulosa até o homem —, só nos restam a gravidade e talvez a forma mais geral da teoria referente à transformação da energia, isto é, a teoria mecânica do calor ⁽⁷¹⁾. Mesmo esta teoria, entretanto, se converte (com sua aplicação lógica geral a todos os fenômenos naturais) em uma representação histórica das sucessivas modificações que se verificam num sistema celeste, desde a sua origem até o seu desaparecimento; por conseguinte, numa história em que, em cada etapa, imperam leis diferentes, isto é, diferentes formas fenomênicas do mesmo movimento universal; e, sendo assim, não resta outra coisa, constante e universalmente válida, senão o *movimento*.

Conhecer — As formigas possuem olhos diferentes dos nossos: podem ver os raios luminosos químicos (?) ⁽⁷²⁾ (*Nature*, 8 de junho de 1882, Lubbock), mas, no que diz respeito ao conhecimento desses raios, invisíveis para nós, estamos muito mais adiantados que as formigas: sômente o fato de que possamos demonstrar *que* as formigas vêem coisas para nós invisíveis, e que essa demonstração repousa apenas em percepções obtidas através de *nossos* olhos, só isso basta para mostrar que a constituição especial do olho humano não representa uma barreira absoluta ao conhecimento humano.

Aos nossos olhos se acrescentam, não sômente os demais sentidos, mas também nossa atividade mental. Com esta, ocorre exatamente a mesma coisa que com os olhos. Para saber até que ponto se pode aprofundar o nosso pensamento, é inútil pretender descobrir, 100 anos depois de Kant, o alcance do pensamento mediante a crítica da razão, ou procedendo à investigação do instrumento do conhecer. Isso seria o mesmo que se Helmholtz empregasse a imperfeição de nossa vista (que, por certo é necessária, muito embora um olho que pudesse ver *todos* os raios, não veria, por isso mesmo, *absolutamente nada*) ⁽⁷³⁾, e se baseasse

na constituição do olho, que restringe nossa visão a determinados limites e, mesmo assim, não proporcionando uma reprodução muito correta para provar que nossos olhos nos informam incorreta ou inseguramente a respeito daquilo que vêem. Até onde pode alcançar o nosso pensamento, vemo-lo muito mais através daquilo que já alcançou e daquilo que, diariamente descobre. E isso é bastante, tanto em quantidade como em qualidade. Por outro lado, a investigação a respeito das *formas* de pensamento, das determinações do pensamento, é muito proveitosa e necessária; e, desde Aristóteles, somente Hegel empreendeu-a de maneira sistemática.

Não obstante, jamais descobriremos como se afiguram, às formigas, os raios químicos (⁷⁴). Nada podemos fazer por aquêles que se afligem por esse motivo.

Os homens de ciência podem adotar a atitude que quiserem, mas estarão sempre dominados pela filosofia. Trata-se apenas de saber se querem ser dominados por uma filosofia que, embora má, está na moda; ou por uma forma de pensamento teórico fundado sôbre a familiaridade com a história do conhecimento e de suas aquisições.

“Física, toma cuidado com a metafísica” — é uma advertência correta, mas em sentido oposto.

Os homens de ciência concorrem para que a filosofia prolongue uma vida artificial, ao fazerem uso de tudo quanto resta da velha metafísica. Logo que a ciência da Natureza e da História tenham incorporado a si a doutrina dialética, tôda essa miscelânea filosófica — com exceção da teoria pura do pensamento — será supérflua e se dissolverá no corpo da ciência positiva.

Hegel, *Geschichte der Philosophie* (História da Filosofia); *Griechische Philosophie* (*Naturanschauung der Alten*), Filosofia Grega (Concepção da Natureza segundo os Antigos), t. I.

Aristóteles (*Metafísica*, I, 3) diz a respeito dos primeiros filósofos:

“...aquilo de que consiste todo ser e do qual se originaram e no qual, finalmente, se dissolvem, permanecendo a substância *ousia* no variar suas modalidades *padesi*, dizem que isto é o elemento *stojkheion* e o princípio *arkhe* de todos os seres... Donde concluem que nada nasce *oute gignetai ouden* nem perece, porque sempre subsiste a mesma Natureza”. Pág. 198.

Aí já está contido, por conseguinte, todo o materialismo de origem naturalista que, com tôda simplicidade, considera como evidente, no seu comêço, a unidade na infinita multiplicidade dos fenômenos naturais e busca, em alguma coisa definitivamente corpórea, uma coisa especial, como faz Thales com relação à água.

Cícero diz: “Thales de Mileto... declara que a água é o princípio de tôdas as coisas, mas que Deus o é de nossa mente, que é feita de água”. [*De Natura Deorum* (Da Natureza do Deuses), I, 10]. Hegel sustenta, com muita razão, que se trata de um aditamento de Cícero e acrescenta: “Em nada nos interessa, neste caso, a questão de saber se Thales, além do mais, acreditava em Deus; aqui não se trata de fazer suposições, nem de crença, nem de religião popular... E, se êle se referiu a Deus como sendo o criador de tôdas as coisas, tendo como ponto de partida a água, em razão disso nada mais ficamos sabendo a respeito dêsse ser... trata-se de uma palavra vazia, sem sua idéia”. Pág. 209 (ca. 600-605).

Os filósofos gregos mais antigos eram, ao mesmo tempo, investigadores da Natureza: *Thales*, geômetra, fixou o ano em 365 dias e dêle se diz que predisse um eclipse solar; *Anaximandro* construiu um relógio de sol, uma espécie de mapa das terras e mares, bem como diversos instrumentos astronômicos; *Pitágoras* foi matemático.

Anaximandro de Mileto, segundo Plutarco, *Quest.: Conviv.*, VII, Pág. 8 admite “*originar-se o homem de um peixe, que passou da água para a terra*”, pág. 213. Para êle, o *apkhe khai stoikheion to ipeiron*⁽⁷⁵⁾, sem determiná-la como ar, água ou qualquer outra coisa (*diorison*), Diógenes Laertius, II, § 1. Isso é reproduzido por Hegel, de maneira infinitamente correta, como a *matéria indeterminada* (ca. 580).

Anaximenes de Mileto considera o ar como princípio e elemento fundamental, sustentando que o mesmo é infinito (Cícero, *Natura Deorum*, I, Pág. 10) e que *tudo provém dêle e nêle tudo volta a dissolver-se* (Plutarco, *De Platicis Philos.*, I, 3). Assim sendo, o ar *aer = pneuma: Do mesmo modo que nossa alma, que é ar, nos mantém unidos, todo se mantém unido por um espírito (pneuma) e ar. Espírito e ar têm o mesmo sentido.* (Plutarco). Alma e ar concebidos como meio geral (ca. 555).

Já Aristóteles dizia que êsses primeiros filósofos apresentavam a essência primitiva sob a forma de matéria: ar e água (e *Anaximandro* talvez sob uma forma intermediária entre ambos); mais tarde, Heráclito, sob a forma de fogo; mas nenhum sob a forma de terra, devido a sua múltipla composição (*dià tén megaloméjeian*), *Metafísica*, I, 8, pág. 217.

De todos êles dizia Aristóteles, com razão, que deixaram sem explicação a origem do movimento (Pág. 218 e ss.).

Pitágoras de Samos (ca. 540): o número é o princípio fundamental: “que o número é a essência de tôdas as coisas; e a organização do universo, em geral, em suas determinações, é um sistema harmônico de números e suas relações” (Aristóteles, *Metafísica*, I, 5 *passim*). Hegel

chama justamente nossa atenção para “a audácia de tal linguagem que, de um golpe, põe abaixo tudo quanto a imaginação considera como existente ou como essencial (verdadeiro) e aniquila a essência sensorial”, colocando a essência numa determinação do pensamento, por mais restrita e limitada que esta seja. O universo está sujeito a leis definidas, do mesmo modo que o número; dessa maneira foi expressa, pela primeira vez, sua legalidade. A Pitágoras é atribuída a redução das harmonias musicais a relações matemáticas. Igualmente: “Os pitagóricos puzeram o fogo no meio, mas a Terra como um astro que gira, segundo um círculo, ao redor desse corpo central”. (Aristóteles, *Metafísica*, I, 5). Esse fogo, porém, não é o Sol; trata-se, pois, da primeira suspeita de que *a Terra se move*.

Hegel, sobre o sistema planetário:

“... o harmônico, com o qual se determinam as distâncias: a matemática não foi ainda capaz de dar-lhe fundamento. São conhecidos exatamente os números empíricos; mas tudo tem a aparência do azar e não da necessidade. Conhecemos apenas uma regularidade aproximada das distâncias; e, por sorte, descobrimos maior número de planetas entre Marte e Júpiter, onde logo foram descobertos Ceres, Vesta, Pallas, etc.; mas uma série lógica em que haja razão, entendimento, ainda não foi descoberta pela astronomia. Prefere olhar com desprezo a apresentação regular dessa série; e, no entanto, esse ponto é, para ela, enormemente importante, não se devendo abandoná-lo” (Pág. 267).

Em tôdas as concepções, de conjunto, materialistas ingênuas, dos gregos mais antigos, encontra-se já o germe da futura divisão. Já em Thales, a alma é uma coisa especial, diferente do corpo (da mesma forma que atribui uma alma ao ímã); em Anaximenes, a alma é ar (como no Gênesé); para os pitagóricos, ela é imortal e migratória, sendo o corpo, a seu ver, puramente acidental. Para os pitagóricos, a alma é também “uma centelha do éter (*apóspasma orishéros*). Diógenes Laertius, VIII, pág. 26/28, em que o éter frio constitui o ar e o éter mais denso, o mar e a umidade.

Aristóteles censura também os pitagóricos pelo fato de, com seus números, “não dizerem como é produzido o movimento e como, sem mudança, pode haver aparecimento e desaparecimento; ou estados e atividade das coisas celestes”. (*Metafísica*, I, 8).

Supõe-se que Pitágoras tenha estabelecido a identidade da Estrêla d'Alva e da Estrêla Vespertina; que a Lua recebe sua luz do Sol; e finalmente, o teorema pitagórico (⁷⁶). Conta-se que, ao estabelecer esse teorema, Pitágoras provocou uma hecatombe... E pode parecer curioso que sua alegria fôsse tão grande que êle tivesse ordenado a realização de uma estrondosa festa para a qual foram convidados os ricos e todo o

povo; valia a pena. Era em gôzo, alegria do espírito (conhecimento)... à custa dos bois. (Pág. 279).

Eleáticos.

1. Em Hegel, o progresso infinito é um deserto vazio, porque só é apresentado como uma eterna repetição da mesma coisa: $1 + 1 + 1$ etc.

2. Na realidade, porém, não é repetição mas sim desenvolvimento, avanço ou retrocesso; e daí surge uma forma necessária de movimento. Isso, além de que não é infinito: o fim da vida sôbre a Terra já pode ser previsto agora. Mas a Terra tampouco é todo o universo. No sistema de Hegel, era excluído todo o desenvolvimento da história temporal da Natureza, pois, do contrário, esta não seria a exteriorização do espírito. Na história humana, porém, o progresso infinito de Hegel é considerado como a única forma verdadeira de existência do *espírito*; apenas há o seguinte: é que, fantásticamente, se supõe que êsse desenvolvimento tem um fim: o aparecimento da filosofia de Hegel.

3. Existe também o conhecer infinito: *questa infinità che le cose non hanno in progresso, la hanno in giro* (77). Assim, a lei da mudança de forma é infinita, incluindo-se ela em si mesma. Mas tais infinidades estão novamente atadas à finitude e só ocorrem esporadicamente. O mesmo $1/r^2$.

Quantidade e qualidade — O número é a mais pura determinação quantitativa que conhecemos. Mas está cheio de diferenças qualitativas. 1. Hegel, número e unidade, multiplicar, dividir, elevar a potências, extrair raízes. E dessa maneira (o que não ocorre em Hegel), aparecem diferenças qualitativas: números primos e produtos, raízes simples e potências; 16 não é apenas a soma de 16 unidades, mas também o quadrado de 4 e a quarta potência de 2. Mais ainda: os números primos transmitem novas e bem determinadas qualidades aos números dêles derivados por multiplicação por outros números: sômente os números pares são divisíveis por 2; e para o 4 e o 8 existe uma determinação idêntica; no 3 aparece a soma de seus algarismos, o mesmo acontecendo com o 9 e o 6, neste último caso, combinado com o número par. Para o 7 há uma regra especial. É nisso que se fundam os truques numéricos, incompreensíveis para os profanos. Por conseguinte, o que diz Hegel (*quantum*, pág. 237), a respeito da ausência de pensamento na aritmética, é incorreto. Apesar de tudo, comparar *medida*.

Tão logo a matemática começou a falar de infinitamente grande e infinitamente pequeno, estabeleceu uma diferença quantitativa que, inclusive, adquiriu a forma de uma oposição qualitativa irreconciliável. Quantidades com tão grandes diferenças entre si que tôda a relação racional, tôda a comparação entre elas é impossível; que se tornam quantitativamente incomensuráveis. A comum incomensurabilidade da circunferência e da reta, é também uma diferença dialética qualitativa; mas, neste caso, é a diferença, *em quantidade*, de grandezas da *mesma espécie*, que aumenta a diferença *qualitativa* até o ponto de torná-la incomensurável.

Número — O número, isoladamente considerado, adquire uma qualidade, já no sistema numérico; e essa qualidade depende dêste. O número 9 não é apenas 1 somado nove vêzes, mas também a base de 90, 99, 900.000 etc. Tôdas as leis numéricas dependem do fato de que são determinadas pelo sistema adotado. Nos sistemas de base 2 e base 3⁽⁷⁸⁾, 2×2 não é $= 4$, mas $= 100$ ou $= 11$. Em todo sistema que tem por base um número ímpar, deixa de haver diferença entre números pares e ímpares; por exemplo, no sistema de base 5, tem-se $5 = 10$, $10 = 20$, $15 = 30$ ⁽⁷⁹⁾. Igualmente, no mesmo sistema, a soma dos dígitos $3n$, de produtos de 3 ou 9 ($6 = 11$, $9 = 14$)⁽⁸⁰⁾. O número-base determina, pois, não sòmente a sua própria qualidade, mas também a de todos os demais números.

No que diz respeito à potenciação, a coisa vai mais longe: cada número deve ser concebido como potência de outro; há tantos sistemas logarítmicos como números inteiros e fracionários.

✓ — 1. As grandezas negativas, na álgebra, apenas são reais quando se relacionam com grandezas positivas e unicamente dentro da relação com estas; fora dessa relação, consideradas em si mesmas, são puramente imaginárias. Na trigonometria e na geometria analítica, bem como nos ramos da matemática superior fundados sôbre as mesmas, indicam uma determinada direção de movimento, oposta à positiva; mas, é possível contar o seno e a tangente da circunferência, tanto a partir do quadrante superior direito, como a partir do inferior direito, invertendo-se assim os sinais mais e menos. Da mesma forma, na geometria analítica, as abscissas⁽⁸¹⁾ podem ser calculadas, na circunferência, a partir da periferia ou do centro; é certo que, em tôdas as curvas, as abscissas podem ser contadas na direção correntemente anotada com o sinal menos ou em qualquer direção desejada, obtendo-se sempre uma exata equação racional da curva. Neste caso, o *mais* sòmente existe como complemento do *menos* e vice-versa. Mas a abstração algébrica a encara como uma grandeza positiva real e independente, inclusive fora da relação com uma grandeza *maior*.

Aplicação da matemática: na mecânica dos corpos rígidos, é absoluta; na dos gases, aproximada (⁸²); na dos fluídos, muito mais difícil; na física, mais de ensaio e relativa; na química, simples equações do primeiro grau e da natureza mais elementar; na biologia = 0.

O cálculo diferencial tornou possível, pela primeira vez, que a ciência representasse, matematicamente, *processos* e não apenas *estados*: movimento.

O fato de que o positivo e o negativo possam igualar-se, sem se levar em conta qual seja o lado positivo e qual o negativo: não somente na geometria analítica, ainda mais na física (ver Clausius, pág. 87 e ss.).

