



Sala 5  
Gab. —  
Est. 56  
Tab. 8  
N.º 17



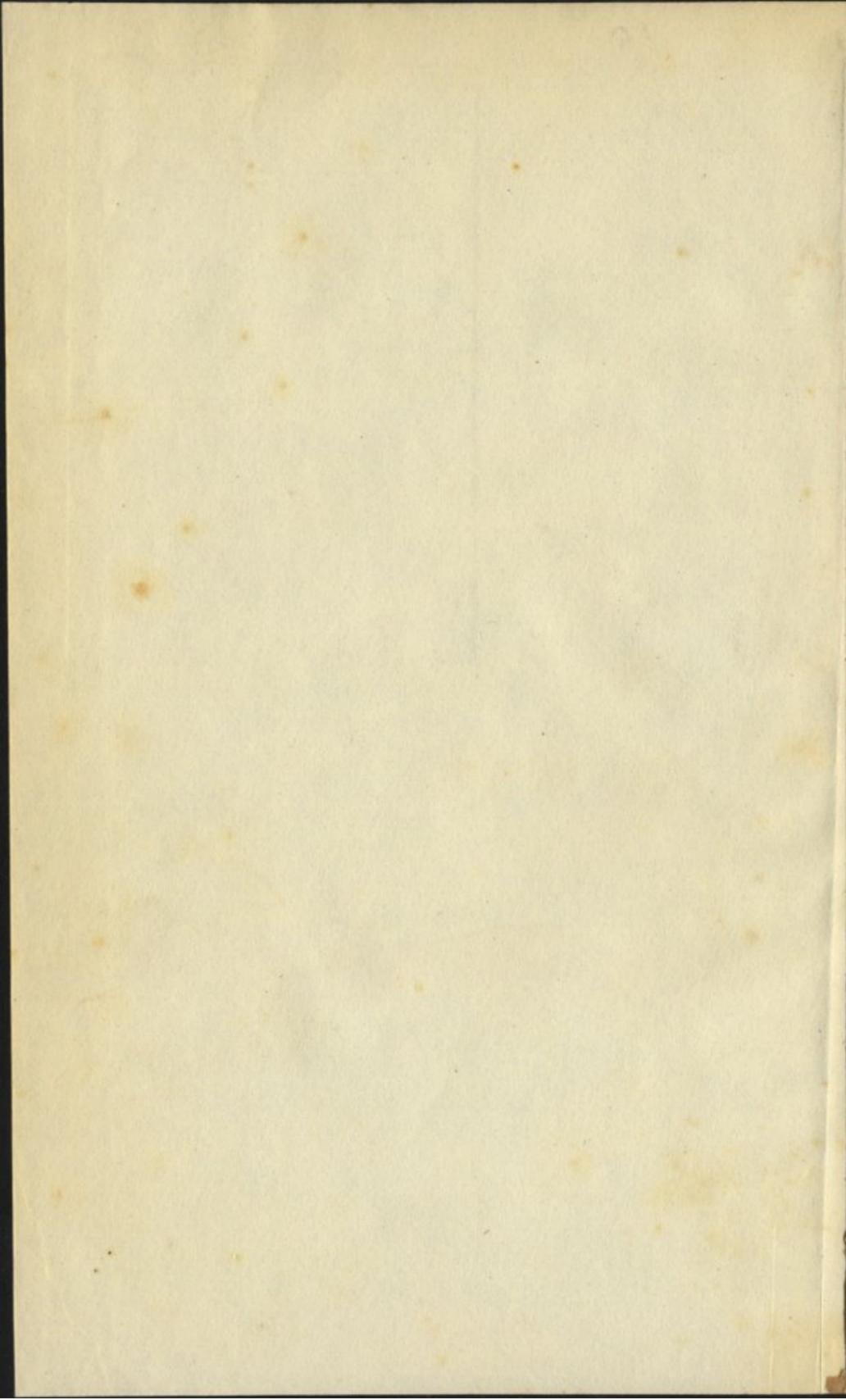
UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
Biblioteca Geral



1301600495



b 24499 134



*Dissertação*

JOÃO DUARTE D'OLIVEIRA

Bacharel formado em Medicina  
Sócio efectivo do Instituto de Coimbra

*B.*  
*Pinheiro*

# O FENÓMENO BIOLÓGICO

(A Energética)