O zero não deixa de ter conteúdo pelo fato de ser a negação de qualquer quantidade determinada. Pelo contrário, o zero tem um conteúdo perfeitamente definido. Como fronteira entre tôdas as grandezas positivas e negativas, como único número realmente neutro, que não pode ser + nem -, não é somente um número perfeitamente definido, mas também, por si mesmo, mais importante que todos os outros números por êle delimitados. O zero tem, na realidade, um conteúdo maior que qualquer outro número. Pôsto à direita de qualquer outro empresta-lhe, em nosso sistema numérico, um valor dez vezes maior. Em lugar do zero, poder-se-ia empregar, para isso, qualquer outro sinal; mas somente sob a condição de que êsse sinal, considerado em si mesmo, signifique zero, isto é, que seja = 0. Por conseguinte, na própria natureza do zero reside a razão de seu emprêgo e o fato de que só êle possa ser empregado assim. O zero anula qualquer outro número pelo qual seja multiplicado; unido a qualquer outro número como divisor ou como dividendo, torna-o infinitamente grande, no primeiro caso e, no segundo, infinitamente pequeno; é o único número cuja relação com qualquer outro, é infinita; 0/0 pode expressar qualquer número entre $-\infty$ e $+\infty$; e, em cada caso representa uma grandeza real.

O verdadeiro conteúdo de uma equação se torna perfeitamente claro, logo que todos os seus têrmos são colocados de um lado da igualdade, que fica assim igual a zero, como acontece com as equações quadradas e, como regra quase geral, na álgebra superior. Uma função $(x, y) = 0$ pode ser igualmente igualada a z e êste z , mesmo quando seja igual - 0, pode diferenciar-se como uma variável dependente ordinária, determinando-se sua derivada parcial (⁸³).

O nada de qualquer quantidade continua sendo, entretanto, quantitativamente determinado e, só por êsse motivo, é possível calcular com o zero. Até mesmo os matemáticos que calculam tranqüilamente com o zero, sob a forma mencionada, isto é, que operam com êle como conceito quantitativo determinado, estabelecendo relações quantitativas entre êle

e outros conceitos quantitativos, põem as mãos na cabeça quando leem, em Hegel, sob a forma generalizada: o nada de alguma coisa é um nada *determinado*.

Mas passemos agora ao terreno da geometria analítica. Aí, o zero é um ponto determinado, a partir do qual, sôbre uma linha, mede-se positivamente num sentido e negativamente, noutro. Neste caso, portanto, o ponto zero, não só tem tanto significado como qualquer outro ponto assinalado por uma grandeza positiva ou negativa, mas também um significado muito maior que todos êles: é o ponto do qual dependem todos os demais, com o qual todos êles estão relacionados, pelo qual todos são determinados. Em muitos casos pode ser estabelecido de maneira inteiramente arbitrária. Mas, uma vez adotado, continua sendo o ponto central de tôda a operação, determinando, freqüentemente, inclusive a direção da linha sôbre a qual devem ficar situados os outros pontos, os pontos terminais das abscissas. Se, por exemplo, a fim de estabelecer a equação da circunferência, escolhermos como ponto 0, um ponto qualquer da periferia, então o raio vector deve passar pelo centro da circunferência. Tudo isso encontra sua aplicação igualmente na mecânica, onde também o cálculo dos movimentos do ponto tomado em cada caso como zero, constitui o ponto principal e o eixo de tôda a operação. O ponto zero do termômetro é o limite inferior, perfeitamente determinado, da seção de temperaturas que são divididas em qualquer número de graus, servindo assim como medida, tanto das graduações de temperatura, dentro da seção, como de temperaturas superiores ou inferiores. Por conseguinte, neste caso também trata-se de um ponto essencial. O zero absoluto do termômetro não representa, inclusive, de maneira nenhuma, uma simples negação abstrata, mas um estado perfeitamente determinado da matéria: o limite dentro do qual desaparece o último vestígio de movimento molecular independente, passando a matéria a atuar unicamente como massa. Tôda vez que topamos com um zero, verificamos que êste representa alguma coisa perfeitamente determinada; e sua aplicação prática na geometria, na mecânica etc., demonstra que — como limite — é mais importante do que tôdas as grandezas reais por êle separadas.

Um — Nada parece mais simples do que a unidade quantitativa; e, no entanto, nada é mais múltiplo do que ela, desde que a examinemos em relação com a correspondente pluralidade e de acôrdo com os diversos modos pelos quais a mesma se origina. Em primeiro lugar, o número *um* é a base de todo o sistema de números positivos e negativos, todos os demais se formando por meio da adição sucessiva de si mesmo.

O *um* é a expressão de tôdas as potências positivas, negativas e fracionárias de 1: 1^2 , $\sqrt{1}$, 1^{-2} são todos iguais a 1. É o conteúdo

de todos os quebrados cujo numerador e denominador são iguais. É a expressão de todo o número elevado à potência zero e, assim sendo, o único número cujo logaritmo é igual em todos os sistemas, isto é, $= 0$. O *um* é, assim, a fronteira que divide em duas partes todos os sistemas possíveis de logaritmos. Se a base fôr maior que *um*, os logaritmos de todos os números maiores que 1, são positivos e os dos números menores que 1, são negativos; se a base fôr menor que 1, dá-se justamente o inverso.

Por conseguinte, se todo número contém em si a unidade, quando composto de vários *uns* somados, a unidade contém igualmente todos os demais números. Não somente como possibilidade, quando podemos constituir todo o número com simples *uns*, mas também na realidade, quando o *um* é uma potência determinada de qualquer outro número. Mas êsses mesmos matemáticos que, sem o menor esforço, interpolam em seus cálculos, quando lhes convém, $X^0 = 1$, ou uma fração cujo numerador e denominador são iguais e que, em conseqüência, representa também a unidade; e que, por conseguinte, aplicam matematicamente a pluralidade contida na unidade, êsses matemáticos torcem o nariz e fecham a cara quando lhes dizemos, em têrmos gerais, que unidade e pluralidade são coisas inseparáveis, são conceitos que se interpenetram; e que a unidade não está mais contida na pluralidade do que a pluralidade contida na unidade. E quanto isso é verdade, podemos verificar logo que abandonamos o campo dos números puros. Já no caso da medição de linhas, superfícies e volumes de corpos, verificamos que podemos tomar como unidade qualquer grandeza desejada, da ordem correspondente; e a mesma coisa acontece no que se refere à medição do tempo, do pêso, do movimento etc. Para a medição de células, o milímetro e o miligrama são ainda demasiado grandes; para a medição de distâncias estelares ou da velocidade da luz, inclusive o quilômetro se torna incômodamente pequeno, da mesma forma que o quilograma para as massas planetárias e também solares. Neste caso, salta à vista a multiplicidade e a pluralidade contidas no ceito de unidade, tão simples à primeira vista.

Matemática — Para o senso comum, parece um absurdo resolver uma grandeza determinada, por exemplo um binômio, numa série infinita; em conseqüência, em alguma coisa determinada. Mas, onde estaríamos sem as séries infinitas e sem o teorema do binômio?

Conservação da energia — A constância *quantitativa* do movimento já foi enunciada por Descartes e, por certo, quase com as mesmas palavras que atualmente por... (Clausius, Robert Mayer?). Por outro lado,

a mudança de *forma* do movimento foi descoberta logo depois de 1842 e isto (e não a lei da constância quantitativa) é o que há de novo.

Fôrça e conservação da fôrça — Empregar contra Helmholtz os pontos de vista de J. R. Mayer, em suas duas primeiras comunicações.

Trigonometria — Depois que a geometria sintética esgotou tôdas as propriedades de um triângulo considerado em si mesmo, e quando já não tem nada mais de novo para dizer, abre-se um horizonte mais vasto, em virtude de um procedimento muito simples e perfeitamente dialético. O triângulo já não é considerado em si e para si, mas sim em relação com outra figura — a circunferência. Todo triângulo retângulo pode ser considerado como pertencendo a um círculo: se a hipotenusa é = raio, então, os catetos são sen e cos; se um cateto = r, então o outro = tang e a hipotenusa = sec. Dessa maneira, os lados e ângulos adquirem relações determinadas muito diferentes, as quais seria impossível descobrir e utilizar sem essa relação agora existente entre o triângulo e a circunferência; e assim se desenvolve uma teoria completamente nova no que se refere ao triângulo, a qual ultrapassa de muito a velha, sendo universalmente aplicável, já que todo triângulo pode ser decomposto em dois triângulos retângulos. Esse desenvolvimento da trigonometria a partir da geometria sintética é um bom exemplo da dialética, pelo modo de considerar as coisas segundo suas conexões em lugar de fazê-lo, considerando-as isoladamente.

O desgaste de energia cinética, como tal, apresenta sempre, dentro da dinâmica, uma dupla natureza e um duplo resultado: 1) o trabalho cinético executado, produção de uma quantidade correspondente de energia potencial que, no entanto, é menor do que a energia cinética aplicada; 2) superação — além da gravidade — de resistências resultantes de atritos etc., que convertem em calor o resto da energia cinética consumida. A mesma coisa se passa na conversão: segundo a maneira em que esta se verifique, uma parte da perda por atrito etc., é dispendida como calor; e tudo isso é antiquíssimo!

No movimento dos gases — no processo de evaporação — o movimento de massas se transforma diretamente em movimento molecular. Por conseguinte, neste caso é preciso fazer a transição.

Hegel, *Enciclopédia*, I, págs. 205/6, opiniões proféticas a respeito dos pesos atômicos, em contraste com as concepções físicas então predominantes; e também sobre o átomo e a molécula como determinações *mentais*, a respeito das quais o *pensamento* tem que decidir.

A gravidade, como a determinação mais geral da materialidade, tal como é comumente aceita, isto é a atração, é uma propriedade necessária da matéria. ao contrário da repulsão. Mas a atração e a repulsão são inseparáveis como o positivo e o negativo. Daí se segue que,

inclusive através da própria dialética, e torna-se claro, que a verdadeira teoria a respeito da matéria deve conceder à repulsão um lugar tão importante como aquêle ocupado pela atração; que uma teoria sôbre a matéria baseada unicamente na atração, é falsa, insuficiente, unilateral (84). Na realidade, verificam-se inúmeros fenômenos que demonstram isso antecipadamente. Embora seja apenas por causa da luz, não podemos dispensar o éter. E o éter será material? Se é que *existe*, deve estar incluído no conceito de matéria. Mas o fato é que não é afetado pela gravidade (85). As caudas dos comêtas são consideradas materiais. Denunciam uma poderosa repulsão. O calor, em um gás, provoca repulsão, etc.

Choque e atrito — A mecânica considera os efeitos do choque como sendo *puramente transitórios*. Mas, na realidade, as coisas se passam de outro modo. Em cada choque que se verifica, uma parte do movimento mecânico se transforma em calor; e o atrito nada mais é senão uma forma de choque, a qual converte continuamente movimento mecânico em calor (o fogo produzido pelo atrito é conhecido desde os tempos mais remotos).

Descartes descobriu que o fluxo e o refluxo das marés, são causados pela atração da Lua. Descobriu também, simultâneamente com Snellius, a lei fundamental da refração da luz, certamente que sob uma forma peculiar a êle e, portanto, diferente da de Snellius.

Teoria e empirismo — A forma achatada apresentada pela Terra foi teòricamente estabelecida por Newton. Mas durante muito tempo, depois disso, os Cassinis e outros franceses, baseando-se em suas medições empíricas, sustentavam que a Terra tem a forma elipsoidal, sendo o eixo polar o mais longo.

Aristarco de Samos, 270 A.C., sustentava já a teoria copernicana sôbre o movimento da Terra em derredor do Sol. Mädler, pág. 44; Wolf, pág. 35-37.

Demócrito havia já suspeitado de que a *Via Látea* remete-nos a luz combinada de inumeráveis pequenas estrêlas (Wolf, pág. 313).

Belo exemplo de dialética da natureza é a forma pela qual as teorias atuais explicam a *repulsão* de polos magnéticos *iguais* por meio da atração de corrente elétricas *iguais*. (Guthrie, pág. 264).

O desprezo dado aos gregos pelos empíricos torna-se perfeitamente claro quando se lê (por exemplo, Th. Thomson *On Electricity*) que homens como Davy e inclusive Faraday tateam na obscuridade (faíscas elétricas, etc.) e realizam experiências que lembram nitidamente as histórias de Aristóteles e de Plínio a respeito das relações físico-químicas. Justamente nesta nova ciência os empíricos reproduzem inteiramente o cego tatear dos antigos. E sempre que o genial Faraday se encontra

no caminho certo é exatamente quando se manifesta contra êle o filisteu Thomson (pág. 397).

Atração e gravitação — Tôda a teoria da gravitação repousa na afirmação de que a atração é a essência da matéria. Isso é evidentemente falso. Onde há atração, esta deve ser provocada pela repulsão. Por êsse motivo, Hegel tem tôda a razão ao dizer que a essência da matéria é constituída pela atração e pela repulsão. De fato, cada vez mais nos vemos obrigados a reconhecer que a dispersão da matéria tem um limite, além do qual a atração se converte em repulsão; e, reciprocamente: a condensação da matéria repelida tem um limite, além do qual a repulsão se converte em atração ⁽⁸⁶⁾.

Como regra, a primeira concepção, embora ingênua, é mais correta do que a posterior, que é metafísica. Assim é que Bacon (e, depois dêle, Boyle, Newton e quase todos os inglêses) já sustentava que o calor é movimento (e Boyle chegou mesmo a dizer que era movimento molecular). Logo no início do século XVIII surgiu, na França, a teoria do calórico, que foi mais ou menos aceita no Continente.

O ponto de vista *geocêntrico*, em astronomia, constitui uma limitação e, com justo motivo, foi pôsto de lado. Mas, quanto mais avançamos na investigação, mais e mais êle se afirma. O Sol etc., *servem* à Terra: Hegel, *Naturphil.*, pág. 157. (O Sol, em tôda a sua imensa grandeza, existe apenas por causa dos pequenos planêtas). A nós é vedado cogitar de outras coisas que não de física, de química, de biologia, de meteorologia, etc., *geocêntricas*; e nada se perde com a frase segundo a qual tudo isso é apenas válido tendo em vista a Terra, o que é claramente relativo. Se levarmos isso a sério e exigirmos uma ciência destituída de centro, *tôda* a ciência ficará parada; (basta-nos isso) com saber que, nas mesmas condições, há o mesmo em tôdas as partes... ⁽⁸⁷⁾.

No O° absoluto, nenhum gás é possível; cessa todo movimento das moléculas, não havendo a menor pressão e, conseqüentemente, sua própria atração as une. *Daí o fato de ser impossível a existência de um gás permanente* ⁽⁸⁸⁾.

Fica demonstrada também a validade do mv^2 para as moléculas dos gases, de acôrdo com a teoria cinética dos gases. Por conseguinte, para o movimento molecular prevalece a mesma lei que para o solar; neste caso, a diferença entre ambos está superada.

1. Movimento em geral.
2. Atração e repulsão. Transferência de movimento.
3. Conservação da energia aplicada a isto. Repulsão + atração — adição de repulsão = energia.
- 196 4. Gravidade — corpos celestes — mecânica terrestre.

5. Física, calor, eletricidade.
6. Química.
7. Resumo.

- a) Antes de 4: linha matematicamente infinita e + e - iguais.
- b) Em astronomia: execucao de trabalho pelas marés.

Duplo calculo em Helmholtz, II, pag. 120

Fôrças em Helmholtz, II, pag. 190

Conclusão a que chegaram Thomson, Clausius, Loschmidt (Joseph, 1821-1895): *a reversão consiste em que a repulsão se repele a si mesma, voltando assim, do meio, aos corpos celestes extintos.* Nisto, porém, reside também a demonstração de que a repulsão é o lado realmente ativo do movimento e que a atração é o *passivo*.

1) Movimento dos corpos celestes. Equilíbrio aproximado entre atração e repulsão no movimento.

2) Movimento sobre um corpo celeste. Massa. Na medida em que esta tem causas puramente mecânicas, também equilíbrio. As massas estão em repouso por sua causa. Isso é aparentemente completo, na Lua. A atração mecânica superou a repulsão mecânica. Do ponto de vista da mecânica pura, não sabemos o que aconteceu à repulsão; e tampouco a mecânica pura explica donde provêm as *fôrças* por meio das quais, por exemplo, as massas terrestres se movem *contra* a ação da gravidade. Admite o fato como dado. Neste caso, por conseguinte, simples comunicação de movimento local repulsivo e afastador de massa para massa, no qual atração e repulsão são iguais.

3) A enorme maioria de todos os movimentos terrestres, no entretanto, consiste na conversão de uma forma de movimento em outra, da forma mecânica em calor, eletricidade, movimento químico e vice-versa; por conseguinte, pode ser também a transformação de atração em repulsão (a conversão é a transformação do movimento mecânico original, de *levantamento*, em calor, e não de movimento de *queda*, este apenas aparente).

4) Tôda a energia atualmente ativa, na Terra, é calor solar transformado (⁸⁹).