## FISIOLOGIA ANAGÉNICA

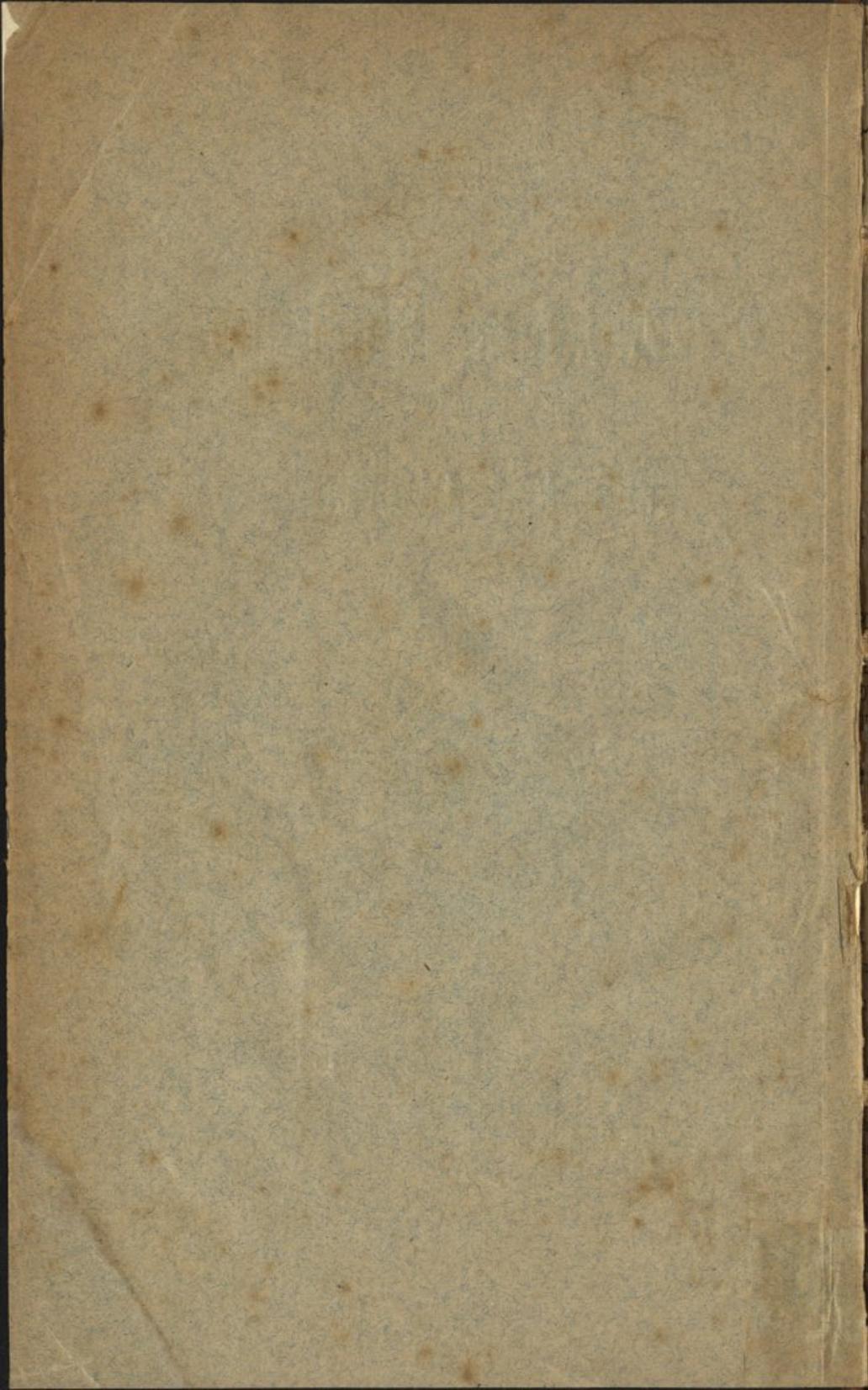


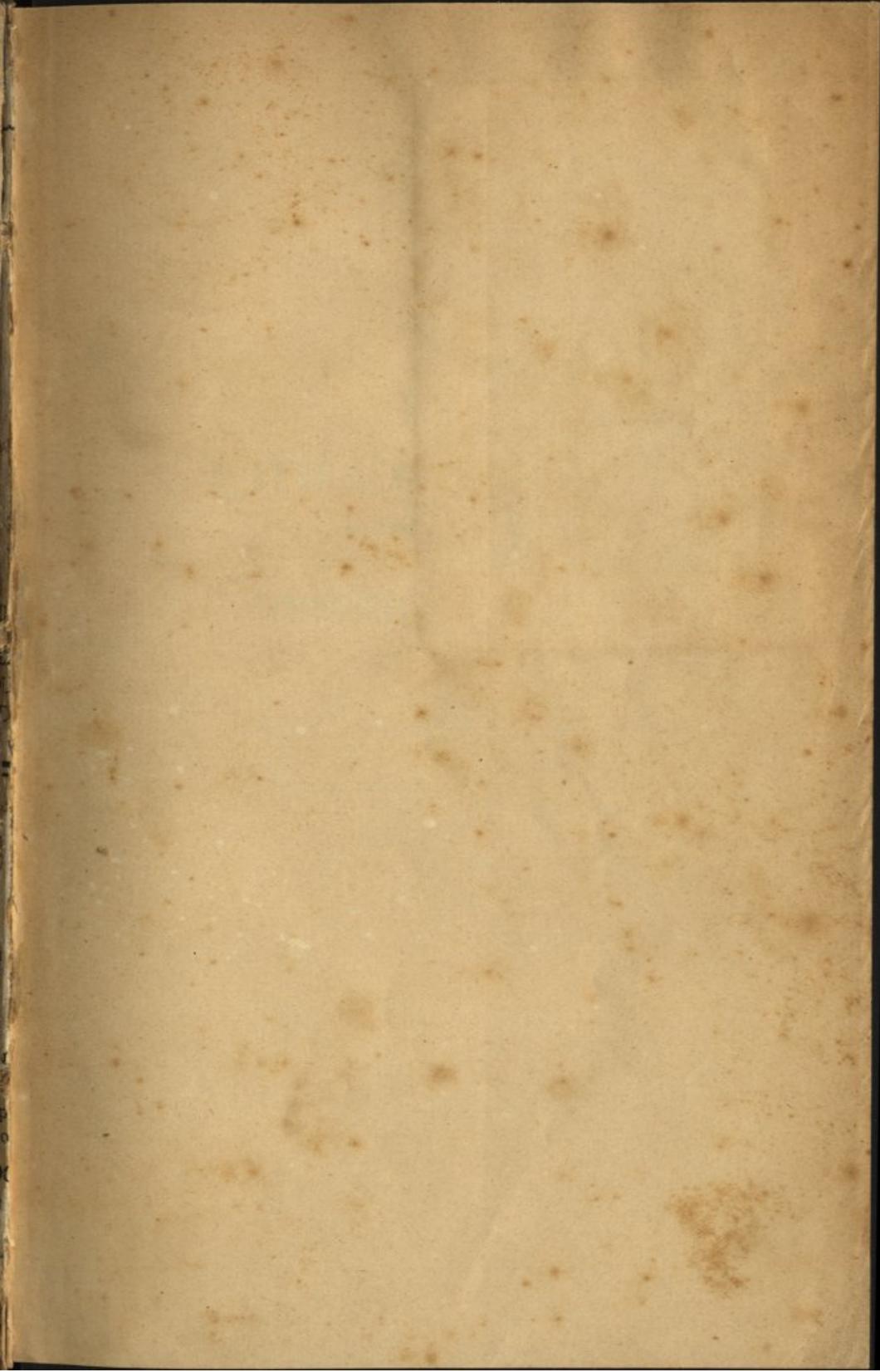
COIMBRA

IMPRESA DA UNIVERSIDADE

1913

*Pinheiro*



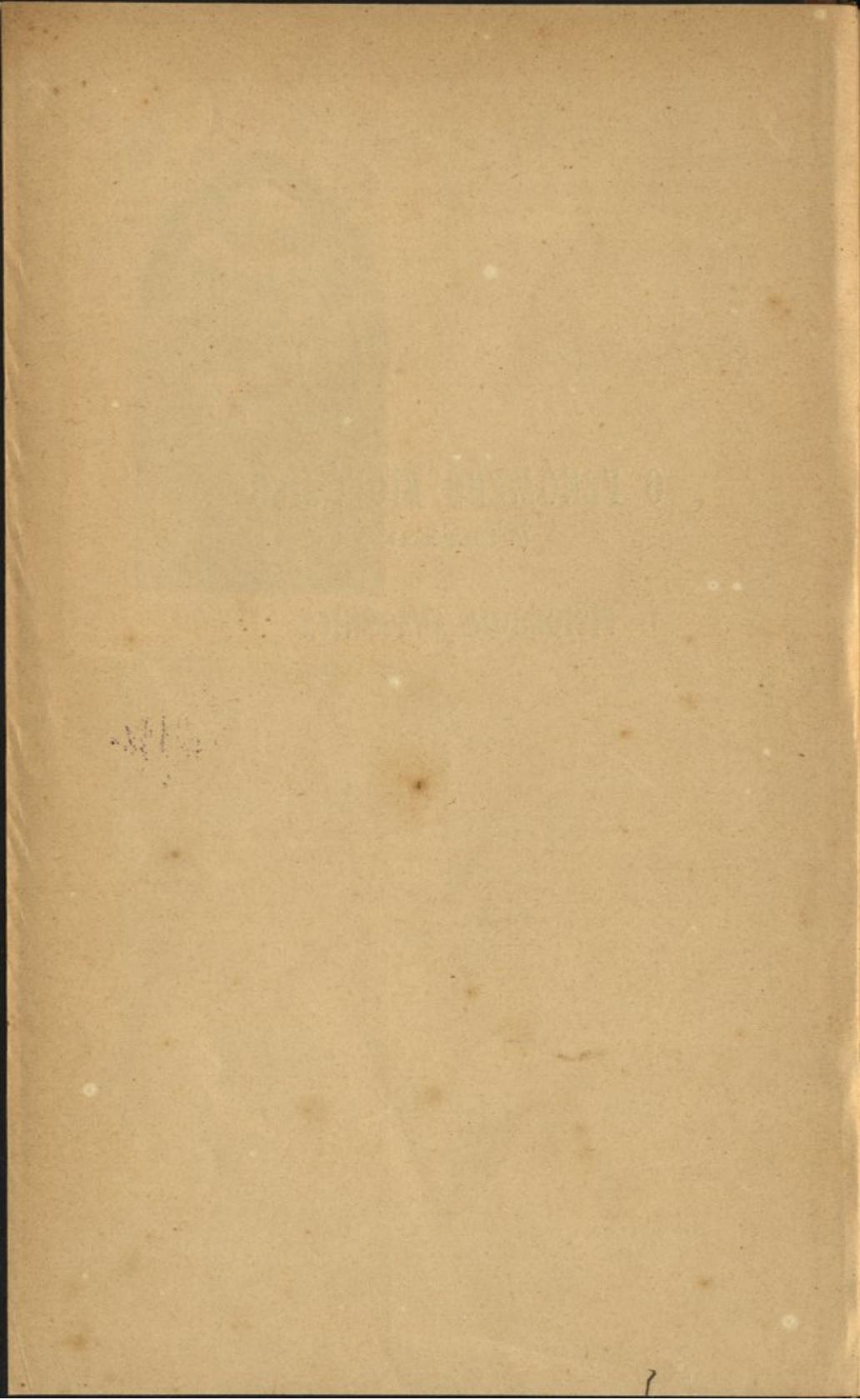




# O FENÓMENO BIOLÓGICO

(A Energética)