Quão pouco pode ser Comte o autor de sua classificação enciclopédica das ciências (que copiou de St. Simon), é coisa que se faz evidente pelo fato de que, na mesma, só demonstra o propósito de classificar os meios de instrução e de ensino, conduzindo-nos dessa maneira ao insensato *enseignement intégral* (ensino integral) em que se esgota o estudo de uma ciência antes de iniciar o de outra qualquer; em que um

pensamento, no fundo, correto, é transformado num absurdo matemático.

Fisiografia — Uma vez que tenhamos feito a transição do terreno da química ao da vida, será preciso analisar, em primeiro lugar, as condições em que a mesma se produziu e nas quais existe a vida; por conseguinte, em primeiro lugar, a geologia, a meteorologia e tudo mais. Em seguida, as diversas formas de vida, as quais, por certo, se tornam incompreensíveis se não houver êsses cuidados preliminares.

Com a atomística, iniciou-se uma nova época na história da química (Dalton foi, portanto, e não Lavoisier, o verdadeiro pai da química moderna), simultâneamente, na física, com a teoria molecular (que surgiu sob outra forma, porém representando, essencialmente, apenas o outro lado desse processo, uma vez descoberta a conversão das diversas formas de movimento). A atomística moderna diferencia-se de tôdas as anteriores pelo fato de não pretender (pondo à parte os burros) que a matéria seja *puramente* discreta, sustentando, ao contrário, que as partes discretas são etapas diferentes (átomos de éter, átomos químicos, massas, corpos celestes), são distintos *pontos nodais* ⁽⁹⁰⁾ que determinam as diferentes formas *qualitativas* de existência da matéria geral, descendo até a ausência de pêso e a repulsão.

Hegel estabeleceu a teoria da luz e das côres, por meio do pensamento puro e, dessa maneira, foi arrastado ao mais grosseiro *empirismo* (se bem que com algum direito, já que esse ponto não estava ainda esclarecido), quando, por exemplo, aduzia, contrariando Newton, as misturas de côres dos pintores (Pág. 314, em baixo).

Eletricidade estática e dinâmica — A eletricidade estática ou a de atrito é a colocação em estado de tensão da eletricidade que se encontra na Natureza, a que já existe sob a forma de eletricidade, mas em estado de equilíbrio, neutro. O desaparecimento dessa tensão acontece em consequência (sempre que e na medida em que a eletricidade possa propagar-se por condução) de um golpe, por uma fagulha, que restabelece o estado neutro.

A eletricidade dinâmica ou voltaica é, pelo contrário, eletricidade produzida por meio da conversão de movimento químico em eletricidade. Em certas e determinadas condições é produzida pela solução de zinco, cobre etc. Neste caso, a tensão não é aguda, mas sim crônica. A qualquer momento é produzida nova carga de eletricidade + e —, a partir de outra forma de movimento e não na separação de uma eletricidade ± já existente, em + e —. O processo é contínuo e, portanto, também o seu resultado — a eletricidade — não é tensão e descarga instantâneas, mas uma corrente contínua que, nos polos, pode voltar a converter-se no movimento químico do qual proveio — o que se denomina

Electrólise. Nesse processo, tanto como na produção de electricidade por combinações químicas (em que é liberada electricidade, ao invés de calor e, por certo, tanta electricidade como calor, em outras condições, Grove, pág. 210), pode-se acompanhar a corrente no líquido (intercâmbio de átomos com moléculas vizinhas: a corrente é isso) ⁽⁹¹⁾.

Essa electricidade, justamente pelo fato de ter a natureza de corrente, não pode ser diretamente convertida em electricidade estática. Mas, por meio da indução, a electricidade neutra, já existente como tal, pode des-neutralizar-se. De acôrdo com a natureza do processo, a electricidade induzida deverá acompanhar a indutora e, por conseguinte, deverá constituir também uma corrente. Por outro lado, verifica-se claramente, neste caso, a possibilidade de condensar a corrente e transformá-la em electricidade estática, ou melhor, em uma forma superior, que sintetize as propriedades da corrente e as da tensão. Isso está demonstrado pela máquina de Ruhmkorff. Esta pode produzir uma electricidade de indução que produz êsse resultado.

Quando Coulomb se referiu a "*partículas* de electricidade que se repelem na razão inversa do quadrado de sua distância", Thomson admitiu o fato como perfeitamente demonstrado, pág. 358. Idem, pág. 366, quanto à hipótese de que a electricidade é constituída de dois fluidos — o positivo e o negativo —, cujas partículas se repelem entre si; que a electricidade, num corpo carregado, é nêle retida simplesmente pela pressão atmosférica. Faraday estabeleceu a sede da electricidade nos polos opostos dos átomos [ou moléculas ainda (ambos os conceitos) muito misturados], expressando assim, pela primeira vez, a realidade científica segundo a qual a electricidade não é um fluido, mas sim uma forma de movimento, uma *fôrça*. Pág. 378. O que não consegue entrar na cabeça do velho Thomson e justamente o fato de ser a fâisca de natureza *material!*

Já em 1822, Faraday havia descoberto que a corrente momentânea induzida — tanto a primeira como a segunda, invertidas — "*participa mais da natureza da corrente produzida pela descarga da garrafa de Leyden do que da produzida pela bateria voltaica*", exatamente o que constituía todo o mistério. Pág. 385.

A respeito da fâisca foi elaborada tôda espécie de histórias fantásticas, que são atualmente conhecidas como casos especiais ou ilusões; dizia-se que a fâisca proveniente de um corpo positivo era "*um feixe de raios, uma espécie de cone*", cuja ponta é o ponto de descarga; e que, pelo contrário, a fâisca negativa era uma *estrêla*. Pág. 369. Que uma fâisca curta é sempre branca e uma longa é geralmente vermelha ou violeta (belos disparates de Faraday a respeito das fâiscas. Pág. 400). Que a fâisca desprendida do condutor primário por meio de uma esfera

metálica é branca; a que sai pela ponta, côr púrpura; e vermelha a da umidade. Pág. 405. Que a faísca, isto é, o efeito luminoso, não é “inerente à eletricidade, mas simplesmente o resultado da compressão do ar. Que o ar é violenta e súbitamente COMPRIMIDO, quando atravesado por uma faísca, é um fato demonstrado pela experiência de Kinnersley, de Filadélfia, segundo as quais, a faísca produz “uma súbita RAREFAÇÃO do ar existente no tubo”, impulsionando a água para os tubos. Pág. 407. Na Alemanha, há trinta anos, Winterl e outros acreditavam que a faísca ou a luz elétrica era da mesma natureza do fogo e consistia e resultava da união das duas eletricidades. Contrariando isso, Thomson demonstrou que o lugar onde se unem ambas as eletricidades é justamente o mais pobre de luz, localizando-se a 2/3 do terminal positivo e a 1/3 do negativo! (Págs. 409-410). Salta à vista que o fogo, neste caso, é ainda considerado como coisa inteiramente mítica.

Com a mesma seriedade é relatada a experiência de Dessaignes, segundo a qual, ao subir o barômetro e baixar a temperatura, o vidro, a resina, a sêda, etc., ao serem submersos no mercúrio, tornam-se eletricamente negativos; e que, ao baixar o barômetro e subir a temperatura, e no verão, se tornam positivos ao serem submersos em mercúrio impuro e sempre negativos, caso êste seja puro; que, no verão, o ouro e vários outros metais se tornam positivos por meio do aquecimento e negativos pelo esfriamento, ocorrendo o contrário no inverno; que, quando o barômetro está alto e sopra o vento Norte, tornam-se “fortemente elétricos”: positivos com a temperatura em ascensão e negativos com a temperatura em descensão, etc., pag. 416.

Como iam as coisas no que se refere ao calor: “a fim de produzir efeitos termoelétricos, não é necessário lançar mão do calor. Qualquer coisa que altere a temperatura, em certa parte da cadeia, pode também provocar um desvio na declinação do ímã”. Por exemplo: o esfriamento de um metal por meio do gelo ou por evaporação do éter! Pág. 419.

A teoria eletro-química, aceita como sendo “pelo menos, muito engenhosa e plausível”. Pág. 438.

Fabroni e Wollaston, há algum tempo, e Faraday, mais recentemente, defenderam o ponto de vista segundo o qual a eletricidade voltaica era simples consequência de processos químicos; sendo que Faraday apresentou, inclusive, uma correta explicação sobre o deslocamento de átomos, que se verifica no líquido; e estabeleceu que a quantidade de eletricidade devia ser medida pela quantidade de produto eletrolítico.

Apoiado nessas conclusões, Faraday estabelece a lei: “que todo átomo deve estar naturalmente rodeado pela mesma quantidade de eletricidade; de maneira que, nesse sentido, calor e eletricidade se parecem”!

Eletricidade — No que diz respeito às histórias fantásticas de Thom-

son, cf. Hegel, págs. 346-347, verifica-se exatamente o mesmo. Por outro lado, Hegel já conhece, com perfeita clareza, a eletricidade por atrito como tensão, contrariando a teoria do fluído e da matéria elétrica. Pág. 347.

A divisão de Hegel (a primitiva): mecanismo, quimismo, organismo, perfeita nessa época. Mecânica: o movimento de massas; química: o movimento molecular (por conseguinte, incluída também a física; e ambas, de certo, pertencentes à mesma ordem), e o movimento atômico; organismo: o movimento dos corpos, no qual ambos são inseparáveis. Pois o organismo é, certamente, a *unidade superior que reúne, dentro de si, como um todo, a mecânica, a física e a química*, e no qual essa trindade já não é separável. No organismo, o movimento mecânico se efetua diretamente, por meio de transformações físicas e químicas, sob a forma de nutrição, respiração, secreção etc., bem como por meio de simples movimento muscular.

Cada grupo é, por sua vez, duplo. Mecânica: 1 — celeste; 2 — terrestre; movimento molecular: 1 — física, 2 — química; organismo: 1 — vegetais, 2 — animais.

Eletroquímica — Ao descrever o efeito da fâsca elétrica sôbre a decomposição e síntese químicas, Wiedemann declara que isso interessa mais à química. Em casos semelhantes, os químicos declaram que isso concerne mais à física. De sorte que, no ponto de contato da ciência molecular com a atômica, ambos se declaram incompetentes, enquanto que é justamente *daí que podemos esperar os melhores resultados* (92).

Mostrar como os antigos e cômodos métodos, adequados à anterior experiência corrente, se transferiram para outros ramos da ciência e, nelas, constituem um obstáculo ao progresso: na química, o cálculo da composição em porcentagens, que era o método mais indicado, dentre todos, para impossibilitar a descoberta das leis da proporção constante e da proporção múltipla na combinação e que, por certo, tornou impossível o seu estabelecimento durante muitíssimo tempo (93).

1. Introdução histórica: a concepção metafísica tornou-se impossível, na ciência da natureza, devido ao próprio desenvolvimento desta.

2. Curso de desenvolvimento teórico, na Alemanha, a partir da Hegel (antigo prefácio). O retôrno à dialética verificou-se inconscientemente; portanto, contraditória e lentamente.

3. A dialética como ciência do conjunto das conexões. Leis principais: transformação da quantidade em qualidade; interpenetração dos opostos polares e transformação de uns nos outros, quando levados ao extremo; desenvolvimento através da contradição, ou negação da negação; forma espiral do desenvolvimento.

4. Interconexão das ciências. Matemática, mecânica, física, química, biologia; Comte, St. Simon e Hegel.

5. Resumos das ciências particulares e de seu conteúdo dialético:

1. Matemática: dialética do instrumento e da aplicação; o infinito matemático ocorrera na realidade.
2. Mecânica celeste: resolvida atualmente em um processo. Mecânica: partida da inércia, que nada mais é do que a expressão negativa da indestrutibilidade do movimento.
3. Física: conversão dos movimentos moleculares uns nos outros. Clausius e Loschmidt.
4. Química: teorias, energia.
5. Biologia. Darwinismo. Necessidade e azar.
6. As fronteiras do conhecimento. Dubois-Reymond e Nägeli; Helmholtz, Kant, Hume.
7. A teoria mecânica. Haeckel.
8. A alma do plástido (⁸⁴). Haeckel e Nägeli (Karl Wilhelm v., 1817-1891).
9. Ciência e ensino (⁸⁵). Virchow.
10. O estado celular. Virchow.
11. Política e sociologia darwinianas. Haeckel e Schmidt. Diferenciação do homem pelo *trabalho*. Aplicação da economia à ciência da Natureza. O "*trabalho*" de Helmholtz (*Populäre Vorträge*, II).

NOTAS

(I) — Büchner só conhece a filosofia sob o aspecto dogmático, uma vez que êle próprio é um dogmático no que se refere aos reflexos mais irrelevantes Enciclopédismo alemão, que quase não se deteve no movimento intelectual dos grandes materialistas franceses (cf. Hegel a êsse respeito); da mesma forma que Nicolai (Christoph Friedrich, 1733-1811) e Voltaire. Spinoza, êsse cão morto de Lessing, *Enciclopédia*, Prefácio, pág. 19. (*N. de Engels*)

x

(1) — É impossível traduzir a expressão de Engels — *Induktionessel*. Em alemão, asno pode significar louco, grande trabalhador, ou ambas as coisas. Por conseguinte, pode implicar em elogio ou desprezo, ao mesmo tempo. Provavelmente, o sentido da frase é que Newton realizou grandes trabalhos sobre a indução, mas temia, sem razão, as hipóteses. A frase podia ser livremente traduzida assim: "Newton, que andava aos tropeços, sob uma carga de induções". (*N. de Haldane*)

(2) — Isto está inteiramente confirmado pela moderna teoria atômica. (*N. de Haldane*)

x

(3) — A teoria geral da relatividade, de Einstein, deu pelo menos mais um passo no sentido da solução. Une a gravidade e a força centrífuga, em diferentes exemplos de um fenômeno essencialmente semelhante. Demonstrou a correção de sua teoria ao predizer dois novos fatos logo depois observados: a deflexão da luz e a transformação de seu calor devido a campos gravitantes. (*N. de Haldane*)

x

(4) — Clausius (Rodolf, 1822-1888), físico alemão, assinalou que, de acôrdo com a teoria física existente, as outras formas de movimento terminarão por converter-se em calor, irradiando-se êste segundo uma temperatura uniforme. Assim terminaria tôda a espécie de transformações. (*N. de Haldane*)

x

(55) — Por exemplo: se atritarmos suavemente um fósforo, êste se aquece e, logo depois, esfria; mas se o atritarmos com mais força, êle se acende. (*N. de Haldane*)

x

(6) — No Sol (exceto alguns poucos compostos de suas camadas exteriores), tôda a matéria se encontra dissociada em átomos, sendo que os átomos podem perder alguns elétrons. De sorte que tôdas as espécies de matéria possuem as mesmas propriedades mecânicas inerentes a um gás quente. Podem ser distinguidas pelos seus espectros, isto é, pela espécie de luz que emitem. Numa nebulosa gasosa não se pode fazer essa distinção, com exceção de uma infinitesimal fração de átomos que, em qualquer momento, possuem suficiente energia para poder irradiar. (*N. de Haldane*)

x

(7) — Essas transformações constituem objeto da bioquímica que, atualmente, se ocupa, em primeira lugar, não em descobrir substâncias nos seres vivos (como na época de Engels), mas sim estuda suas transformações. (*N. de Haldane*).

x

(8) — Isso é perfeitamente demonstrado por meio de um filme do crescimento de uma planta, em que um dia ou uma semana são comprimidos em um minuto. Dessa maneira, se verá que a fôlha, por nós considerada como uma coisa dada, é apenas a etapa de um processo. (*N. de Haldane*).

x

(9) — A origem química da energia muscular é agora conhecida com muito maior detalhe; e os primeiros passos em relação a êsse problema mais difícil, que é o referente à origem da energia libertada no cérebro, conduziram a importantes progressos quanto ao tratamento da loucura. (*N. de Haldane*)

x

(10) — A verdade dessa afirmação é de nôvo e freqüentemente demonstrada. Por exemplo: ficou provado que, durante a vida orgânica, os ossos, que nos parecem ser sólidos, fazem um constante intercâmbio de átomos de fósforo com o sangue. (*N. de Haldane*).

(11) — Desde a época de Engels, os físicos começaram a pensar em termos de operações (atividades humanas), em lugar de se considerarem a si próprios como simples observadores passivos. Mas, fora do terreno da física, essa tendência ainda não se desenvolveu apreciavelmente. (*N. de Haldane*).

x

(12) — Novamente neste caso, o progresso da física foi dialético. Quanto maior fôr a soma de energia contida num corpo (movimento, no sentido mais amplo), tanto maior será sua inércia, isto é, sua resistência a ser movimentado. (*N. de Haldane*)

x

(13) — Isto não é rigorosamente certo como, em geral, se acreditava há cinqüenta anos. Alguns poucos elementos, p or exemplo, o néon e o mercúrio, existem como átomos a temperaturas ordinárias; e todos existem dessa maneira a temperaturas muito elevadas. (*N. de Haldane*)

x

(14) — Sabemos agora que isso é certo em relação a algumas substâncias, mas não para tôdas. Por exemplo: um metal deve suas propriedades mecânicas ao fato de que é constituído de pequeníssimos cristais, cada um dos quais contém milhões de átomos. (*N. de Haldane*)

x

(15) — Quando Napoleão lhe perguntou por que razão Deus não aparecia em seu *Sistema do Mundo*, Laplace respondeu-lhe: "Não tive necessidade de recorrer a semelhante hipótese, Majestade." (*N. de Haldane*)

x

(16) — Todo êsse trecho fundamenta-se em observações apenas parcialmente corretas. O desenvolvimento da técnica microscópica demonstrou que os organismos mais simples, suficientemente grandes para que sejam visíveis, são bem estruturados. Todos os organismos que Engels incluía nos grupos 1 e 2 demonstraram ter núcleos. Por outro lado, alguns dos vírus ultramicroscópicos evidenciou-se que eram moléculas únicas de proteína. Isso significa que não têm estrutura, executada a composição química que lhe é própria na sua qualidade de proteínas. (*N. de Haldane*)

x

(17) — As moléculas de proteína podem agrupar-se sob a forma de cristais, fibras ou daquilo a que se denomina de tactóides, que se parecem com as estruturas orgânicas e de que são exemplos muitas estruturas orgânicas da célula. (*N. de Haldane*)

x

(18) — Por exemplo: há marsupiais muito semelhantes ao cão e à toupeira. (*N. de Haldane*)

(19) — Essa frase se traduz, geralmente, por *geração espontânea*. Tõda a secção que segue é extraordinariamente moderna. Com exceção de alguns poucos detalhes, a argumentação de Engels ainda é válida hoje em dia, tendo-se descoberto muitos fatos que a confirmam. (*N. de Haldane*)

x

(20) — As *moneras* não necessitam de estrutura. Na realidade, a lacuna existente, por um lado, entre os protozoários e as bactérias; e, por outro, entre os vrus filtráveis, é maior do que aquela mencionada por Engels. Sua teoria foi, portanto, reforçada. (*N. de Haldane*).

x

(21) — Isto é, o tempo contado entre duas passagens sucessivas da mesma estrêla fixa pelo meridiano, em um ponto determinado. Êste é, aproximadamente, muito mais constante que o dia ordinário ou solar; conseqüentemente, pode ser também medido com muito maior exatidão. (*N. de Haldane*)

x

(22) — É digno de nota o fato de que Engels punha em duvia a eternidade dos elementos químicos. Hoje, sem duvia, constitui um lugar-comum o fato de que os mesmos se podem transformar; e é, pelo menos, concebível que todo o carbono foi formado tendo por base o hidrogenio e os nêutrons.

x

(23) — Êsses organismos incluem outras substâncias (por exemplo, graxas e ceras) além das proteínas. Mas o argumento é perfeitamente correto, quando aplicado aos vrus, muito menores. (*N. de Haldane*)

x

(II) — Também nos corpos orgânicos pode verificar-se espécie de metabolismo; e, de um modo geral, ocorre em tôdas as partes, uma vez que as reações químicas se produzem, por mais lentas que sejam, em tôdas as partes. A diferença, entanto, é que os corpos inorgânicos são destruidos por êsse metabolismo, enquanto nos orgânicos constitui a condição necessária de sua existência.
(*N. de Haldane*)

x

(24) — Atualmente duvidamos de que tôdas as proteínas poderiam fazê-lo. Já foi possível isolar um certo número delas, mas ainda não se conseguiu produzir nenhuma, tendo por base os seus elementos. No entanto, algumas delas apresentam certas caracteristicas da vida. A hemoglobina absorve oxigênio, a pepsina digere outras proteínas e o vrus da nucleoproteína, inclusive, pode reproduzir-se num meio favorável. (*N. de Haldane*)

(III) — N.B. : Assim como temos que nos referir a vertebrados invertebrados, neste caso também o grânulo não organizado, amorfo, indiferenciado da proteína, se denomina organismo; *dialèticamente*, isso é admissível porque, do mesmo modo que a medula espinal implica a coluna vertebral, assim também no grânulo de proteína originário está encerrada *em si*, em germe, tôda a infinita série dos organismos superiores. (*N. de Engels*)

x

(25) — Agora já parece provável que, no oceano primordial, encontravam-se substâncias orgânicas simples, sintetizadas pelos raios ultravioleta da luz solar que, na ausência de oxigênio e ozônio, eram menos absorvidos pela atmosfera superior. As mesmas não haviam sido destruídas, por ausência de bactérias e, portanto, serviram de alimento para os primeiros seres viventes (ou semiviventes). (*N. de Haldane*)

x

(26) — Quer dizer: a expressão do comprimento de sua circunferência, em termos de seu raio. (*N. de Haldane*)

x

(27) — Quer dizer: a hipérbole equilátera $xy = c$. (*N. de Haldane*)

x

(28) — A expressão entre parêntesis carece de sentido, tal como está. Mas a letra de Engels é muito difícil de ser compreendida e, assim, não podemos estar seguros do que escreveu, na realidade. (*N. de Haldane*)

x

(29) — Isso foi escrito, certamente, antes de que, na maioria dos livros de cálculo diferencial, fôsem introduzidas provas *rigorosas*, baseadas na teoria da *passagem ao limite*. Engels tem razão relativamente ao cálculo diferencial tal como era ensinado no seu tempo. (*N. de Haldane*)

x

(30) — Na terminologia moderna — raios vectores. (*N. de Haldane*)

x

(31) — Poucos físicos acreditam hoje no éter, tal como nêle se acreditava há cinqüenta anos. A noção primitiva teve que ser abandonada, quando ficou demonstrado que não se podia revelar o movimento dos corpos em relação ao éter. Por conseguinte, a nota de Engels só tem validez como comentário às idéias físicas de seu tempo. (*N. de Haldane*)

x

(32) — Engels tinha um cão chamado Dido. (*N. de Haldane*)

(33) — Isso já foi realizado. (*N. de Haldane*)

x

(34) — *Compsognathus*, um réptil fóssil, parecido com uma ave; *Archaeopteryx*, uma ave fóssil, com dentes, longa cauda óssea e esporões nas asas (*N. de Haldane*)

x

(35) — Por exemplo, células ou órgãos cuja função consiste em alimentar outra célula ou órgão. Algumas partes da placenta depois do parto são de origem materna e outras, de origem fetal. Deve ser considerado como um indivíduo isolado o endosperma de um grão de milho que serve de alimento ao embrião? É provável que sim, uma vez que pode herdar caracteres diferentes daqueles do embrião. (*N. de Haldane*)

x

(36) — Em particular, essa deixa de ser uma luta darwiniana pela vida. Levando em conta, inclusive, sua menor mortalidade infantil, a burguesia procria mais lentamente que a classe operária e, assim, se acaso ganha a luta pela riqueza, perde, por outro lado, a luta pela vida. (*N. de Haldane*)

x

(37) — Atualmente denominados raios infravermelhos, já que suas frequências são menores do que as da luz vermelha. (*N. de Haldane*)

x

(38) — Quer dizer: radiação ultravioleta. Os raios X têm, evidentemente, um comprimento de onda ainda mais curto. (*N. de Haldane*)

x

(39) — Quer dizer: os raios visíveis produzem fracos efeitos calóricos e químicos. (*N. de Haldane*)

x

(40) — Isso é correto, por certo. Há uma série contínua de raios, desde os da radiotelegrafia, até os raios gama, na qual uma certa mudança quantitativa no comprimento de onda, dá em resultado grandes mudanças qualitativas. Mas isso só foi descoberto depois da morte de Engels. (*N. de Haldane*)

x

(41) — Esses dois fisiólogos observaram seu metabolismo (juntando urina, etc.), ao escalar essa montanha. (*N. de Haldane*)

(42) — Cf. os trabalhos do professor Soddy, em nosso tempo. (*N. de Haldane*)

x

(43) — Isso era o que, geralmente, prevalecia na época de Engels; mas agora se sabe que não tem fundamento. A energia química não se transforma em calor antes de transformar-se na energia do movimento muscular (*N. de Haldane*)

x

(44) — Assim é que um músculo isolado pode ter uma eficiência de aproximadamente 50 %, isto é, converter mais ou menos a metade da energia química disponível, em trabalho; mas a eficiência do corpo, em seu conjunto, raramente alcança os 25%.

x

(45) — Inclusive, sessenta anos depois requer uma pequena revisão no que diz respeito aos seus aspectos científicos, com a exceção de que poderiam ser apresentadas cifras exatas que provem a correção de tôdas as afirmações de Engels, menos uma (*N. de Haldane*)

x

(46) — Quer dizer: as demais formas de energia se degradam em calor; e o calor a elevada temperatura, em calor a baixa temperatura. (*N. de Haldane*)

x

(47) — O cálculo de Mädler é inexato. (*N. de Haldane*)

x

(48) — A argumentação de Engels, neste caso, é incorreta. Se o espaço estivesse uniformemente cheio de estrêlas, que brilhassem sem cessar com a mesma intensidade das que estão próximas de nós (e se não houvesse absorção), seríamos assados pela luz das estrêlas. (*N. de Haldane*)

x

(49) — Os números romanos se referem aos dois Herschel, pai e filho, ambos astrônomos de primeira categoria. (*N. de Haldane*)

x

(50) — Quer dizer: sistemas de estrêlas semelhantes à nossa *Via Látea*. Os números atuais diferem, certamente, desses dados, de maneira apreciável; mas são da mesma ordem geral. (*N. de Haldane*)

x

(51) — Quer dizer: corpos que parecem nebulosas, por meio dum pequeno telescópio, mas que, com um grande, se revelam grupos de estrêlas. (*N. de Haldane*)

(52) — A teoria matemática do calor, de Fourier, com a qual fundou a moderna análise harmônica. Muitos de seus teoremas eram falsos, segundo afirma Engels. Mas, não só eram de grande beleza, como também de grande valor prático. Agora foram formulados de maneira correta ou, pelo menos, mais aproximadamente correta. (*N. de Haldane*)

x

(53) — Os investigadores da química tentaram levar isso a cabo num congresso realizado em Genebra, em 1892. Assim, o ácido valerianico (originariamente chamado dessa forma porque era feito com valeriana) pode ser denominado ácido pentanóico, para mostrar que pode ser obtido do pentano de parafina, com cinco carbonos oxidando seu átomo terminal de carbono. (*N. de Haldane*)

x

(54) — O límulo, que Ray Lankester (amigo de Marx) demonstrou ser um aracnídeo, isto é, aparentado com as aranhas e com os escorpiões, se bem que, como é claro, não seja uma aranha. (*N. de Haldane*)

x

(55) — Um tunicado do mar. Apesar do adulto ser sésil, a larva é semelhante a um girino. (*N. de Haldane*)

x

(56) — Subclasse de peixes que respira por meio de guelras e pulmões. (*N. de Haldane*)

x

(57) — Esse é um tipo pouco comum de regeneração. Um verme se comporta mais geralmente como ur írmã. (*N. de Haldane*)

x

(58) — Quer dizer: diferentes formas da mesma substância, por exemplo, grafite e diamante. Acredita-se agora que essa explicação só é válida em alguns casos. (*N. de Haldane*)

x

(59) — Por exemplo: *Felis catus*, gato; *Felis leo*, leão; *Felis onça*, jaguar (onça). (*N. de Haldane*)

x

(60) — Isso adquiriu importância através dos trabalhos de Willis e outros, que estabeleceram leis definidas que governam esses números. (*N. de Haldane*)

x

(61) — A parte da ciência que se relaciona com a mecânica quântica está come-

çando agora a focalizar essas questões; e, sem dúvida, encontrará uma forma de expressá-las de maneira menos paradoxal que a de Engels. Enquanto isso, parece haver pouca dúvida a respeito de que muitas das leis da física ordinária são consequências estatísticas de certos sucessos que, por acaso, se verificam nos átomos. Mas êsses sucessos aleatórios são necessários uma vez que, embora não possamos prédizer que poderá fazer um determinado átomo, podemos predizer, no entanto, quantos (dentre um grande número dêles) tomarão parte em um dado processo. (N. de Haldane)

x

(62) — “Já não prevalece a autoridade da lei e dos profetas.” Verso de um dos poemas de Heine. (N. de Haldane)

x

(63) — A maioria dos biólogos atualmente põe isso em dúvida. (N. de Haldane)

x

(64) — Por exemplo: os coelhos norte-americanos estão sujeitos a um ciclo de onze anos, durante os quais a superpopulação conduz a uma epidêmica matança recíproca. Durante o período de um ano ou dois de superpopulação, lutam entre si e, durante o resto do ciclo, há lugar para todos. Engels destacou os efeitos evolutivos muito diferentes dêsses dois tipos de luta. (N. de Haldane)

x

(65) — Por exemplo: o cavalo possui apenas uma úngula em cada pé; de maneira que esta não pode evoluir até se transformar em um órgão capaz de pegar, trepar ou nadar, como poderia fazê-lo, por exemplo, o rato, muito embora o cavalo seja, sem dúvida, melhor corredor que o rato. (N. de Haldane)

x

(66) — Inclusive o *Sinanthropus pekinensis*, que viveu provavelmente há mais de 100.000 anos (sendo anatômicamente muito diferente do homem moderno), já empregava o fogo. (N. de Haldane)

x

(67) — Ainda não podemos fazer proteínas, mas podemos preparar algumas delas sob a forma pura e, embora não sejam vivas, são vivazes. Assim é que a proteína pura da pepsina poderá dissolver outra proteína numa quantidade pelo menos igual a seu próprio pêso, por segundo; e pode dissolver uma quantidade de proteínas igual a cem milhões de vêzes o seu pêso, antes de desgastar-se. Outras podem realizar outros processos semelhantes. Ao fazer essas coisas, começamos a estudar sua *forma de movimento*. Se soubéssemos o suficiente a respeito de sua estrutura, de modo a poder produzi-las, isso seria mais fácil evidentemente.