FISIOLOGIA ANAGÉNICA



JOÃO DUARTE D'OLIVEIRA

Bacharel formado em Medicina  
Sócio efectivo do Instituto de Coimbra

# O FENÓMENO BIOLÓGICO

(A Energética)

## FISIOLOGIA ANAGÉNICA



3-JUL-18

COÍMBRA

IMPRESA DA UNIVERSIDADE

1913

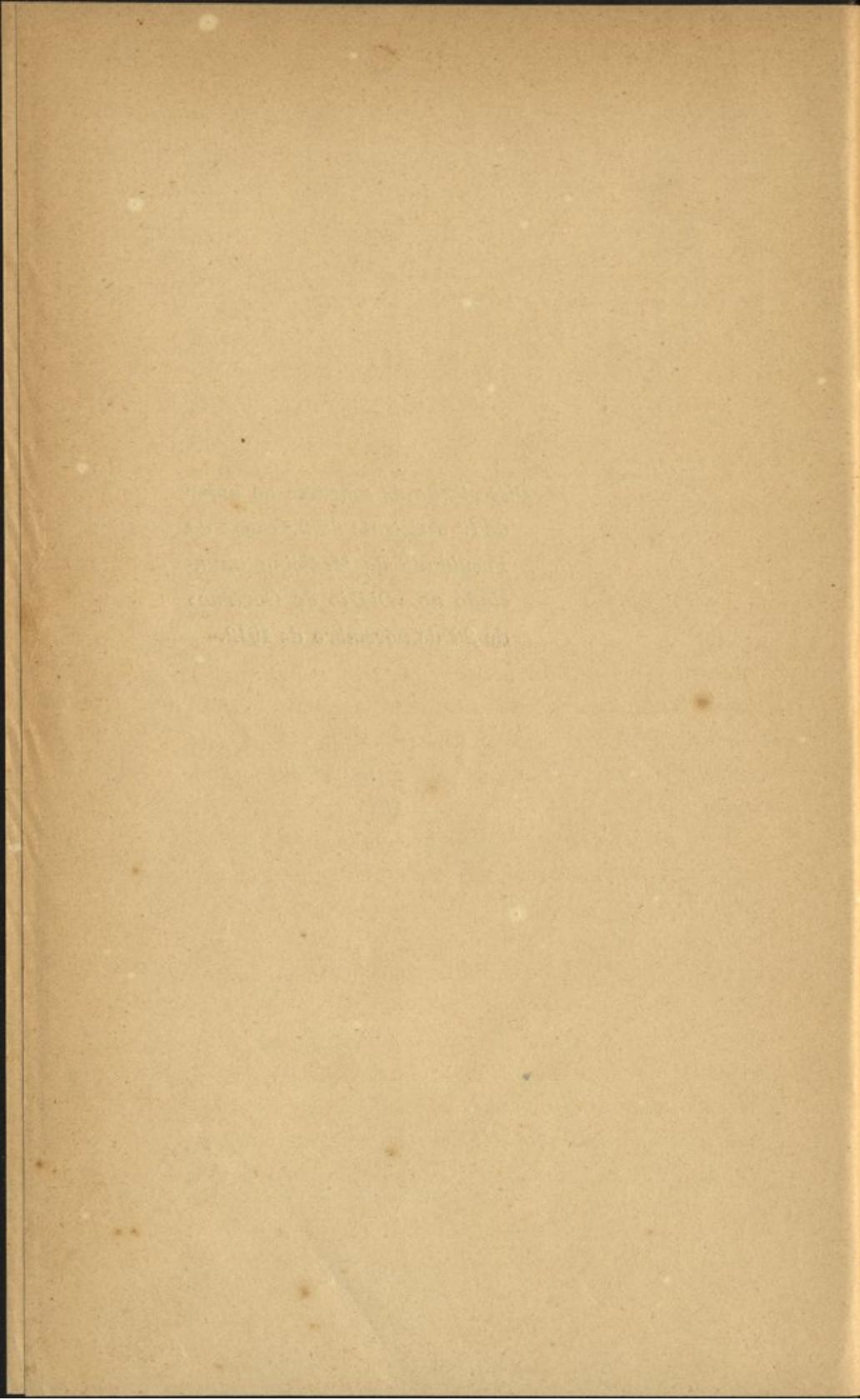
THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY



THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

*Dissertação de concurso ao lugar  
de 1.º assistente da 2.ª classe da  
Faculdade de Medicina anun-  
ciado no «Diário do Governo»  
de 28 de novembro de 1912.*



## PREAMBULO

O desejo de concorrer ao lugar de primeiro assistente da 2.<sup>a</sup> classe dos estudos medicos, na Universidade de Coimbra, é a razão da publicação dêste livro.

Achando-se esta classe organizada com as cadeiras de Fisiologia geral e especial, Química biológica e Física biológica e Histologia, e sendo corrente, na literatura científica, a noção de que os fenómenos vitais são apenas modalidades fisico-químicas, julguei ser de algum interesse determinar as relações em que, scientificamente, devam pôr-se as disciplinas acima indicadas.

Se a tendência geral é hoje orientada no sentido de considerar a vida como química e física dos organismos, não será inverosímil que a um ou outro espírito pareça ali demais a Fisiologia.

Eu, porém, entendo que tanto a Química como a Física biológicas em nada cerceam o objecto da Fisiologia. O domínio desta sciência é vasto e complexo bastante para dar matéria de investigação e estudo a todos os outros ramos do saber. Desde a mais grosseira manifestação mecânica do corpo do animal até à mais subtil reacção neurónica que condiciona um pensamento,

desde a física dos sólidos até à dinâmica dos *espíritos*, a actividade do ser vivo absorve todas as sciências, e nem com todas elas se completa e satisfaz.

Por isso, sustento que deve manter-se rigorosamente a verdadeira autonomia científica da Fisiologia, não como simples conveniência de metodosição de conhecimentos, mas sim pela imposição do seu próprio objecto irreduzível.

A Física e a Química biológicas não substituem a Fisiologia, mas subordinam-se-lhes, como meios de investigação que a robustecem.

O fenómeno biológico é aqui encarado sob vários aspectos, desde o limite último a que o têm recuado as concepções mais gerais, até ao domínio das teorias puramente mecânicas, e ainda em relação com as doutrinas físicas e químicas que têm procurado construir uma noção científica da vida.

Consideradas como insuficientes todas as tentativas de explicação nêsse sentido, o fenomeno vital fica pôsto como objecto irreduzível duma sciência verdadeira autonoma -- a Fisiologia.

A Fisiologia deixará de visar o problema irresoluvel do que seja a natureza íntima da vida como conceito geral, vago e mais ou menos abstracto, para se exercer no estudo concreto do ser vivo individualizado; como a Física estuda as propriedades dum corpo electrísado independentemente de saber o que seja a electricidade.

Num quadro de estudos medicos a Fisiologia não pode deixar de encarar o estudo do organismo em função, pelo lado mais práctico e mais útil.