(N. de Haldane)

x

(68) — Hoje em dia poderíamos acrescentar uma quarta condição. A água deve ser a mistura normal de água leve e pesada. Pois agora sabemos que a água

comum é uma mistura de, pelo menos, seis compostos ligeiramente distintos. Não resta dúvida de que nossos descendentes descobrirão ainda outras condições. (N. de Haldane)

x

(69) — Sabemos agora muita coisa a respeito dessas questões, graças ao espectrógrafo. Sabemos, por exemplo, que muitos dos átomos da atmosfera solar, que absorvem luz, são eletricamente carregados; que as manchas solares possuem campos magnéticos, etc. (N. de Haldane)

x

(70) — São conhecidos agora 92 elementos (sem contar os isótopos). Apenas alguns poucos foram já revelados nas nebulosas gasosas, mas é possível que nelas faltem muitos deles.

x

(71) — Atualmente podemos estender essa lista a algumas leis que regem o comportamento dos átomos, se bem que, mesmo neste caso, os gases das nebulosas emitam luz de acordo com certas leis bastante diferentes das que regem na Terra, devido a que seus átomos, sendo muito afastados entre si, raramente se chocam. (N. de Haldane)

x

(72) — Quer dizer: o que atualmente denominamos radiação ultravioleta. As abelhas não somente podem vê-la como também, dentro dela, podem distinguir as cores (N. de Haldane)

x

(73) — Pois apenas certos raios podem ser focalizados por meio de uma lente. Se nossa retina fôsse sensível às ondas de rádio e aos raios X, não poderíamos saber a direção donde vinham e, pelo menos, teríamos nossa visão bastante perturbada. (N. de Haldane)

x

(74) — Isso talvez não seja absolutamente certo. Podemos observar que certos processos físicos que se verificam no cérebro humano estão sempre associados a um tipo particular de sensação; e processos semelhantes podem ser observados nas formigas. (N. de Haldane)

x

(75) — “Comêço e elemento são o infinito. (N. de Haldane)

x

(76) — Isto é, o teorema segundo o qual o quadrado do lado maior de um

triângulo retângulo é igual à soma dos quadrados dos lados menores, por exemplo: $5^2 = 3^2 + 4^2$. (N. de Haldane)

x

(77) — “Essa infinidade que as coisas não têm em progresso, têm-na em rotação. Galiani, *Della Moneta*, 1803. (N. de Haldane)

x

(78) — Quer dizer: sistemas em que 2 ou 3 e não 10 constitui a base; de maneira que 100 significa, no sistema de base 2, um 4 mais nenhum dois, mais nenhuma unidade; e 11, no sistema de base três, significa um 3 mais uma unidade. (N. de Haldane)

x

(79) — Em cada caso, o primeiro número do par está na notação ordinária; e o segundo, no sistema de base 5. (N. de Haldane)

x

(80) — Isto é, a regra válida na escala ordinária de base dez, segundo a qual se um número é divisível por 3 ou por 9 também o é pela soma de seus algarismos, não prevalece no sistema de base 5. (Neste sistema, um número par pode ser determinado porque a soma de seus algarismos é um número par. Por exemplo: 10032, no sistema de base 5 (642, no de base 10) é par porque $1 + 0 + 0 + 3 + 2$, dá um número par. Pode-se determinar um múltiplo de 3; por exemplo: 10032 é divisível por 3 porque $1 + 0 + 0 = 0 + 3$). (N. de Haldane)

x

(81) — Na terminologia moderna, raios em coordenadas polares. (N. de Haldane)

x

(82) — Isso era certo na ocasião em que Engels o escreveu; mas deixou de sê-lo agora. Há uma matemática exata dos gases, se bem que estes sejam abstrações da realidade, tal como os corpos rígidos. A química é, hoje em dia, altamente matemática e a biologia, em grau moderado. Inclusive em psicologia, na parte que trata de *testes* de inteligência e coisas parecidas, torna-se necessária a matemática superior. (N. de Haldane)

x

(83) — Isso se consegue, procurando os *pontos duplos* de uma curva cuja equação é dada. Por exemplo: se $z = x^2 + y^2 - 3axy = 0$ é a equação de uma curva, esta se cruza consigo mesma na origem, porque $\frac{dz}{dx} = 3x^2 - 3ay - 3y^2 = 3ax$ e ambas são a zero, quando x e y se anulam. (N. de Haldane)

(84) — Isso acontece, incontestavelmente, na física moderna. Podemos evitar a noção de atraso, introduzindo a de curvatura do espaço-tempo na teoria da relatividade geral e também a noção de intercâmbio entre partículas imperceptíveis. Mas a noção de repulsão permanece como um caso particular do princípio de exclusão de Pauli, como parte da própria natureza das partículas finais. (*N. de Haldane*)

x

(85) — O ceticismo de Engels quanto à realidade do éter foi integralmente confirmado, com o desenvolvimento da física. (*N. de Haldane*)

x

(86) — Isso foi assombrosamente confirmado pela física moderna. As nebulosas espirais parecem afastar-se entre si. Alguns físicos atribuem o fato a uma gravitação repulsiva atuando a distâncias muito grande. E os núcleos atômicos, que se repelem enquanto não estão muito próximos entre si, podem juntar-se, constituindo núcleos mais pesados, caso se aproximem suficientemente. Esses dois fatos eram inteiramente desconhecidos quando Engels servia sua obra (*N. de Haldane*)

x

(87) — A última linha do manuscrito é indecifrável. (*N. de Haldane*)

x

(88) — Depois da morte de Engels, ficou demonstrado que todos os gases podem ser liquefeitos a temperaturas muito baixas. (*N. de Haldane*)

x

(89) — Trata-se de um cálculo aproximado, mas não inteiramente exato. A energia das marés é um movimento relativo transformado, da Terra e da Lua. A dos vulcões resulta, em parte, da radioatividade. (*N. de Haldane*)

x

(90) — Isto também foi inteiramente confirmado pelas modernas descobertas. O átomo é uma unidade para os fins da química comum; mas se empregarmos forças consideráveis, muito diferentes das usadas em química, podemos unir ou desagregar os átomos. (*N. de Haldane*)

x

(91) — Esta afirmação teria que ser consideravelmente revisada em face dos mais coberta do elétron e da estrutura atômica. (*N. de Haldane*)

x

(92) — Este é um exemplo do grande poder do método dialético. Foi justamente

o estudo dos átomos e moléculas elêtricamente carregados que conduziu à descoberta do elétron e da estrutura atômica. (*N. de Haldane*)

x

(93) — Por exemplo: a relação entre o monóxido e o dióxido de carbono se torna obscura quando dizemos que o primeiro contém 42,9 % de carbono e 57,1% de oxigênio; e o segundo 27,3% de oxigênio; mas torna-se clara, se dissermos que o primeiro contém 1 parte de carbono para 1,33 de oxigênio; e o segundo, 1 de carbono para 2,67 de oxigênio. (*N. de Haldane*)

x

(94) — O plastídulo era uma unidade vivente primitiva menor do que a célula postulada por Haeckel com fundamento muito inseguro e que antecípava, até certo ponto, o gene. Supunha-se que o mesmo possuía alma. (*N. de Haldane*)

x

(95) — Engels refere-se, neste ponto, ao folheto de Virchow, *Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat* (A Liberdade da Ciência no Estado Moderno), publicado em Berlim, em 1877; e também à réplica de Haeckel, *Freie Wissenschaft und freie Lehre* (Ciência Livre e Ensino Livre). (*N. de Haldane*)

APÊNDICE

Humanização do Macaco pelo Trabalho (I)

De acôrdo com o manuscrito. Originariamente redigido como introdução a um trabalho mais extenso: *As Três Formas Fundamentais da Servidão*. Engels mudou, mais tarde, êsse título pelo seguinte: *A Servilização do Trabalhador*. Inconcluso. Época em que foi escrito: fins de 1875, começos de 1876.

(Nota do Instituto Marx-Engels-Lenin.)

O trabalho é a fonte de tôda riqueza, afirmam os economistas. E o é, de fato, ao lado da Natureza, que lhe fornece a matéria por êle transformada em riqueza. Mas é infinitamente mais do que isso. É a condição fundamental de tôda a vida humana; e o é num grau tão elevado que, num certo sentido, pode-se dizer: o trabalho, por si mesmo, criou o homem.

Há várias centenas de milhares de anos, durante um período ainda não determinado dessa época terrestre que os geólogos chamam de terciária (parece que próximo ao seu fim), vivia em algum ponto da zona tropical — provavelmente em algum continente logo depois submerso no oceano Índico — uma raça de macacos antropóides, apresentando um desenvolvimento particularmente avançado ⁽¹⁾. Darwin deu-nos uma descrição aproximada dêsses nossos antepassados: tinham o corpo coberto de pêlos, possuíam barbas e orelhas pontudas, vivendo em hordas, sôbre as árvores.

É provável que, de início, devido ao seu gênero de vida (uma vez que o fato de subir às árvores, atribuía às mãos uma função diferente da dos pés), êsses macacos foram, pouco a pouco, desacostumando-se de empregar as mãos ao caminhar em solo plano, adotando uma marcha mais ou menos erecta. *Dessa maneira, foi dado o passo decisivo para a transição do macaco ao homem.*

Todos os macacos antropóides que ainda subsistem podem erguer-se e caminhar sôbre os dois pés, sem ajuda das mãos. Mas isso, sòmente

em caso de necessidade e muito canhestamente. Sua marcha natural se realiza em posição inclinada e com ajuda das mãos. A maioria dêles apóia os nós dos dedos sôbre o solo, impulsionando o corpo para diante, com as pernas dobradas entre os longos braços, como um coxo apoiado em muletas. Entre os macacos (segundo as espécies), podemos observar tôdas as formas de transição entre a marcha quadrúpede e a bípede. Em nenhum dêles, entretanto, a marcha bípede vai além de um simples recurso de emergência.

Já que a marcha erecta, entre nossos peludos antecessores, devia tornar-se, primeiramente um hábito e, depois, uma necessidade, é natural supor-se que, ao mesmo tempo, as mãos deviam dedicar-se, cada vez mais, a outras novas tarefas (2). É evidente que existe uma certa divisão entre o uso das mãos e dos pés, na atividade dos macacos. Ao trepar, como já o dissemos, a mão é usada de maneira diferente da dos pés: é utilizada, de preferência, para colher os frutos e segurar os alimentos, como acontece entre os mamíferos primitivos no que se refere a suas patas dianteiras. Com elas, diferentes espécies de macacos constroem ninhos nas árvores e até, como no caso do chimpanzé, coberturas, entre os ramos, para se protegerem contra as chuvas. Com as mãos armam-se de paus para defender-se de inimigos e para atacar a êstes com frutos e pedras. Com elas realizam, quando em cativeiro, uma série de atos simples, imitados dos homens (3). Mas é justamente neste ponto que se pode verificar como é grande a distância entre a mão pouco desenvolvida do macaco antropóide e a humana, altamente desenvolvida pelo trabalho, durante centenas de milhares de anos. O número e a disposição dos ossos e músculos, coincidem em ambos; mas a mão do mais primitivo dos selvagens pode realizar centenas de movimentos e atos que nenhuma mão simiesca poderá imitar. Não houve, até hoje, mão de macaco, por mais hábil, que tivesse feito a mais simples faca de pedra. As manipulações a que nossos antepassados aprenderam a adaptar gradualmente suas mãos (durante a transição do macaco ao homem), no transcurso de muitos milênios, só podiam ter sido, portanto, muito simples, a princípio. Os mais primitivos dos selvagens, mesmo aquêles nos quais se possa admitir um retrocesso ao estado mais rudimentar, apresentando uma regressão paralela em suas formas corporais, se encontram muito acima dêsses seres de transição. Até que o primeiro fragmento de sílica fôsse transformado numa faca, pela mão humana, podem ter transcorrido intervalos de tempo ao lado dos quais o tempo histórico conhecido é uma coisa insignificante. Mas o passo decisivo fôra dado: a mão humana tinha sido libertada e poderia, sem cessar, ir adquirindo novas habilidades, sendo que a maior delas, assim conseguida, podia ser herdada e melhorada, de geração em geração.

Dessa maneira, a mão não é apenas o órgão do trabalho: *é também um produto d'este*. Sômente pelo trabalho, por sua adaptação a manipulações sempre novas, pela herança do aperfeiçoamento especial assim adquirido, dos músculos e tendões (e, em intervalos mais longos, dos ossos; e, pela aplicação sempre renovada, dêsse refinamento herdado, a novas e cada vez mais complicadas manipulações), a mão humana alcançou êsse alto grau de perfeição por meio do qual lhe foi possível realizar a magia dos quadros de Rafael, das estátuas de Thorwaldsen, da música de Paganini.

Mas a mão não estava só. Era uma parte apenas de todo um organismo altamente complicado. E o que era proveitoso para a mão era igualmente útil para todo o corpo, a cujo serviço ela se encontrava. E essa atividade era duplamente proveitosa.

Em primeiro lugar, em virtude da lei de correlação do desenvolvimento, como a denominou Darwin. Segundo essa lei, determinadas formas de uma certa parte do organismo, estão sempre ligadas a certas formas de outras partes que, aparentemente, não têm relação com aquelas. Assim é que todos os animais que têm glóbulos vermelhos, sem núcleo, e cujo crânio está unido à coluna vertebral por intermédio de uma dupla articulação — os cóndilos — possuem, sem exceção, glândulas mamárias para alimentação de suas crias. Os mamíferos portadores de cascos bifurcados, têm sempre um duplo estômago para a ruminação. As mudanças de determinadas formas determinam mudanças nas formas de outras partes, sem que possamos explicar sua correlação (4). Os gatos brancos, de olhos azuis, são quase sempre surdos. O refinamento gradual da mão humana e a conformação do pé para tornar possível o caminhar erecto, repercutiu, por certo, sôbre outras formas do organismo, devido a essa correlação. Mas essa influência tem sido, até agora, muito pouco investigada para que possamos ir além de consignar sua constância, em têrmos gerais.

Muito mais importante é a reação direta, verificável, da mão sôbre o organismo. Conforme já dissemos, nossos antecessores simiescos eram sociáveis. À primeira vista, é impossível admitir que o homem, o mais sociável dos animais, proceda de um antepassado direto insociável. O domínio da Natureza, iniciado com o aperfeiçoamento da mão, com o trabalho, ampliava o raio de percepções do homem, a cada nôvo progresso. Nos objetos naturais, descobria êle constantemente outras qualidades até então desconhecidas. Por outro lado, o aperfeiçoamento do trabalho, contribuía para aproximar, cada vez mais, os membros da sociedade; para multiplicar os casos de ajuda mútua, de ação em comum, criando, em cada um, a consciência da utilidade dessa colaboração. Em resumo: os homens em formação atingiram um ponto em que

tenham alguma coisa a dizer uns aos outros. A necessidade criou, para isso, um órgão apropriado: a tósca laringe do macaco transformou-se lentamente, mas num sentido definido, adquirindo modulações cada vez mais diferenciadas; e os órgãos da bôca foram aprendendo gradualmente a pronunciar uma palavra após a outra.

Que esta explicação da origem da linguagem por meio e com a ajuda do trabalho, é a única correta, demonstra-o a comparação com outros animais. Pelo fato de pouco terem que comunicar-se entre si, mesmo os mais desenvolvidos, podem fazê-lo sem linguagem articulada. No estado natural, nenhum animal considera uma falha o fato de não poder falar ou não compreender a linguagem humana. Mas outra coisa se passa, quando domesticado pelo homem. O cão e o cavalo adquirem, através do trato com o homem, um ouvido de tal forma afeiçoado à linguagem articulada, que chegam a entender facilmente qualquer idioma naquilo que abrange seu raio de representações. Adquirem também a aptidão para nutrir sentimentos que antes lhes eram alheios, tais como o carinho pelo homem, a gratidão, etc. E as pessoas que mantiveram um trato freqüente com êsses animais, podem chegar à convicção de que há vários casos em que os mesmos sentem *agora*, como uma falha, a incapacidade de falar; o que, desgraçadamente, já não pode ser remediado devido a excessiva especialização de seus órgãos vocais. Mas quando existe um órgão adequado, desaparece essa incapacidade, dentro de certos limites. Os órgãos bucais dos pássaros são extremamente diferentes dos do homem e, no entanto, os pássaros são os únicos animais que aprendem a falar nossa linguagem; e o dotado da voz mais detestável — o papagaio — é justamente o que fala melhor. E nem se diga que não compreende o que fala. É bem verdade que, pelo simples prazer de falar e estar em companhia do homem, é capaz de palrar durante horas, repetindo sem cessar o seu vocabulário. Mas, à medida que se amplia o seu círculo de representações, pode chegar a compreender o que diz. Se ensinarmos a um papagaio a proferir injúrias, de forma que adquira a noção de que são ofensivas (principal diversão dos marinheiros que voltam de países tropicais), e, quando irritado, logo se verá que sabe utilizar suas injúrias tão corretamente quanto uma vendedora de hortaliças berlinense. O mesmo acontece (com outras palavras) se lhe ensinarmos a pedir guloseimas.

Primeiramente o trabalho e, em seguida, em consequência dêle, a palavra; eis aí os dois principais estímulos sob cuja influência o cérebro do macaco foi, pouco a pouco, se transformando em cérebro humano, apesar de tóda a semelhança, muito maior e mais perfeito. Com o desenvolvimento do cérebro, marchou paralelamente o aperfeiçoamento de seus instrumentos mais imediatos: os órgãos dos sentidos.

Assim como a linguagem, em seu desenvolvimento gradual, é necessariamente acompanhada de um adequado refinamento do órgão da audição, assim também o desenvolvimento do cérebro provoca o refinamento de todos os sentidos. A águia enxerga muito mais longe do que o homem, mas o olho humano vê as coisas muito melhor do que o da águia. O cão tem um olfato muito mais refinado que o do homem para rastrear; mas não distingue a centésima parte dos olores que, para o homem, são características definidas de diferentes coisas (5). É o sentido do tato que existe, no macaco, sob forma apenas muito rudimentar, somente com a mão do homem e pelo trabalho foi que se desenvolveu e aperfeiçoou.

A reação do desenvolvimento do cérebro e dos sentidos que o servem, da consciência progressivamente esclarecida, da capacidade de abstração e de raciocínio, sobre o trabalho e a linguagem, deu a ambos um estímulo sempre renovado para que fôsse possível prosseguir o seu desenvolvimento, não tendo êste terminado quando o homem se diferenciou definitivamente do macaco, mas sim, desde então, em diferentes povos e em épocas diferentes continuou a diferenciar-se em grau — ou em direção — por vêzes até se interrompendo, temporariamente, devido a retrocessos locais ou de época, mas, no seu conjunto, prosseguindo sua grandiosa marcha para a frente: por um lado, poderosamente impulsionado; por outro, orientado em determinadas direções devido ao aparecimento de um nôvo elemento que é acrescentado ao homem quando êste adquire suas características definitivas: *a sociedade*.

Centenas de milhares de anos, na história da Terra (nada mais que um segundo na vida humana) (I), seguramente se passaram antes que, de um bando de macacos que trepavam às árvores, surgisse uma sociedade de seres humanos. Mas, finalmente, esta se organizou. E que voltamos a encontrar como diferença característica entre aquêle bando de macacos e o gênero humano? *O trabalho*. O bando de macacos contentava-se com saquear o terreno em que vivia e que lhe era determinado pela situação geográfica ou pela resistência de bandos vizinhos; emprendia marchas e lutas para conquistar algum nôvo campo de alimentação; mas era incapaz de extrair do mesmo algum alimento mais, além daquele que naturalmente produzia, excetuado o fato de adubá-lo inconscientemente com seus resíduos. Quando todos os campos de alimentação se encontravam ocupados, já não era possível haver qualquer aumento da população de macacos; o seu número podia, no máximo, manter-se estacionário. Mas, entre todos os animais, verifica-se um grande desperdício de alimentos; e a renovação espontânea dos mesmos é destruída em seu germe. O lobo não respeita, como o caçador, a fêmea do veado que, no ano seguinte, lhe dará os veadinhos; as ca-

bras que, na Grécia, devoram as plantas recentemente brotadas, desnudaram tôdas as montanhas do país. Essa *exploração predatória*, levada a cabo pelos animais, desempenha um importante papel na gradual transformação das espécies, obrigando-as a adaptar-se a outro alimento que não o do costume: dessa maneira, o seu sangue adquire uma outra composição química e tôda a constituição do corpo se vai, pouco a pouco, tornando outra (7), enquanto as espécies definitivamente fixadas, se vão extinguindo. Não resta dúvida nenhuma de que essa exploração predatória contribuiu poderosamente para a humanização de nossos antecessores. Numa raça de macacos muito mais adiantada do que as outras, em inteligência e capacidade de adaptação, essa forma de exploração acabaria por obrigá-la a aumentar o número de plantas utilizadas como alimento; em resumo, tornou-se necessário que a alimentação fôsse cada vez mais variada para que, assim, se obtivessem substâncias cada vez mais variadas a serem assimiladas pelo organismo; sendo essas as condições químicas que influiriam na humanização. Tudo isso, porém, não constituía trabalho pròpriamente dito. Êste começa, na realidade, com a confecção de ferramentas. E, entre estas, quais são as mais antigas que conhecemos? as mais antigas entre os objetos legados pelo homem pré-histórico, as mais antigas se considerarmos o modo de viver dos povos mais primitivos, assim como dos atuais selvagens mais rudimentares? São ferramentas para a caça e para a pesca; e, simultâneamente, as primeiras armas. A caça e a pesca implicam na passagem da alimentação exclusivamente vegetariana ao consumo associado de carne: um nôvo passo no sentido da humanização. *O alimento* cárneo contém, sob uma forma quase completa, os elementos essenciais de que necessita o corpo animal para o seu intercâmbio vital; sendo mais curta a sua digestão, torna-se menor o tempo requerido pelos demais processos vegetativos do corpo, correspondentes à natureza dos vegetais, assim ganhando tempo, mais substância e maior fôrça para a vida pròpriamente animal. E o homem em formação, quanto mais se afastava dos vegetais, tanto mais se colocava num plano superior ao da besta. Assim como o hábito da alimentação vegetal associada à carne, transformou o gato e o cão selvagens, em servidores do homem, da mesma forma o hábito da alimentação cárnea associada aos vegetais, contribuiu positivamente para dar ao homem, em formação, maior vigor físico e independência. Mas a principal ação do alimento cárneo foi sôbre o cérebro, a que as substâncias necessárias para a sua alimentação lhe eram fornecidas com muito maior abundância do que antes e que, por êsse motivo, podia desenvolver-se mais rápida e completamente, de geração em geração (8). Com a permissão dos senhores vegetarianos: o homem não atingiu a sua completa formação senão

depois de adotar a alimentação cárnea; e, apesar desse regime de alimentação ter conduzido, em certos casos, ao canibalismo, entre alguns povos conhecidos (os antepassados dos berlinenses, *os vitelenses*, em pleno século X, comiam os seus próprios pais), isso agora já não pode preocupar-nos.

A alimentação cárnea produziu dois novos sucessos de importância decisiva: o domínio do fogo e a domesticação de animais. O primeiro abreviou ainda mais o processo digestivo ao ser levado à bôca o alimento, por assim dizer, já meio digerido; a segunda tornou mais abundante a alimentação cárnea, ao criar uma nova fonte de abastecimento ao lado da caça, fornecendo, além disso, com o leite e seus derivados, um novo alimento de valor, pelo menos, igual ao da carne, dada a sua composição. Ambas essas conquistas representaram, assim, novos meios de emancipação para o homem. Penetrar, em detalhes, nos seus efeitos indiretos, levar-nos-ia demasiado longe, apesar da altíssima importância que tiveram no desenvolvimento do homem e da sociedade.

Assim como o homem aprendeu a comer tudo quanto é comestível, tornou-se também capaz de viver em todos os climas. Espalhou-se por toda a superfície habitável da Terra, como o único animal que possuía, em si mesmo, o poder para fazê-lo. Os outros animais que se acostumaram a todos os climas, não o fizeram por si mesmos, mas em companhia do homem: os animais domésticos e certos insetos e reptis. E a passagem do clima tropical uniforme, onde viviam, a regiões mais frias, em que o ano se dividia em inverno e verão, criou novas necessidades: habitação e vestuário para proteger-se do frio e da umidade, novos campos de trabalho e, com tudo isso, novas atividades que iam afastando, cada vez mais, o homem do animal.

Por meio da interação da mão, dos órgãos da linguagem e do cérebro, não só em cada indivíduo, como também na sociedade, os homens se foram capacitando para realizar trabalhos cada vez mais complicados, para fixar objetivos cada vez mais elevados e alcançá-los. O próprio trabalho se foi tornando diferente, de geração para geração (⁹), isto é, mais complexo, mais completo.

À caça e à criação de gado, seguiu-se a agricultura, a esta a fiação e a tecelagem, depois os utensílios de metal, a olaria, a navegação. Ao lado do comércio e da indústria, surgiram, finalmente, a arte e a ciência; das tribos originaram-se e formaram-se as nações e os Estados; desenvolveram o direito e a política; e, com tudo isso, verificou-se o reflexo fantástico das coisas humanas nas cabeças humanas: a religião.

Em face de todas essas manifestações de progresso que se apresentavam, à primeira vista, como produtos do cérebro do homem e pareciam dominar as sociedades humanas, passaram a um segundo plano as

criações mais modestas da mão trabalhadora; e num grau tanto maior quanto a cabeça, que planejava o trabalho, já podia, nos primórdios do desenvolvimento social (por exemplo: na família primitiva), fazer executar por outras mãos, que não as suas, o trabalho planejado. Atribuiu-se, então, todo o mérito do rápido progresso da civilização, à cabeça, ao desenvolvimento da atividade do cérebro. Os homens acostumaram-se a explicar seus atos como resultantes de seus pensamentos, ao invés de explicá-los como consequência de suas necessidades (que, rapidamente, se refletem e atingem a consciência, ou seja, o cérebro). E assim surgiu, no decorrer do tempo, essa concepção idealista do mundo a qual, principalmente depois do ocaso do mundo antigo, dominou a maioria das cabeças. E até hoje domina ainda, e a tal ponto, que mesmo os naturalistas materialistas da escola darwiniana não conseguem estabelecer uma clara idéia a respeito da origem do homem; isso porque, sob essa influência ideológica, não reconhecem o papel desempenhado pelo trabalho nessa mesma origem.

Os animais, como já indicamos, modificam, por meio de sua atividade, a natureza ambiente, da mesma forma (mas não no mesmo grau) que o homem; e essas transformações por eles produzidas em seu ambiente, atuam, por sua vez, como já vimos, sobre os elementos causais, modificando-os. Isso porque, na Natureza, nada acontece isoladamente. Cada ser atua sobre o outro e vice-versa; e é justamente porque esquecem esse movimento reflexo e essa influência recíproca, que os nossos naturalistas ficam impossibilitados de ver com clareza as coisas mais simples. Já fizemos referência ao fato de como as cabras impedem o reflorestamento na Grécia. Na Ilha de Santa Helena, as cabras e os veados postos em terra pelos primeiros marinheiros que ali aportaram destruíram quase totalmente a antiga vegetação da ilha; e prepararam, assim, o solo para que pudessem proliferar as plantas para ali levadas pelos navegantes e colonos que chegaram mais tarde.

Mas, quando os animais exercem uma influência duradoura sobre o ambiente em que vivem, isso se dá independentemente de sua vontade, constituindo um fato puramente causal. O homem, porém, quanto mais se afasta da animalidade, tanto mais sua influência sobre a natureza ambiente adquire o caráter de uma ação prevista, que se desenvolve segundo um plano, dirigida no sentido de objetivos antecipadamente conhecidos e determinados. O animal destrói a vegetação de uma certa região, sem saber o que está fazendo. O homem a destrói para semear grãos no terreno assim limpo, para plantar árvores ou vinhas que, ele o sabe perfeitamente, produzirão muitas vezes mais do que o semeado; transporta plantas úteis e animais domésticos de um país para o outro, modificando assim a vegetação e a vida animal de continentes inteiros.

Ainda mais: por meios artificiais, plantas e animais são modificados pela mão do homem e de tal forma que se tornam irreconhecíveis. As plantas silvestres, de que procedem nossos cereais, hoje são procuradas em vão ⁽¹⁰⁾. Continua-se ainda a investigar de que animal selvagem procedem nossos cães que, por seu turno, são muito diferentes entre si, bem como as nossas raças equinas igualmente numerosas.

Evidentemente, não nos ocorre negar aos animais aptidão para uma atividade prevista, segundo um plano. Pelo contrário. A atividade planejada existe, em germe, em qualquer parte onde se encontre protoplasma, isto é, albumina viva, que reage: matéria que realiza movimentos, por mais simples que sejam, como resposta a determinadas reações exteriores. A maneira pela qual as plantas insetívoras apoderam-se da presa pode ser também considerada, em certo sentido, como obedecendo a um plano, muito embora inteiramente inconsciente. Nos animais, a faculdade de uma ação consciente, conforme um plano, é ampliada em relação com o desenvolvimento de seu sistema nervoso, alcançando, entre os mamíferos, um grau já bastante elevado. No esporte inglês denominado de “caça à rapôsa”, pode-se observar, diariamente, com que habilidade sabe a rapôsa utilizar seu grande conhecimento do terreno para escapar aos seus perseguidores, procurando, por todos os meios, interromper seu rastro. Entre nossos animais domésticos, mais desenvolvidos em virtude de suas relações com o homem, pode-se observar, a cada passo, manifestações de astúcia que podem ser colocadas no mesmo nível das reveladas pelas nossas crianças. Isso porque, assim como a história do desenvolvimento do embrião humano, no útero materno, representa apenas uma repetição abreviada da história do desenvolvimento corporal, durante milhões de anos, de nossos antepassados animais, a começar pelo verme; assim também o desenvolvimento mental de nossas crianças representa uma repetição, ainda mais abreviada, do desenvolvimento intelectual desses antepassados, pelo menos dos mais recentes. Mas toda a ação dos animais, obedecendo a um plano, não conseguiu imprimir na Terra o sêlo de sua vontade. Sômente o homem foi capaz de fazer isso.

Resumindo: o animal apenas *utiliza* a Natureza, nela produzindo modificações sômente por sua presença; o homem a submete, pondo-a a serviço de seus fins determinados, imprimindo-lhe as modificações que julga necessárias, isto é, *domina* a Natureza. E esta é a diferença essencial e decisiva entre o homem e os demais animais; e, por outro lado, é o trabalho que determina essa diferença.

Mas não nos regozijemos demasiadamente em face dessas vitórias humanas sôbre a Natureza. A cada uma dessas vitórias, ela exerce a sua vingança. Cada uma delas, na verdade, produz, em primeiro lugar, certas

conseqüências com que podemos contar; mas, em segundo e terceiro lugares, produz outras muito diferentes, não previstas, que quase sempre anulam essas primeiras conseqüências. Os homens que na Mesopotâmia, na Grécia, na Ásia Menor e noutras partes destruíram os bosques, para obter terra arável, não podiam imaginar que, dessa forma, estavam dando origem à atual desolação dessas terras ao despojá-las de seus bosques, isto é, dos centros de captação e acumulação de umidade. Os italianos dos Alpes, quando devastaram, na sua vertente Sul, os bosques de pinheiros, tão cuidadosamente conservados na vertente Norte, nem sequer suspeitavam que, dessa maneira, estavam arrancando, em seu território, as raízes da economia das granjas leiteiras; e menos ainda suspeitavam que assim estavam eliminando a água das vertentes da montanha, durante a maior parte do ano e que, na época das chuvas, seriam derramadas furiosas torrentes sobre as planícies. Os propagadores da batata, na Europa, não sabiam que, por meio desse tubérculo, estavam difundindo a escrófula. E assim, somos a cada passo advertidos de que não podemos dominar a Natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, como alguém situado fora da Natureza; mas sim que lhe pertencemos, com a nossa carne, nosso sangue, nosso cérebro; que estamos no meio dela; e que todo o nosso domínio sobre ela consiste na vantagem que levamos sobre os demais seres de poder chegar a conhecer suas leis e aplicá-las corretamente.

Na realidade, a cada dia que passa aprendemos a compreender mais corretamente as suas leis e a conhecer os efeitos imediatos e remotos resultantes de nossas intervenções no processo que a mesma leva a cabo. Principalmente em virtude dos gigantescos progressos realizados pelas ciências naturais no século atual, cada vez mais nos encontramos em condições de conhecer as conseqüências mais remotas de nossas mais comuns atividades de produção; pelo menos em condições de aprender a dominá-las. Mas, quanto mais se verifica isso, tanto mais os homens se sentirão unificados com a Natureza e tanto mais terão a consciência disso, tornando-se cada vez mais impossível sustentar essa noção absurda e antinatural que estabelece a oposição entre espírito e matéria, entre o homem e a Natureza, entre alma e corpo, concepção que surgiu na Europa depois da decomposição da antigüidade clássica e que adquiriu sua mais acentuada forma na doutrina do cristianismo.

Mas, se foi necessário o trabalho de milênios para que chegássemos a aprender, dentro de certos limites, a calcular os efeitos remotos de nossos atos orientados no sentido da produção, isso era muito mais difícil no que diz respeito aos efeitos *sociais* remotos, desses atos. Fizemos referência à batata e, por meio dela, à difusão da escrófula. Mas, que vem a ser a escrófula em face dos efeitos que a redução dos trabalhado-

res à alimentação (exclusiva) com batatas teve sôbre as condições de vida das massas populares de países inteiros; em face a fome que, em 1847, assolou a Irlanda em consequência da escrófula; que enterrou um milhão de pessoas e lançou ao mar dois milhões de irlandeses que se alimentavam exclusiva ou quase exclusivamente de batatas? Quando os árabes aprenderam a destilar o álcool, não era possível ocorrer-lhes, nem em sonhos, que haviam produzido um dos principais instrumentos com que os aborígenes da América (ainda não descoberta nessa época) seriam eliminados do mundo. E, quando Colombo descobriu essa mesma América, não podia supor que, dessa forma, daria vida nova à escravidão, já superada, desde muito, em toda a Europa, estabelecendo os fundamentos para o tráfico negreiro. Os homens que, nos séculos XVII e XVIII, contribuíram para o advento da máquina a vapor, não suspeitavam que, assim, estavam dando forma ao instrumento que, como nenhum outro, ia revolucionar as condições sociais em todo o mundo, principalmente na Europa, dando lugar à concentração da riqueza em mãos de uma minoria, e provocando a miséria da imensa maioria; instrumento que iria proporcionar à burguesia o domínio político e social, donde se originaria uma luta de classes entre aquela e o proletariado, luta essa que só pode terminar com a derrota da burguesia e com a eliminação de todas as contradições de classe. Na verdade, porém, aprendemos nesse campo (do trabalho), gradualmente, por meio de uma longa e quase sempre dura experiência (e mediante a coordenação e investigação do material histórico), a compreender claramente as consequências sociais, indiretas e remotas, de nossa atividade produtiva, o que nos proporciona a possibilidade de dominar e regular também essas consequências.

Mas, a fim de conseguir essa regulação, não basta o simples conhecimento. Para isso, será necessária uma completa revolução em nossa maneira de produzir e, ao mesmo tempo, de toda a ordem social atualmente dominante.