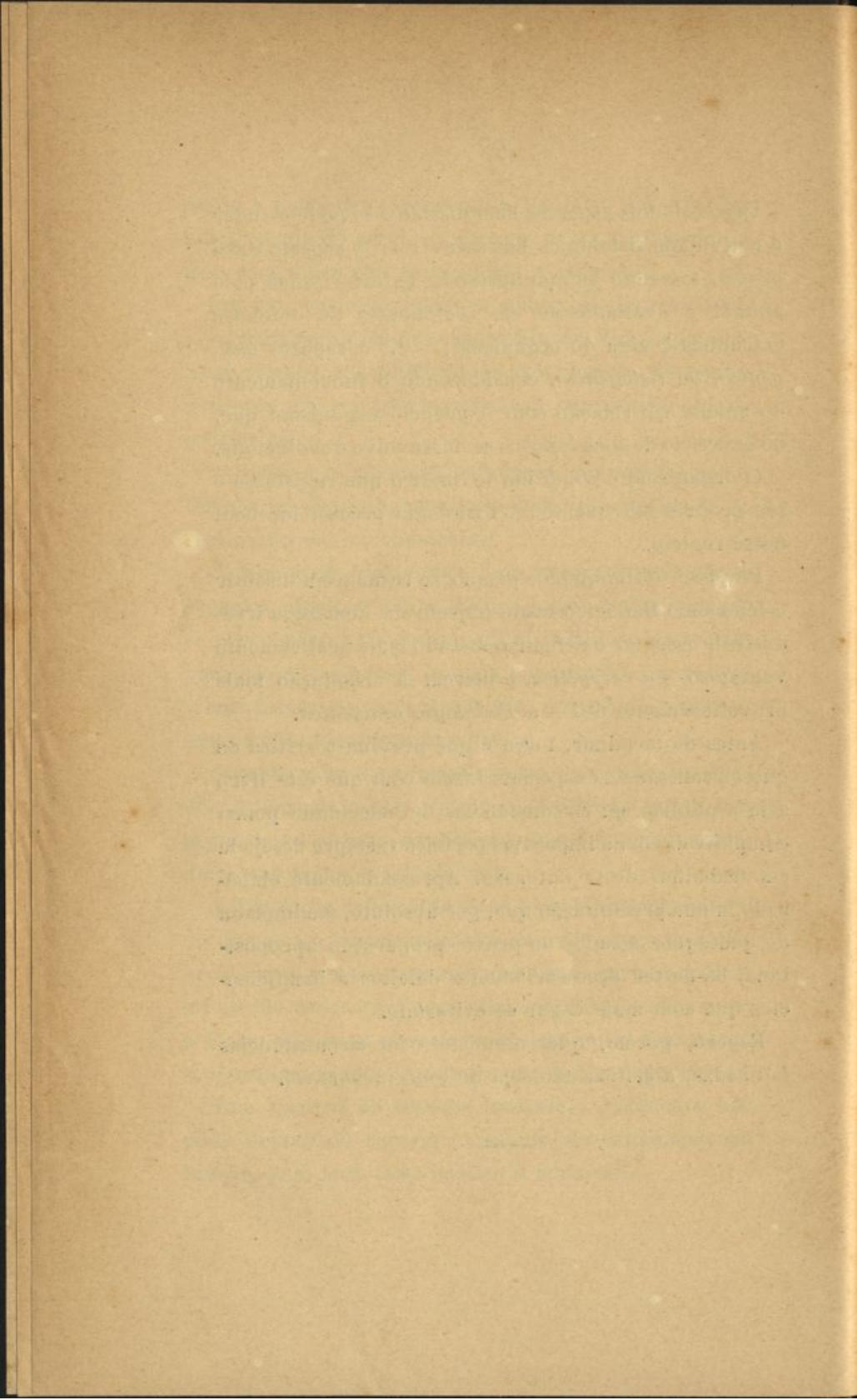
Ora, sob dois aspectos bem distintos se pode estudar a actividade fisiológica dos seres — 1.º o aspecto *catagénico*, tomando as manifestações exteriorisadas pelo animal e avaliando-as em coeficientes de unidades estranhas à vida do organismo; — 2.º o aspecto *anagénico*, ou *fisiogénico*, considerando o funcionamento do animal em relação com o próprio organismo que, no exercício de suas funções se desenvolve e evoluciona.

O organismo é como um taxímetro que registasse o seu próprio movimento. A Fisiologia precisa ler bem nesse registo.

Por isso, o fim que me propuz se resume em discutir o fenómeno biológico como objecto da Fisiologia irreductível, assentar e defenir o método mais praticamente vantajoso — *a energética*, e marcar a orientação mais proveitosamente útil — *a Fisiologia anagénica*.

Antes de terminar, força é que previna a crítica de que circunstâncias especiais fazem com que êste livro sáia a público em circunstâncias de celeridade pouco compatíveis com a impecável perfeição sempre desejada em trabalhos desta natureza. Apressadamente elaborado, numa precipitação que, por absoluto, me impedia de quaesquer estudos de prévia preparação a propósito-tada, há-de ter necessariamente defeitos e insufficiencias que com mais vagar se evitariam.

Espero, porém, que, atendendo às circunstâncias indicadas, a crítica não seja de todo inexorável.



## CAPÍTULO I

### A noção de fenómeno vital recuada até ao limite das mais avançadas concepções gerais

Nutrir-se, viver, reproduzir-se, lutar sempre e cada vez mais por manter e afirmar a sua integridade individual, por adquirir e manter a máxima amplitude de suas funções, esgotar-se até morrer nesta luta incessante, eis no que vem sintetisar-se toda a actividade biológica dos seres: quer o homem na aparatosa luta do seu viver social, quer a ameba na microscópica agitação do seu reacionismo elementar.

O mundo vivo identifica-se assim, todo, na base de seus processos vitais; e, embora discreto no espaço, a ciência tem-o unificado por suas relações, abraçando nos laços dos mesmos princípios e subordinando às mesmas leis, toda a infinita série de variadas formas que, desde a origem, vêm gravitando na interminável órbita da evolução biológica.

Nesta arêna do mundo, a um cantinho do Universo, o homem esgota-se e cansa-se numa luta constante a que o arrasta a sua própria actividade que, continuamente, está elaborando impulsos novos, dentro do seu próprio ser.

Nutre-se, desenvolve-se, e, animado por mil impul-

sos, de origem inconsciente a maior parte das vezes, vai seguindo a acidentada marcha de seu desenvolvimento ontogénico. Reproduz-se, integrando-se na evolução filogénica com um coeficiente análogo ao que lhe fôra transmitido já; e assim, o homem, a humanidade toda, todo o mundo vivo se vai perpetuando no tempo, evolucionando sempre, e sempre incorporando-se, ainda, num maior ciclo evolutivo de amplitude infinita, por onde vai agitando-se ao mesmo tempo toda a vida e toda a matéria.

O homem, como todo o ser vivo, é a realização fenomenal dum conjunto de tendências evolutivas que, ao mesmo tempo, sôbre êle incidem e se conjugam, dum modo análogo áquêle por que, no mesmo astro, se compõem os impulsos que simultâneamente o vão arrastando segundo órbitas cada vez mais amplas. E lá vão... como que fascinados por uma aspiração sem méta, numa anciedade indefinida e vaga em que parece todo o Universo se agita, lá vão o astro e o homem, a matéria e a vida, arrebatados no desenvolvimento da universal actividade eterna, pelos estadíos fôra duma evolução sem fim.

O pensamento, rodando na esfera amplíssima destas concepções gerais, pede à sciência os dados para resolver essa monstruosidade assombrosa que sempre constituiu para a humanidade o problema do Universo. E, por sôbre êsse abismo, despenham-se em catadupas as mais fartas torrentes das locubrações scientificas de todos os tempos; mas, ao desencadear-se para êsse pégo insondável de enígmás, o pensamento pulveriza-se antes de lhe atingir o fundo; vaporiza-se a ideia em neblina que mais e mais se adensa em nuvem que engrossa e

escurece, finalmente, na treva impenetravel da mesma immensa profundidade inatingivel sempre.

Permanecerá êste X eternamente levantado diante da curiosidade humana?

Há, na verdade, uma orla de sombra a limitar o horizonte da sciência, seja qual fôr o fenomeno que ela prescrute, mas sombra que tanto mais se afasta quanto mais o conhecimento das relações fenomenais se amplifica.

Determinar o valor e a significação dum fenómeno é tão difficil como seria determinar o movimento absoluto dum astro. Mas, assim como o astrónomo estuda o movimento dos corpos celestes procurando as órbitas de cada um em relação às órbitas doutros, assim também a sciência deve empenhar-se em comparar os fenómenos para que, estabelecendo o maior número de relações recíprocas, os venha a conhecer, afinal, com a maior aproximação possível.

É singrando neste rumo que trabalhadores e estudiosos tem apreendido as relações fenomenais do mundo vivo e da universal actividade eterna, não só abarcando toda a vida no mesmo conceito biológico, mas envolvendo na mesma concepção toda a fenomenalidade da natureza.

A concepção biológica, baseada, desde SCHWAN, até VIRCHOW, na noção anatomo-fisiológica da célula irreductivel, tem sido, na verdade, fecunda em resultados; mas não pode satisfazer todos os espíritos assim acañhada, e como que peada à fôrça, nas malhas dos retículos protoplásmicos, sem uma saída por onde lhe fôsse livre a expansão para outros domínios mais amplamente explorados. Era preciso passar da biologia

à física e à química, abrir trincheiras, aterrar abismos, rasgar à fisiologia os véus em que se envolviam as subtilesas funcionais das células, para dar o biologista a mão ao químico, e trocarem ambos impressões como filósofos.

O biologista na fãina de desembrulhar o turbilhão vital que redemoínha no interior da célula, fez-se químico; e anda, já à muito, portas a dentro das membranas celulares a destrinçar o labirinto das moléculas albuminoides, com o raciocínio enredado pelos profusos radicais orgânicos que a análise, desmoronando o edifício da célula, consegue exumar de suas ruínas.

MAX VERWORN diz: «os biogénos (moléculas de albumina viva) representam o verdadeiro substrátum da vida. É na sua contínua decomposição e recomposição, que consiste o processo da vida, de que os fenómenos vitais são a expressão».

GAUTIER escreve: «a célula tem os seus órgãos separados, os plastídulos organizados para produzir cada um a sua matéria específica»; e mais ainda: «é na estrutura e organização das moléculas últimas, e no seu modo físico de associação, que é preciso procurar a origem dos fenómenos elementares da vida».

Para aquêles órgãos celulares, e para estas moléculas apela também o Sr. Prof. ANTÓNIO PADUA, quando ao escrever sôbre a constituição da célula diz: «é possível que num futuro mais ou menos próximo a sua estrutura e a sua fisiologia sejam conhecidas completamente. Se assim succeder para os NEBENKERN e outras granações análogas, talvez então se resolvam algumas das questões que mais inexplicáveis tem permanecido até hoje».

A velha noção celular encontra-se, pois, já muito dissociada e como que desmoronada completamente a integridade da concepção primitiva pelos embâtes repetidos das investigações modernas. Não é já uma célula que reage e vive, é um agregado de individualidades reaccionais, que conjugam as suas afinidades, na complexa actividade vital. A célula desagrega-se em corpúsculos e granulações, estas em moléculas albuminoides — «*os biogénes*»; estes são agregados de radicais orgânicos que a análise liberta em moléculas mais simples, e que torna a decompôr nas misteriosas entidades atómicas que o raciocínio impõe a si mesmo, como a concretisação irreductivel de todas as locubrações scientificas sôbre a matéria.

Parece o microscópio da fantasia excedendo em milhares de diâmetros a máxima amplificação das lentes. E não será talvez nunca possível construir o condensador maravilhoso, que haja de reunir em foco a luz suficientemente intensa de que precisa o raciocínio da sciência para esclarecer a nebulosa infinitamente pequena do mais banal agregado atómico. ZSIGMONDI e SIEDENTOPF iluminaram as estruturas ultramicroscópicas até distinguir as micélas; mas quanto será preciso ultrapassar aquele *ultra* para dar corpo à subtileza atómica?

No entanto, é nas regiões longínquas, onde o raciocínio esbarra com essas nebulosas irresolueveis, que tentam alguns espiritos assentar os fundamentos de suas concepções para a arquitectura da grande síntese em que abarquem a actividade dos mundos.

Não conseguem com a análise, o cadinho, a retorta, senão desagregar, decompôr, destruir o complexo bio-

génico que concretiza a vida; mas, se não pôde a química subir do átomo à célula, tomam azas no raciocínio para suprirem as deficiências técnicas, e passam da matéria à vida, num vôo que, afinal, traduz mais fôrça de fantasia do que ponderada lógica de argumentos.

E vem, então, a sugestão das comparações esbater as características dos factos:

O organismo é, como diz MATTEUCI, comparável a uma máquina de vapor ou de electricidade, isto é, a um sistema material onde, pelo simples jogo das afinidades químicas, se produz continuamente a energia que, sob a forma de calor, trabalho mecânico, muscular e nervoso, se manifesta:

— o estômago faz lembrar uma retorta onde as substâncias alimentares se decompõem e se transformam segundo as leis que LAVOISIER, DALTON e RICHTER impuseram a toda a matéria; e nas permutações de suas energias químicas os princípios de MAYER e JOULE imperam com igual despotismo:

— A circulação é um jogo de bombas num aparelho especial de hidráulica, comandado pela hidrodinâmica com a inflexibilidade de seus princípios, desde PASCAL até BERNOUILLI:

— o músculo é um electrólito trabalhando por uma dança de iões, e a célula nervosa um gerador de qualquer potencial dinâmico que, pelo telégrafo dos nervos, comanda o funcionamento dos órgãos:

— o cérebro é, com CABANIS, um órgão a produzir pensamento como o fígado segrega a bilis:

— e até a própria consciência, essa lanterna acesa em nossa tão velhinha alma, a cuja luz o pensamento

se está remirando no volver de suas cogitações ideais, até ela, como epifenómeno apenas, não querem que seja em nós, mais que a resultante doutras consciências que por si possuam os nossos elementos vivos, e ainda, nestes, ela não será mais que um reflexo particularmente polarizado dessa vibração universal que faz um indivíduo consciente de cada molécula, e põe a centelha brilhante duma ideia no impenetrável mistério de cada átomo.

Assim o problema biológico recua e foge, diante da análise prescrutadora da ciência, como sombra de uma visão esquíva que se furta a devassar seus mistérios ao pensamento.

Quando saímos do mundo vivo sem apanhar na análise o segredo da vida, ao entrar no mundo inorgânico, a dificuldade assoberba-se complicada dos segredos da matéria. E aí, onde a física tudo reduz a moléculas e a química pulveriza em átomos, onde tudo enfim, que seja propriedade, movimento, energia ou fôrça, a ciência subtilisa em vibração e éter, como encontrar um apoio, por frágil que seja, para manter o imponderável edifício duma compreensão bem raciocinada?

A ciência da matéria tenta suster o pensamento, com o travão do *postulado* atômico. A biologia póde bem querer chegar até aí, a filiar na capacidade reaccional dessas irreduzíveis *dinâmides*, verdadeiros *geants travestis*, como lhes chama TYNDAL, todo o movimento vital, como sendo uma modalidade apenas do movimento universal.

Mas essa é a esfera alta e nebulosa onde a ciência sem poder dar rumo, deixa inspirar-se de concepções a filosofia. Tem, aí, jus ao mesmo respeito as «homeo-

merías» de ANAXAGORAS, como aquêles gigantes disfarçados de TYNDAL, as «enteléchias» de ARISTOTELES como as «mónades» de LEIBNITZ ou a «natura naturata» de SPINOSA.

Mas os elementos da sciência objectiva faltam, e... vêm-me à mente os versos do poeta, no conto das mouras encantadas — «Tudo ali é vago e vão — são como aereos fantasmas —, etc.

Aí, o pensamento não tem peias, e pôde figurar a vida como uma série ininterrupta de reacções, uma deflagração constante de energias que se expandem à porfia, ou um redemoinho constante de átomos que se chocam na irreductivel vibração de suas actividades específicas, permutando, no seio do turbilhão em que se agitam, as fôrças vivas que os animam.

A biologia, a física, a química, podem dar-se a mão ali, num cordeal aperto recíproco, fundindo-se numa sciência única, vastíssima e imensa na sua amplitude infinita, assombrosamente sintética na sua gigante e bisarra concepção simplista.