Todos os modos de produção só tiveram por objetivo, até agora, o efeito útil, mais imediato, do trabalho. As demais consequências, que só aparecem mais tarde, tornando-se evidentes por sua repetição e acumulação gradual, foram completamente descuidadas. A primitiva propriedade comum do solo correspondia, por um lado, a uma fase de desenvolvimento humano que limitava seu campo de noções às que eram mais imediatas; e, por outro, implicava um certo excesso de solo disponível, que deixava larga margem às possíveis más consequências dessa economia primitivamente selvática. Caso se esgotasse esse excesso de solo, desaparecia também a propriedade em comum. Todas as formas mais evoluídas de produção foram avançando até à separação da po-

pulação em classes diferentes, estabelecendo-se, dessa maneira, a oposição entre uma classe dominante e uma outra de oprimidos; mas, em virtude disso, o interesse da classe dominante foi o elemento que impulsionava a produção, enquanto esta não se limitava a uma estreita margem no que diz respeito às necessidades para a subsistência dos oprimidos. Sob sua forma mais avançada, isso agora se realiza através do modo capitalista de produção, imperante na Europa Ocidental. Os capitalistas, que dominam a produção e seu intercâmbio, não se podem preocupar, cada um deles, senão com o efeito útil e mais imediato relativo às suas atividades. Até mesmo esse efeito útil (enquanto se trata da utilidade do artigo produzido ou trocado) passa inteiramente a um segundo plano: a única mola propulsora consiste no lucro a ser obtido através da venda.

A ciência social da burguesia, a economia política clássica, ocupa-se apenas com os efeitos sociais imediatos a serem obtidos através das atividades humanas dirigidas no sentido da produção e do intercâmbio. Isso corresponde inteiramente à organização social da qual ela é a expressão teórica. Daí a razão por que os capitalistas, cada um por seu lado, produzem e trocam tendo apenas em vista o lucro imediato e, assim sendo, só podem colocar em primeiro lugar os resultados mais próximos e diretos. Considerando que qualquer industrial ou comerciante apenas se preocupa em vender, com um pouquinho de lucro embora, a mercadoria fabricada ou comprada, está claro que fica satisfeito e não mais se interessa pelo que possa acontecer com a mercadoria e com o seu comprador. O mesmo (sucede) com as conseqüências naturais dessas mesmas atividades. Aos agricultores espanhóis, estabelecidos em Cuba, que queimaram as matas nas encostas das montanhas (tendo conseguido, com as cinzas daí resultantes o adubo suficiente para uma só geração, para cafeeiros muito lucrativos), que lhes importava o fato de que, mais tarde, os aguaceiros tropicais provocassem a erosão das terras que, sem defesas vegetais, transformaram-se em rocha nua? Em face da Natureza, como em face da Sociedade, o modo atual de produção só leva em conta o êxito inicial e mais palpável; e, no entanto, muita gente se surpreende ainda pelo fato de que as conseqüências remotas das atividades assim orientadas sejam inteiramente diferentes e, quase sempre, contrárias ao objetivo visado; admiram-se de que a harmonia entre a oferta e a procura se transforme em seu oposto polar, como se verifica no transcurso de cada ciclo decenal da indústria e como também a Alemanha o experimentou, com um pequeno prelúdio, no *krach*; surpreendem-se de a propriedade privada, fundada no trabalho próprio, se desenvolver necessariamente no sentido da carência de propriedade entre

os trabalhadores, enquanto tôda a propriedade se concentra, cada vez mais, nas mãos dos que não trabalham; de que (...)

(Aqui é interrompido o manuscrito.)

NOTAS

(1) — Isto é muito pouco provável. Na região indicada foi localizada uma larga cordilheira que cruza o Oceano Índico; mas, caso seja resultante de um continente submerso, êste se teria afundado provavelmente antes de terem os nossos ancestrais atingido semelhante grau de desenvolvimento. (N. de Haldane)

x x x

(2) — Foi sugerido que êsse processo teria sido acelerado devido ao desaparecimento das matas da Ásia Central, o que obrigou nossos ancestrais a perseguir sua prêsa. (N. de Haldane)

x x x

(3) — Os chimpanzés podem realizar algumas operações por iniciativa própria. (N. de Haldane)

x x x

(4) — A conexão pode ser explicada em uns poucos casos (N. de Haldane)

x x x

(5) — Isso é duvidoso. Um cão não pode distinguir entre olores que, para o homem, são distintos; mas a inversa é também verdadeira. (N. de Haldane)

x x x

(1) — Uma autoridade de primeira ordem a êsse respeito, Sir W. Thompson, calculou que não pode haver transcorrido *muito mais de cem milhões de anos* (6), desde o tempo em que a Terra já estava bastante fria para que pudesse admitir a vida vegetal e animal. (N. de Haldane)

x x x

(6) — Êsse tempo foi grandemente ampliado devido à descoberta da radioatividade. O número correto é de, provavelmente, uns 1.500 milhões de ano. (N. de Haldane)

x x x

(7) — Ê muito duvidoso que a evolução se tenha verificado como resultado dêsse processo. (N. de Haldane)

(8) — A crença de Engels num regime de alimentação não é compartilhada universalmente, de maneira nenhuma, pelos bioquímicos, se bem se deva recordar que a maioria dos chamados vegetarianos tomam leite ou seus subprodutos. (N. de *Haldane*)

x x x

(9) — Trata-se, provavelmente, de um exagero. O estudo da técnica da Idade da Pedra sugere que os períodos de estagnação duraram dezenas ou centenas de gerações. É certo que o tempo consumido pela evolução humana é muito mais longo do que Engels acreditava possível (êle e seus contemporâneos científicos). (N. de *Haldane*)

x x x

(10) — Em muitos casos, são agora conhecidos com bastante exatidão. (N. de *Haldane*)

A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NO MUNDO DOS ESPÍRITOS (II)

De acôrdo com o manuscrito. Elaborado entre 1880 e 1882. Publicado, pela primeira vez, no *Illustrierter Neue Welt-Kalender für das Jahr 1898*.

(Nota do Instituto Marx-Engels-Lenin.)

A DIALÉTICA, que conseguiu penetrar na consciência popular, encontra sua perfeita expressão no velho ditado segundo o qual os extremos se tocam. De acôrdo com êsse dito, dificilmente nos enganaríamos se buscássemos o mais alto grau de fantasia, credulidade e superstição, já que não dizemos nessa tendência científica que, tal como a filosofia alemã da Natureza, tentava enquadrar à fôrça o mundo objetivo dentro dos marcos de seu pensamento subjetivo; mas, e muito melhor, na tendência oposta: aquela que, repousando sôbre a simples experiência, encara o pensamento com soberano desprezo e que, por certo, foi a que contribuiu para que chegasse tão longe a vacuidade do pensamento. Essa é a escola que predomina na Inglaterra. Já o seu criador, o mui gabado Francis Bacon, exige que seu nôvo método empírico-dedutivo seja aplicado para alcançar-se principalmente o seguinte: prolongação da vida, rejuvenescimento dentro de certos limites, mudança de estatura e de feições, produção de novas espécies, domínio do ar e produção de tempestades. Queixa-se êle de que tais investigações tenham sido abandonadas e, na sua história natural, fornece receitas formais para fazer ouro e realizar diversos milagres. Também Isaac Newton, na sua velhice, empregou grande parte de seu tempo em expor a revelação de São João. De sorte que ninguém se deve espantar pelo fato de que o empirismo inglês, nos últimos anos, por intermédio de alguns de seus representantes — e não dos piores — tenha caído, ao que parece, já sem esperança, na invocação e visão de espíritos, idéias importadas da América do Norte.

O primeiro homem de ciência sôbre o qual falaremos, é o eminente zoólogo e botânico Alfred Russell Wallace (1823-1913), o mesmo que, simultâneamente com Darwin, estabeleceu a teoria da evolução das espécies por seleção natural. Em seu folheto *On Miracles and Modern Spiritualism* (Londres, Burns, 1875), conta êle que suas primeiras ex-

periências nesse ramo da ciência datam de 1844, ano em que assistiu às conferências do senhor Spencer Hall a respeito do mesmerismo, daí resultando ter êle realizado experiências semelhantes com seus alunos. "Interessei-me vivamente pelo assunto e a êle me apliquei com grande ardor". Não só conseguiu produzir o sono hipnótico, ao lado de fenômenos de rigidez articular e perda da sensibilidade, como também confirmou a exatidão do mapa craniano de Gall (Franz Joseph, 1758-1828), pois ao tocar qualquer dos órgãos de Gall, manifestava-se, no paciente hipnotizado, a atividade correspondente, através de gestos vivos e apropriados. Demonstrou, além disso, que seu paciente, sendo bastante que o tocasse, participava de tôdas as sensações do operador: embriagou-o, com um copo de água, apenas pelo fato de lhe dizer que era conhaque. Podia perturbar de tal maneira a mente de um rapaz, que êste esquecia o próprio nome, fatos que outros mestres conseguem realizar sem mesmerismo. E assim por diante.

Ocorre, porém, que eu também tive ocasião de conhecer êsse senhor Spencer Hall, em Manchester, no inverno de 1843-44. Era um charlatão ordinaríssimo, que percorria o país sob a proteção de alguns padres, realizando exhibições hipnótico-frenológicas, por intermédio de uma jovem, a fim de demonstrar a existência de Deus, a imortalidade da alma e a falsidade do materialismo então ensinando pelo owenistas em tôdas as grandes cidades. A môça era mergulhada em sono hipnótico e, tão logo o operador tocava qualquer dos órgãos de Gall, no seu crânio, ela fazia gestos e tomava atitudes teatrais, que demonstravam a entrada em atividade do órgão correspondente; por exemplo: se tocada no órgão do amor às crianças (filoprogenitividade), ela acariciava e beijava uma boneca, etc. O bondoso Hall havia assim enriquecido a geografia craniana de Gall com uma nova ilha da Baratária: no ápice do crânio, êle havia descoberto um órgão — o da veneração — que, ao ser tocado, fazia cair de joelhos sua senhorita hipnotizada; e esta unia suas mãos, em oração, e apresentava aos filisteus assombrados ali reunidos um anjo em êxtase. Êsse era o clímax e o cavalo de batalha da exhibição. A existência de Deus ficava assim demonstrada.

A mim e a um conhecido meu aconteceu qualquer coisa parecida com o que sucedeu ao senhor Wallace: os fenômenos nos impressionaram e tratamos de ver até que ponto poderíamos reproduzi-los. Um inteligente menino de doze anos ofereceu-se para servir às nossas experiências. Olhando-o suavemente nos olhos ou acariciando-o era fácil transportá-lo ao estado hipnótico. Mas, talvez porque fôssemos menos crédulos e nos entregássemos menos arduamente ao trabalho que o Sr. Wallace, o fato é que chegamos a resultados inteiramente diferentes. Exceto a rigidez muscular e a ausência de percepção sensorial, facilmente

te provocadas, encontramos um estado de completa passividade da vontade, ligado a uma peculiar hipersensibilidade. O paciente, ao sair de sua letargia, devido a qualquer estímulo externo, apresentava uma vivacidade muito maior do que no estado de vigília. Quanto à misteriosa relação com o operador, não havia sinal; qualquer pessoa podia pôr em atividade o hipnotizado, com a mesma facilidade. Pôr em ação os órgãos cranianos de Gall era, para nós, coisa de somenos; fomos até muito mais longe: podíamos, não somente, trocá-los entre si e distribuí-los por todo o corpo, como também nos era possível produzir uma quantidade de outros órgãos: o do canto, o do assobio, o do trombetear, do dançar, o do box, o da costura, o da sapataria, o do fumar, etc., sendo que os colocávamos onde nos aprouvesse. Wallace embriagava seus pacientes com água; nós, entretanto, descobrimos no dedo grande do pé um órgão da embriaguez que, apenas por nós tocado, fazia com que uma esplêndida comédia de bêbedos fôsse logo representada. Mas entenda-se bem: nenhum órgão apresentava a mínima sombra de atividade enquanto não se fizesse compreender ao paciente aquilo que dêle se esperava; e o rapaz rapidamente progrediu, nessas práticas, e de tal forma que bastava uma ligeira indicação para que êle entrasse em atividade. Os órgãos dessa maneira produzidos manifestavam a mesma atividade em hipnotizações posteriores, a menos que lhe dêssemos outras atribuições. O paciente possuía, inclusive, uma dupla memória: uma, para o estado de vigília e outra, para o hipnótico. No que respeita à passividade da vontade e sua absoluta sujeição à vontade de uma terceira pessoa, a mesma perde tôda a sua milagrosa aparência, bastando para isso recordarmos que êsse estado resultou da sujeição da vontade do paciente à do operador e que a mesma não pode ser restabelecida sem a interferência dêste. O mais poderoso magnetizador do mundo está perdido, no momento em que seu paciente lhe rir à face.

Enquanto nós, com o nosso frívolo ceticismo, chegávamos à conclusão de que o fundamento da charlatanice magnético-frenológica residia numa série de fenômenos que, na sua maior parte, diferem apenas, em certo grau, daqueles que se verificam no estado de vigília, não permitindo portanto uma interpretação mística, o ardor do Sr. Wallace conduziu-o a uma série de fraudes e enganos em virtude dos quais confirmava, em todos os seus detalhes, o mapa craniano de Gall, estabelecendo uma relação misteriosa entre operador e paciente (I). Ao longo de todo o relatório do senhor Wallace, sincero até à ingenuidade, torna-se evidente que se preocupou muito menos em investigar os fundamentos reais da charlatanice e muito mais em reproduzir todos os fenômenos, fôsse como fôsse. É necessária apenas essa disposição de ânimo para transformar, em pouco tempo, o primitivo investigador em um simples adepto, mediante certas fraudes. O senhor Wallace termina

manifestando sua crença nos milagres magnético-frenológicos, já quase instalado no mundo dos espíritos.

Acabou de instalar-se no ano de 1865. Voltando de seus doze anos de viagens pela zona tropical, as experiências com a mesa giratória o introduziram na intimidade de um grupo de diversos *mediums*. A rapidez com que se verificaram seus progressos, como foi completo o seu domínio desses temas, demonstra-o o já referido folheto. Espera êle, não só que aceitemos como boa moeda todos os supostos milagres de Home, dos irmãos Davenport e outros *mediums* (todos os quais se exibem mais ou menos por dinheiro, tendo sido, em sua maior parte, denunciados como impostores), mas também tôda uma série de histórias de espíritos, pretendidamente autênticas, relativas aos tempos antigos. As pitonisas do Oráculo grego, as bruxas da Idade Média, eram *mediums*; e Jamblico descreve, com grande precisão, em seu *De Divinatione*, “os mais assombrosos fenômenos do espiritismo moderno”.

Apenas um exemplo de como o senhor Wallace trata a confirmação científica e a autenticação desses milagres. Constituí, certamente, uma grande pretensão essa de que devemos crer que os mencionados espíritos se deixem fotografar; e, evidentemente, temos o direito de exigir que tais fotografias de espíritos sejam autenticadas do modo mais incontestável, antes de as aceitarmos como genuínas. Pois muito bem: o senhor Wallace, (Pág. 187), conta-nos que, em março de 1872, a senhora Guppy (em solteira Nicholls), uma distinta *medium*, deixou-se fotografar, com seu marido e com seu filhinho, em casa do Sr. Hudson, em Notting Hill, e que, em duas fotografias distintas, aparecia, por detrás dela, como que lhe dando a bênção, uma figura feminina, ricamente vestida de gase branca, com traços fisionômicos aparentemente orientais. “Por conseguinte, uma das duas coisas é absolutamente certa (II): ou ali estava presente um ser vivo, inteligente mas invisível; ou então o Sr. e a Sra. Guppy, o fotógrafo, e outra qualquer pessoa, planejaram uma *perversa* impostura, mantendo-a desde então. Mas eu conheço muito bem o Sr. e a Sra. Guppy e tenho a *absoluta convicção* de que são tão incapazes de uma impostura dessa espécie como qualquer sério investigador da verdade, no domínio da ciência”.