E, uma vez guindado o pensamento a tão elevado apogeu de sublimidade, então, um astro que gira sulcando os céos, um cérebro que pensa em lhe determinar a órbita, o músculo que se contráe escriturando os cálculos, e a máquina de ferro que se móve estereotipando nas páginas de ouro da sciência os resultados magistrais da intelligência humana, tudo isso se relaciona e apreende, à luz que sôbre tudo derramam os clarões de uma tal concepção grandiosa.

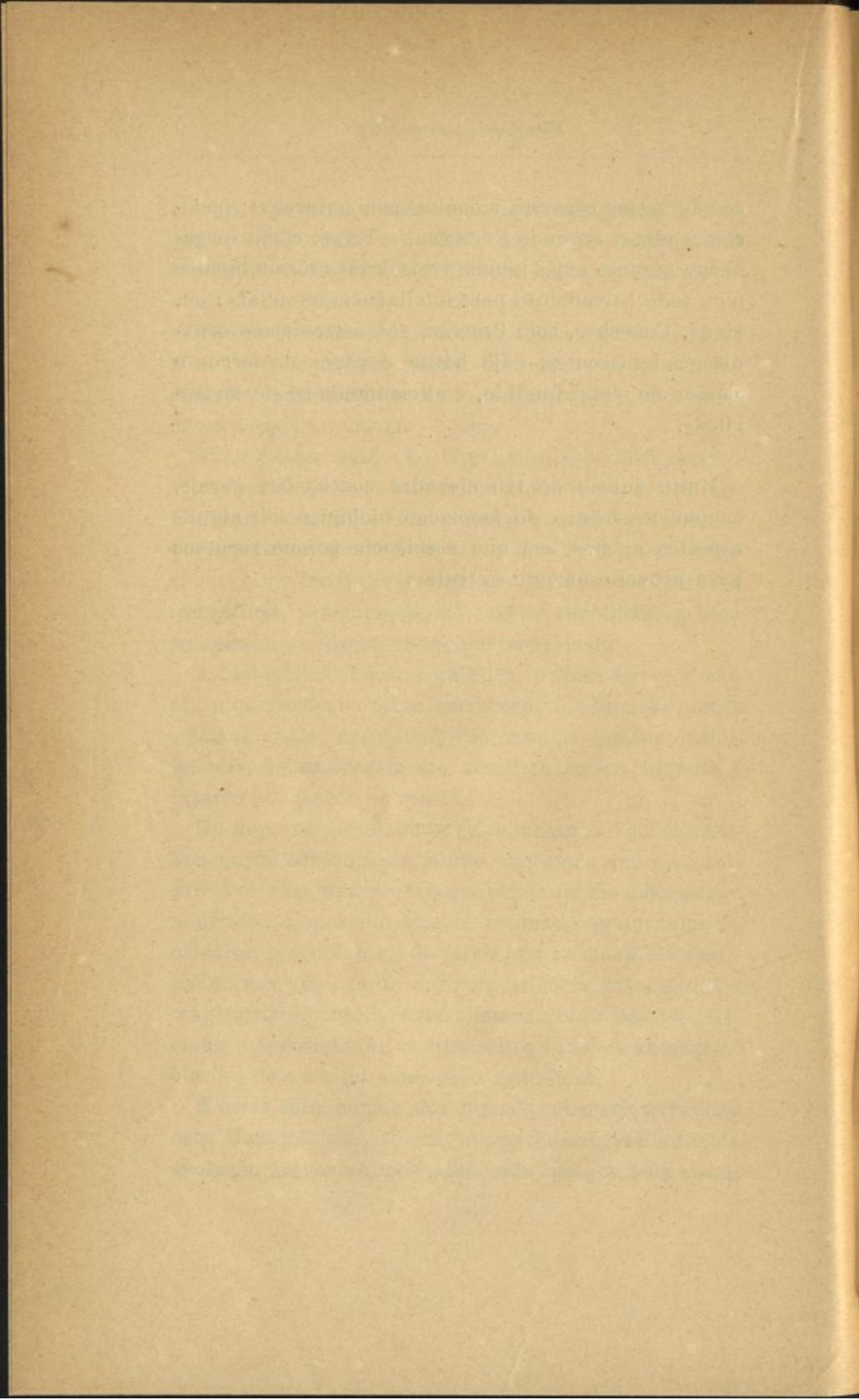
É dessa culminância alta que nós poderemos visionar com HAECKEL não só «as maravilhosas verdades da evolução universal, mas também os inesgotáveis tesou-

---

ros de beleza esparsos a ocultas pela natureza»; poderemos olhar, segundo FECHNER, a Terra, como «organismo gigante cujas inumeráveis órgãos fôram ligados num todo harmoniôso pela inteligência mundial»: ou, ainda, Conceber, com PREYER, «os astros como organismos igniscentes, cujo hálito é vapor de ferro, o sangue de metal fundido, e alimentando-se de meteorítos».

Muito áquem de tão elevadas concepções gerais, ocupar-nos hêmos do fenómeno biológico sob alguns aspectos apenas, em que a sciência possui recursos para proveitosamente se tratar.

---



## CAPÍTULO II

### Rápido escôrcço hipsográfico da história da vida e da alma

Espíritos, auras e flatos. — O espírito dos metais. — Espíritos maus nas galerias da minas. — «Vital substance» de ROBERT BOYLE. — Alquimia do espírito. — O «princípio rector sideral» de KEPLER. — Atracção universal. — Repulsão universal. — Expectação prudente.

Para HIPPOCRATES, PLATÃO, SOCRATES, ARISTOTELES, a alma é o princípio interno de toda a vida no homem. PYTHAGORAS chamou-lhe *psyche*.

PARACELSO e VAN HELMONT (1493-1541, 1577-1644) povoaram o homem de almas-archêos.

CARDAN e PARACELSO davam alma a todos os metais; CAMPANELA a todos os elementos; e o imortal KEPLER a todos os astros.

DESCARTES separou a alma pensante do organismo corpóreo, pondo a alma no corpo como o pianista ao piano.

PERRAULT (1613-1688) e STAHL (1660-1734) atacaram o automatismo de DESCARTES, e supozeram a alma causa inteligente da vida e da organização.

LEIBNITZ separou também a alma do corpo, constituindo duas entidades paralelas e harmónicas de

fórma que tudo se passava como se a alma não existisse.

HALLER (1708-1777), com a sua teoria da irritabilidade, abalou as teorias iatromecânicas, preparando o Vitalismo que veio a ser fundado por BORDEU (1722-1776). BARTHEZ (1734-1806) desenvolve o vitalismo de BORDEU CHAUSSIER (1746-1828) segue a mesma doutrina que vem a ser claramente expressa por LUÍS DUMAS (1765-1813).

Na Alemanha, o vitalismo não foi tão claramente desenvolvido como em França, mas teve lá o seu fundador REIL (1759-1813).

Com CABANIS (1757-1808), a ciência do homem toma uma feição francamente materialista, numa direcção sistematizada pelo séptico e apaixonadamente empírico MAGENDIE (1783-1855).

CL. BERNARD (1813-1878) lança os princípios fundamentais do verdadeiro vitalismo e cria o determinismo fisiológico.

O materialismo de CABANIS, no século XVIII, vinha preparado desde o sensismo de LOCKE (1632-1704) e de CONDILAC (1715-1780).

Na antiguidade clássica abundavam as palavras spiritus, auras e flatus.

Já no *Genesis* — *spiritus Dei ferebatur super aquam*; expressão que traduzia o movimento das ondas pelo vento.

Os mineiros viam que em muitas galerias subterrâneas as lampadas se apagavam, às vezes, de repente; e conheciam-se explosões desastrosas que eram atribuídas a espíritos malignos (HÆFER, *História da física e da química*, pag. 339).

Para ARISTOTELES, o relampago e o trovão eram produzidos por *espíritos* subtís que se inflamavam com ruído. O relampago era um espírito incandescente.

A química rudimentar, envolvida em símbolos e dogmas religiosos constituía, antes do século IV, a «arte sagrada»; e havia então já a «alma do Cobre» que para ZOZIMO, filósofo de Alexandria, era o que hõje conhecemos como óxido vermelho de mercúrio. Julgava ser de cobre pela côr, e chamou-lhe alma, porque desenvolvia um *espírito* pelo calôr.

Na Idade Média, DJAFUZ, árabe, diz que há pessoas que fazem operações para fixar os *espíritos* nos metais.

A intervenção dos espíritos nas acções químicas foi por muito tempo uma das questões mais confusas e mais controversas-

No século XV, BASILE VALENTIN, monge alquímista, fala no «espírito do sal» (ácido clorídrico, preparado com  $2\text{ClNa} + \text{SO}_4\text{H}_2$ ). Ocupa-se do «espírito do nitro», e considera o *espírito* de mercúrio origem de todos os metais: «é um vento movediço, um ar voando aqui e além sem azas, o qual, depois que Vulcano (o fogo) o expulsou de seu domicilio, entra no cáos, dilatando-se e misturando-se á região do ar donde saíra».

EK DE SULZBACH demonstra que os metais aumentam de pêso quando se calcinam. É porque um *espírito* se une ao metal; e a prova está em que o cinábrio artificial (óxido vermelho de mercúrio) sujeito ao calôr desenvolve um *espírito*.

Os acidentes das minas, devidos a gazes irrespiráveis e esplosivos, deram lugar a que fossem classificados em nada menos do que seis espécies, os espíritos malignos que habitavam nas galerias subterrâneas.

PARACELSO (século XVI) supunha nos metais três elementos: espírito, alma, corpo. A ferrugem era a morte do ferro.

GEORGES AGRICOLA, representante da química metalúrgica no século XVI, acreditava nos demónios subterrâneos, apesar de todo o seu bom espírito de observação e da sua rebeldia em crêr nas *vãs teorias alquimistas*. Pois êle próprio conta que um dos tais demónios matou um dia, numa galeria das minas de Anneberg (Saxe), dose mineiros ao mesmo tempo, «com o único poder de seu sôpro».

VAN HELMONT é o primeiro que assinala a existência de corpos gazosos, e admite em todos os corpos a existência de um *espírito silvestre*, que se evola na combustão.

VAN HELMONT conhecera a existência de gazes distintos do ar, mas não conseguiu apoderar-se dêles. Foi ROBERT BOYLE, fundador da Sociedade Real de Londres, que, numa experiência célebre, iniciou o método para recolher os corpos aeriformes. O estudo dêsses corpos levou-o a concluir que havia uma substância vital — «*same vital substance*» — que, disseminada em toda a atmosfera, intervem na combustão, na respiração e na fermentação. Essa substância que fazia também aumentar o pêso dos metais na calcinação, era o oxigénio que, mais tarde, veio a ser descoberto por PRIESTLEY e a fazer a glória de LAVOISIER, acabando de vez com o flogisto.

Desta rapida notícia historica, de quási telegráfica concisão, estráem-se ensinamentos de prudencia e reserva scientificas, que muito nos devem precaver

contra as negações sistemáticas do que não se pesa ou não se vê. O espirito dos metais, hoje, pesa-se, e vê-se e palpa-se, desde que a liquefação do oxigénio é um facto.

E a psicologia, não anda ela já pelos domínios do inconsciente, cultivando a sciência do ocultismo, assim à maneira de uma alquimia das almas, porventura à espera de algum LAVOISIER que torne tangível o éter?

KEPLER também tinha o seu «princípio rector sideral» como regulador da harmonia dos movimentos planetários. Depois de NEWTON, chama-se-lhe atracção. STALO, MOIGNO, M.<sup>o</sup> CLEMENCE ROYER negam decididamente tal fôrça, e M.<sup>o</sup> CLEMENCE ROYER vai até demonstrar (no seu livro a *Constituição do Mundo — Dinâmica dos átomos*) que tudo se reduz mas é a uma verdadeira e universal repulsão originada na expansibilidade pulsátil e incoercível dos átomos etéreos, ou qualquer causa assim como monstrosinhos muito abaixo do ultramicroscópico a arquejar numa voracidade insaciável de espaço.

Óra, não se póde dizer bem o que virá a ser ainda das «enteléchias» de LEIBNITZ, da «anima animata de STAHL», ou, mais modernamente, das «fôrças directrizes» de CL. BERNARD e GAUTIER, dos «dominantes» de REINKE, ou da «inteligência mundial» de FECHNER.

Há ideias que não se estinguem; variam de expressão, mas persistem sempre, à busca de uma melhor concretização que as informe.

---



## CAPÍTULO III

### Predomínio da mecânica — Predomínio da fisiologia

A voragem analítica. — Concepção atômica. — A mecânica. A intro-mecânica de BOERHAVE na Universidade de Coimbra. — Prestígio emprestado à mecânica pela análise matemática. — A mecânica abalada em seus fundamentos. Progresso da fisiologia no século passado. — GALENO precursor do método experimental. — BICHAT, a anatomia geral. — CL. BERNARD. — Ciências novas que se formam. — ROBERT MAYER e o princípio da equivalência mecânica do calor. — Os trabalhos de CARNOT, CLAUDIUS, HELMHOLTZ, preparando a energética. — Transformismo biológico. — Transformismo geológico LAMARK, LYEL. — Zoologia transformista ou evolutiva e geologia igualmente evolutiva. — O transformismo já na cosmogonia de KANT. — LOKYER, RYDBERG, evolução inorgânica. — GUSTAVE LE BON, variabilidade das espécies químicas. — O conceito evolucionista domina tudo. — Degradação sucessiva da matéria. — Superiorização crescente do mundo vivo. — Conceitos biológicos sobrepõem-se ao conceito mecânico. O movimento complica-se de evolução. — Degradação da energia. — A química-física parecendo uma fisiologia da matéria. — O conceito de indivíduo mineralógico em metalogia. — Os corpos brutos evolucionam, ao contrário do que pensava BICHAT. — A sensibilidade dos corpos brutos G. LE BON. — Movimento intestino dos metais. — Difusão dos metais. — A defesa heroica do aço-níquel. — Fadiga dos metais. — Adaptação à torsão. — O fio *recorde-se*. BOLTZMAN. — Tacto eléctrico. — Anestésicos e venenos dos metais. — Efeito residual, força coercitiva do

ferro, histeresis, etc. — A doença do *rail*. — Invertem-se as relações de subordinação entre a mecânica e a fisiologia. A reacção de defesa dos metais. — As trabéculas dos ossos esponjósos. — A função faz o órgão, e a estrutura, nos metais. — A adaptação não é exclusiva do ser vivo. — Lei de VAN'T HOFF. — Lei de LE CHATELIER. — O efeito residual. — Exemplos de aplicação da lei de LE CHATELIER — a turmalina. — Lei de LENZ. — Correntes de FOUCAULT — selfinducção — força contra-eléctro-motris de LORENTZ. — Correção à lei de OHM.  $IR = E - \varepsilon$ . — Já não é só a evolução, mas é também a adaptação e a tendencia para a conservação que se universalisam. — Universalidade da evolução e resistência à variação. — HOUSSAY e o regimen carnívoro nas galinhas.

Dissocie se o indivíduo em seus órgãos, estes em tecidos, os tecidos resolvam se em células. Nestas, observem-se os núcleos, nucléolos, centrozômas, espirima, chromozômas: considerem se as mitochondrias os condriochontes: suponham-se os idantes, idos, determinantes e bióforos: imaginem-se as micélas de NAGELI, os biogènes de VERWORN, as gemulas de DARWIN, as pangenas de DE VRIES: que tudo isso a Física fluidifique e suspenda em complexos magmas coloides: destrince ai, ERLICH, as suas cadeias laterais, as suas alexinas, os seus haptóforos, toxóforos e zimóforos: que a Química venha ainda desagregar em moléculas de proteínas, nucleínas e histónas, e tudo esmiuçar em radicais orgânicos até á pulverisação final, em átomos de irreductiveis substâncias minerais.