Em conseqüência: ou impostura, ou fotografia de espíritos. De acôrdo. E, na impostura, ou o espírito já estava nas chapas fotográficas, ou então deviam estar implicadas na fraude quatro pessoas, ou três se deixarmos de lado o velho sr. Guppy (que morreu aos 84 anos de idade, em janeiro de 1875), como irresponsável ou como subornado (era bastante colocá-lo por trás do biombo espanhol, no fundo da cena). Não é necessário perder tempo para provar que um fotógrafo podia conseguir, sem dificuldade, um *modêlo* do espírito. O fato é que o fotógrafo

Hudson, pouco tempo depois, passou a ser perseguido publicamente devido a sua habitual falsificação de fotografias de espíritos e o Sr. Wallace diz então, conciliador: "Uma coisa está clara: no caso de ter havido alguma impostura, esta foi logo descoberta pelos próprios espiritualistas". Por conseguinte, não é possível confiar-se muito no fotógrafo. Resta a Sra. Guppy: a seu favor existe apenas "a absoluta convicção" de seu amigo Wallace a respeito de sua honorabilidade. Nada mais? De forma alguma. Em favor da absoluta confiança de que é credora a Sra. Guppy, existe a sua afirmação de que, certa noite, nos princípios de junho de 1871, foi transportada pelo ar, em estado de inconsciência, desde a sua casa, situada em Highbury Hill Park, até a Rua Lamb's Conduit, 69 (à distância de três milhas inglesas, em linha reta), e depositada sobre a mesa dessa casa de n.º 69, no meio de uma sessão espírita. As portas da casa encontravam-se fechadas e, apesar de ser a Sra. Guppy uma das mulheres mais gordas de Londres (isso nos parece bastante esclarecedor), sua súbita entrada não deixou a mínima abertura, nem na porta, nem no teto (relatado em o *Echo*, jornal londrinense, de 8 de junho de 1871). E, depois de tudo isso, quem não acreditar na autenticidade das fotografias de espíritos é uma alma sem salvação.

O segundo dos eminentes adeptos do espiritismo, entre os homens de ciência ingleses, é o Sr. William Crookes (1832-1919), o descobridor do elemento químico tálio e inventor do radiômetro (na Alemanha também chamado moinho de luz). O Sr. Crookes começou a investigar as manifestações espíritas por volta de 1871, empregando, para tal fim, uma série de aparelhos físicos e mecânicos, balanços de mola, baterias elétricas etc. Se lançou mão do aparelho principal, que seria uma inteligência crítico-cética e se continuou, até o fim, num estado favorável para o trabalho, é o que veremos. Seja como fôr, depois de um tempo não muito longo, o Sr. Crookes foi tão inteiramente conquistado como o Sr. Wallace. Conta-nos êle que, desde alguns anos, uma jovem "a senhorita Florence Cook, vem apresentando notáveis qualidades de *medium*; e, nos últimos anos, essa mediunidade alcançou seu mais elevado grau na criação de uma perfeita forma feminina (que êle afirma ser de origem espiritual) que se apresentou descalça, vestida de roupas brancas esvoaçantes, enquanto que a *medium* estava vestida de negro, amarrada e profundamente adormecida, numa sala contígua". Esse espírito, que disse chamar-se Katey e que era curiosamente parecida com a Srta. Cook, certa noite foi repentinamente agarrado e retido pela cintura pelo Sr. Volckman (atual marido da Sra. Guppy) para verificar se não se tratava de uma outra edição da Srta. Cook. O espírito demonstrou ser uma forte e valente jovem, defendeu-se vigorosamente,

houve intervenção dos espectadores, as luzes se apagaram e, quando a calma foi restabelecida, a sala foi novamente iluminada, depois de alguma luta; o espírito havia desaparecido e a Srta. Cook permanecia amarrada e inconsciente no seu canto. Mas afirma-se que o Sr. Volckmann sustenta, até hoje, que foi a senhorita que êle agarrou e a mais ninguém. Para esclarecer o fato cientificamente, um famoso perito em electricidade, o Sr. Varley, por ocasião de uma outra experiência, fez com que a corrente de uma bateria elétrica passasse pelo corpo do *medium*, a Srta. Cook, de maneira que esta não poderia fazer o papel de espírito, sem interromper a corrente. No entretanto, o espírito apareceu. Por conseguinte, tratava-se de um ser distinto da Srta. Cook. Coube ao Sr. Crookes fazer a verificação final do fato. Seu primeiro passo foi no sentido de conquistar a *confiança* da senhorita espiritualista. Essa confiança (assim o declara o mesmo Sr., no *Spiritualist* de 5 de junho de 1874), “foi crescendo gradualmente e de tal forma que ela, afinal, se recusava a tomar parte numa sessão que não fôsse por mim arranjada e dirigida. Dizia êle que me queria sempre a seu lado, perto de seu gabinete; verifiquei que (uma vez consolidada sua confiança e tendo ela se convencido de que eu não faltaria a *nenhuma das promessas que lhe havia feito*), os fenômenos cresceram consideravelmente de intensidade e se tornou evidente que não poderia ser obtidos de outra maneira. Frequentemente *me consultava* a respeito das pessoas presentes às sessões e sobre os lugares que lhes deviam ser destinados, já que ultimamente se havia tornado muito nervosa devido a certas sugestões e conselhos maldosos, segundo os quais, além de outros processos de investigação, mais científicos, devia-se também aplicar a *violência*”.

A jovem espiritualista retribuiu essa confiança, tão carinhosa quanto científica, na mais larga medida. Apareceu, inclusive (coisa de que já não podemos nos admirar), na casa do Sr. Crookes, brincou com as crianças, contando-lhes “anedotas sobre suas aventuras na Índia”; contou também ao Sr. Crookes “algumas das mais amargas experiências de sua vida passada”; permitiu que êle a tomasse em seus braços para vencer-se de sua sólida materialidade; permitiu que lhe tomasse o pulso e contasse as suas pulsações; e finalmente fez-se fotografar ao lado do Sr. Crookes. “Êsse espírito materializado — diz o Sr. Wallace — depois de ter sido visto, tocado e fotografado e depois de se haver conversado com êle, *desapareceu completamente* de uma pequena sala donde não se podia sair senão atravessando outro compartimento contíguo, cheio de espectadores”; o que não constitui grande façanha levando-se em conta que êsses espectadores deviam ser suficientemente amáveis para manifestarem ao Sr. Crookes, em cuja casa ocorriam tais fatos, a mesma confiança que êste demonstrava ter nos espíritos.

Infelizmente, êsses “fenômenos perfeitamente autenticados”, não são levados a sério nem mesmo pelos espiritualistas. Vimos mais atrás como o muito espiritualista Sr. Vockman tomou a iniciatiava de agarrar duma forma bem material. Pois bem: um membro espiritual da “British National Association of Spiritualists”, estêve também presente a uma sessão da Srta. Cook e verificou, sem dificuldade, que a sala por cuja porta entrou e desapareceu o espírito, comunicava-se com o mundo exterior por meio de uma *segunda porta*. O comportamento do Sr. Crookes, também presente, deu “o golpe de graça em minha crença de que, nessas manifestações, podia haver alguma coisa verídica” (*Mistic London*, pelo Rev. C. Maurice Davies, Londres, Tinsley Brothers). E, além de tudo mais, chegou o dia em que, na América do Norte, se descobriu como se *materializavam* as *Kateys*. Um casal por nome Holmes realizou exhibições em Filadélfia, nas quais aparecia também uma *Katey*, que recebeu numerosos presentes de seus adeptos. Mas um cético não descansou até encontrar as pegadas dessa *Katey* que, por sinal, havia feito já, noutra ocasião, uma greve por falta de pagamento; e descobriu-a, numa casa de pensão: uma jovem de carne e osso, indiscutivelmente, e tendo em seu poder todos os presentes que haviam feito ao espírito.

Também o Continente Europeu preocupou-se com o problema dêsses cientistas visionários. Uma corporação científica de São Petersburgo (não sei exatamente se a Universidade ou a própria Academia) encarregou os senhores Conselheiros de Estado Aksadoff e o químico Butleroff de investigarem os fundamentos dos fenômenos espiritistas, ao que parece não tendo resultado coisa alguma da missão de que foram encarregados. Por outro lado, a dar crédito aos ruidosos anúncios dos espiritistas, — a Alemanha também agora produziu o seu homem na pessoa do senhor professor Zöllner, de Leipzig.

É sabido que, durante anos, o Sr. Zöllner (Johann Karl Friedrich, 1834-1882), trabalhou arduosamente no problema da *quarta dimensão* do espaço, descobrindo que muitas coisas irrealizáveis no espaço tridimensional são perfeitamente possíveis no espaço a quatro dimensões; assim é que, neste último, pode-se virar pelo avêso uma esfera metálica fechada, tal qual uma luva, sem praticar nela nenhuma abertura; da mesma forma, se pode fazer um nó em uma corda de comprimento infinito por ambos os lados, ou numa outra que tenha seus extremos fixados em alguma parte; e dois anéis fechados e separados, podem ser enlaçados entre si sem abrir qualquer dêles; e muitos outros artifícios dessa espécie. Pois bem: segundo as últimas e triunfais notícias do mundo dos espíritos, diz-se que o Sr. Professor Zöllner apelou para um ou mais *mediuns* no sentido de ajudá-lo a determinar, com maiores

detalhes, as possibilidades da quarta dimensão. Diz-se que o êxito foi assombroso; que, depois duma sessão, o braço da cadeira sôbre o qual êle descansava o seu braço (enquanto que sua mão não abandonava a mesa) se havia enlaçado com seu braço; que um fio fixado em ambos os extremos da mesa, aparecia com quatro nós, etc. Resumindo: diz-se que tôdas as maravilhas da quarta dimensão foram realizadas pelos espíritos, como um simples brinquedo. É preciso recordar que *relata referos* não externo opinião a respeito da exatidão do boletim dos espíritos; se o mesmo contiver inexatidões, o Sr. Zöllner deveria ficar-me agradecido por lhe dar eu a oportunidade de fazer, no mesmo, as necessárias correções. Mas, no caso de serem reproduzidas, sem tergiversações, as experiências do Sr. Zollner, o fato indicará uma nova era não só na ciência dos espíritos, como também na matemática. Os espíritos demonstram a existência da quarta dimensão, da mesma forma que esta comprova a existência dos espíritos. E, uma vez que isso tenha sido estabelecido, será aberto um campo completamente nôvo e incomensurável para a ciência. Tôda a matemática e tôda a ciência anteriores serão transformadas numa simples escola preparatória destinada ao estudo da quarta dimensão e mesmo de outras dimensões superiores; bem como para a mecânica, para a física, para a química e para a fisiologia dos espíritos que se movem nessas dimensões superiores. O Sr. Crookes, por acaso, não terá estabelecido cientificamente a perda de pêso que experimentam as mesas e os outros móveis, quando de sua transição (como agora podemos denominar o fenômeno) à quarta dimensão? E, por acaso, o Sr. Wallace não declara que isso prova que, nela, o fogo não produz danos no corpo humano? Teremos agora, pois, inclusive a fisiologia dos corpos espirituais! Respiram, têm pulso (e, portanto, pulmões, coração e aparelho respiratório) e, conseqüentemente, estão, pelo menos, tão perfeitamente equipados quanto nós naquilo que se refere aos demais órgãos corporais. Isso porque a respiração requer hidratos de carbono, cuja combustão se verifica nos pulmões; e êsses hidratos de carbono só podem ser provenientes de fora; portanto, os espíritos devem ter estômago, intestinos e seus acessórios; e uma vez que tenhamos comprovado isso, o resto se segue sem dificuldade. Mas a existência de tais órgãos, deixa prever a possibilidade de os mesmos se tornarem enfermos; por conseguinte, é de prever que o Sr. Virchow venha a escrever uma patologia celular do mundo dos espíritos. Considerando finalmente, que a maior parte dêsses espíritos são delicadas senhoritas, que não se diferenciam das mulheres terrestres senão pela sua beleza sobrenatural, é possível que não tarde muito em ser estabelecido pelo Sr. Crookes, pela batida do pulso, *o coração feminino não falha*, abre-se também, no terreno da seleção natural, uma quarta di-

mensão, na qual já não há por que temer que a confundamos com a feroz social democracia.

Isso é bastante. Assim fica demonstrado, de forma palpável, qual o caminho mais seguro para nos transferirmos do terreno da ciência para o do misticismo. Já não se trata da extravagante teoria da filosofia da Natureza, mas sim do mais vulgar de todos os empirismos: o que despreza tôdas as teorias, o que desconfia de qualquer atividade do pensamento. Não é a necessidade apriorística que demonstra a existência dos espíritos, mas sim a observação empírica realizada pelos Srs. Wallace, Crookes & Cia. Já que acreditamos nas investigações espectroscópicas de Crookes, que conduziram à descoberta do tálio; e nos ricos estudos e descobertas de Wallace, no arquipélago Malaio; querem também que manifestemos a mesma credulidade em relação às experiências e descobertas spiritistas dêsses mesmos investigadores. E se manifestamos a nossa opinião, dizendo que entre as duas há uma pequena diferença, isto é, que, nas primeiras, podemos verificar a sua exatidão e, nas segundas, não, replicam êsses visionários spiritistas, dizendo que êsse não é o caso, que êles estão prontos a nos dar a oportunidade de verificar também a realidade das aparições espíritas.

É certo que não se pode desprezar impunemente a dialética. Por maior que seja o desdém que tenhamos por todo o pensamento teórico, não é possível estabelecer a relação entre dois fatos naturais, ou verificar a conexão entre êles existente, sem auxílio do pensamento teórico. A questão consiste apenas em saber se pensamos corretamente, ou não; e o desprezo pela teoria constitui evidentemente o caminho mais seguro para que pensemos de forma naturalista e, portanto, erradamente. E, de acôrdo com uma lei dialética, conhecida desde a Antigüidade, um pensamento incorreto, sendo levado até a sua conclusão lógica, chegará inevitavelmente ao oposto de seu ponto de partida. Por conseguinte, o desprezo empírico votado à dialética recebe o seu castigo ao conduzir alguns dos mais intransigentes empiristas à mais estúpida de tôdas as superstições: o moderno espiritismo.

A mesma coisa acontece com a matemática. Os metafísicos que se dedicam a êsse ramo da ciência, alardeam, com enorme orgulho, a absoluta irrefutabilidade dos resultados de sua ciência. Mas, entre êsses resultados, figuram também as grandezas imaginárias que, assim, adquirem uma certa realidade. Mas, uma vez que alguém se tenha acostumado a atribuir à $V-1$ ou à quarta dimensão alguma realidade que escape à nossa inteligência, não representa nada dar um passo mais e aceitar o mundo dos espíritos e dos *mediuns*. É como dizia Ketteler de Dollinger (1): “O homem tem defendido tantos disparates, durante a

sua existência, que podia ter admitido, realmente, no negócio, a infalibilidade”.

Diante dos fatos, o simples empirismo é incapaz de refutar os empiristas. Em primeiro lugar, os fenômenos *superiores* apresentam-se imediatamente, quando o *investigador* de que se trata está tão emaranhado em sua trama que só vê o que deve ou aquilo que quer ver; tal como procede o Sr. Crookes, com a sua inimitável ingenuidade. Mas, em segundo lugar, aos espíritas não interessa centenas de fatos denunciados como imposturas, bem como dezenas de supostos *mediuns* serem, provavelmente, vulgares mistificadores. Enquanto cada um dos alegados milagres não tenha sido esclarecido, o terreno está livre para que continuem existindo. É o que diz claramente Wallace no que se refere às fotografias falsificadas de espíritos. A existência das falsificações prova a autenticidade das que não são falsificadas.

E assim se vê obrigado o empirismo a refutar os importunos visionários espíritas, não por meio de experiências empíricas, mas sim apoiando-se em considerações teóricas e dizendo, com Huxley: “A única coisa boa que consigo ver na demonstração da verdade do espiritismo é que ele fornece um argumento mais contra o recurso ao suicídio. É melhor viver como um varredor de rua do que morrer e ser obrigado a dizer tolices através de um *medium* que recebe um guinéu por sessão!”

NOTAS

(I) — Conforme já foi dito, os pacientes aperfeiçoam-se com a prática. Por conseguinte, é muito possível que, quando a sujeição da vontade se torna habitual, a relação entre os participantes vai-se fazendo mais íntima, os fenômenos individuais se intensificam e se refletem debilmente, inclusive no estado de vigília. (N. de Haldane)

x

(II) — O mundo dos espíritos está num plano superior ao da gramática. Um humorista simulou estar dominado pelo espírito do gramático Lindley Murray. E quando perguntaram ao espírito se estava presente, o mesmo respondeu: *I are* (americanismo, em vez de *I am*). O médium era norte-americano (N. de Haldane)

x

(1) — Um intelectual católico que aceitava o dogma da infalibilidade do Papa. (N. de Haldane)

Índice

Prólogo de J. B. S. Haldane 7

DIALÉTICA DA NATUREZA

Prefácio 15

Natureza geral da dialética como ciência 34

Formas fundamentais do movimento 41

Medida do movimento: o trabalho 57

O calor 71

A eletricidade 76

APONTAMENTOS

Dialética e ciência 126

APÊNDICE

I — Humanização do macaco pelo trabalho 215

II — A investigação científica no mundo dos espíritos 229