Nesta marcha vertiginósa de descensão analítica, a sciência não nos ilustra por igual em todos os degraus de declive, por onde se despenha o pensamento ansioso de firme apoio em que descance. E, ao termo dessa voragem, em que nos precipita a ancia de análise, o

raciocínio, como naufrago que agarra tudo sem querer saber a que se segura, fila-se às mais inverosímeis concreções de lógica, que são os átomos, para fugir ao bátratro em que se afunda.

A concepção atômica deve ter nascido da alucinação dalgum gênio, em convulsões daquêle desespêro.

Encontramo-la, em voga já, há mais de dois mil anos, cantada por LUCRECIO, poeta romano.

Mal se vislumbra uma certa unificação doutrinária no monismo dinâmico dos Jonios, logo a orientação se bifurca em dois caminhos divergentes que não mais chegam a acôrdo, até nossos dias.

O átomo de DEMOCRITO é fluido, expansível, automotôr.

O átomo de EPICURO é sólido, inérte, passivo, como as homeomerías de ANAXAGORAS. Não podiam, um e outras, dispensar um dualismo de substância — o substractum material sólido e pesado «que tendia para baixo», e a substância activa essencialmente dinâmófila — *spiritus* — não pesada, «que tendia para cima» — *alma*, anima, do sanscrito «asma» que significa sôpro, respiração, símbolo do movimento e da vida.

Esboça-se nesta concepção, o mundo máquina, com Deus feito maquinista, estendendo as raizes primárias às quási preistóricas diades míticas, que se encontram nos panteons antigos, onde os sacerdotes traduziam por mitos simbólicos as suas concepções sôbre o cósmos.

Mas, a concepção atômica não ficou pairando só pelas alturas da metafísica; insinuou-se por todas as especulações sôbre os corpos, e tornou-se o *rendez-*

vous obrigado a que iam dar todas as tentativas de explicação dos fenómenos da realidade física.

E, quando modernamente, na Química, tomaram estabilidade bem demonstrada as leis de DALTON e RICHTER, então, a fixidez das relações ponderais dos elementos foi apreciada como a consagração feita pela ciência moderna, àquela veneranda concepção antiga. A ciência da realidade tangível julgou-se, assim, na posse definitiva das últimas rodinhas, em que se complicavam as engrenagens da grande máquina dos mundos.

Já sob o domínio da concepção mecânica se tinha riscado no espaço infinito, as órbitas dos astros. Os sábios que, desde GALILEU, DESCARTES e NEWTON, vinham afeitos a não considerar nos fenómenos senão os dois aspectos matéria e fôrça, sentiam-se seduzidos pelos prodígios alcançados na mecânica dos céus, e esforçavam-se por adaptar, aos domínios da física e da vida, as concepções cosmológicas que pairavam sobre o universo, nos calculos magistras da astronomia.

As leis de KEPLER fixaram o determinismo mecânico das diversas posições dos astros. E toda a ciência tentou reduzir o seu objecto aos moldes em que KEPLER havia posto o problema astronómico.

A ciência moderna é bem filha da astronomia, descida de céu para a terra pelo plano inclinado de GALILEU.

A análise matemática, anunciada já em LEIBNITZ que primeiro esboçara a noção de função algébrica, desentranhava-se em prodígios de cálculo, sobre os problemas da mecânica celeste propostos pelo conhecimento das leis da gravitação.

Esta correlação íntima, entre a mecânica e a análise matemática, fez com que os conceitos mecânicos, manejados pelos processos analíticos, se amplificassem numa extensiva compreensão que foi até querer abranger a universalidade do cósmos em função da dinâmica dos átomos.

Com o grande prestígio que lhe emprestou a matemática, a mecânica domina todos os ramos da ciência.

Na medicina, a iatromecânica floresce com RORELLI, e irradia para todo o mundo culto, com BOERHAVE.

Como esta doutrina haja tido culto em Portugal, com recomendação expressa pela Junta de Providência Literária nos Estatutos da nossa Universidade, para que «no estudo da Medicina se imite o método dos géometras», devendo fazer-se o estudo das matemáticas puras por dois anos, e ainda o tirocínio, num ano, das matemáticas applicadas, parece-me não ser despropositada a seguinte passagem de BOERHAVE, sobre fisiologia, no seu livro *Instituições*, que diz assim: «sabemos pela anatomia que o corpo humano consta de sólidos e fluidos. Chamamos sólidos, já aos vasos em que se contêm os líquidos, já aos órgãos construídos, figurados e dispostos por tal forma, que a sua relação, qual «fabrica singular» lhes facilita o exercício de certos e determinados movimentos, quando provocados por alguma causa motris. E, em verdade, se bem considerarmos as peças do organismo, acharemos nelas sustentáculos, colunas, traves, antepáros, coberturas, pontos de apoio, cunhas, alavancas, roldanas para dirigirem as cordas, prélos, foles, crivos, filtros, canais, cavidades e receptáculos. Á faculdade que teem os órgãos de executar movimentos se deu o

nome de função; a qual *se regula pelas leis da mecânica, e por elas tão sómente se póde explicar*».

Mas a análise matemática só serve como meio de facilitar e variar o raciocínio sobre ideias que lhe levem já feitas. É um poderoso instrumento de lógica para manejar os símbolos de todos os conceitos numéricos que se lhe proponham. Sua aplicação exige só uma condição — o número —, ou ainda menos, a simples suposição quantitativa ou numérica.

E é por precisar de tão pouco lastro que se eleva tanto. Por isso foi sua mais fecunda aplicação a mecânica celeste. Hoje, como então, paira pelas mesmas alturas cada vez mais abstratas, como uma fantasia de subtilezas que há muito perdeu a terra de vista.

No campo concreto das cousas e dos factos, a matemática pode sugerir generalizações: como poderoso instrumento de lógica, amplia em superfície as relações que ligam entre si os fenómenos; não penetra, não aprofunda o conhecimento, mas possui a vantagem das fórmulas sintéticas e a comodidade dialectica dos símbolos. Por isso as incoercíveis tendências metafísicas do espírito humano encontraram um derivativo nôvo no campo aberto, assim, às mais abstractas generalizações.

O mundo, na completa heterogeneidade de sua constituição infinitamente variada, fôra gradualmente destilando todas as modalidades secundárias da sua essência: esbatiam-se num horizonte longinquo todos os contornos dos factos individualizados: e uniformisavam-se nas alturas abstractas da elevada generalização todas as cambiantes da natureza, para ficar apenas no cadinho da sciência este resíduo último, involatili-

savel e irreductivel, — a matéria — como escória final do último osso do descarnado esqueleto do universo reduzido a «massa», e de toda a fenomenalidade abstrahida em «fôrça».

Enfeudada a mecânica à matemática, todos os ramos do conhecimento se subordinavam à mecânica por sua vez. Esta, à fôrça de muito generalizada tornou-se absoluta, com o character de racionalidade filosófica intangivel, assentando definitivamente no método de sciência deductiva que conserva ainda em toda a Europa, menos na Inglaterra, onde é ensinada com o verdadeiro character de sciência experimental.

É preciso pôr de parte todo o aparato suggestivo dos cálculos com que a matemática emprestou um tão falso prestígio à mecânica, e depois, meditar directamente o valor das noções fundamentais sôbre que assentam seus princípios absolutos. Então, veremos como POINCARÉ, que não passam de generalizações experimentais, apenas aproximadamente verificadas pelo que diz respeito a sistemas isolados, e direi ainda reversiveis. Aplicados como postulados absolutos ao conjuncto do Universo, mostram-se inconsistentes e fictícios, principalmente depois que a tão consagrada teoria atômica caduca diante da teoria corpuseular ou electrónica de THOMSON: que a fixidez indestructivel do átomo é destruida pela teoria da dissociação da matéria: que a teoria das correntes por convexão, DE LORENTZ, vai de encontro ao princípio de NEWTON, e depois ainda, que os fenómenos irreversiveis se escapam ao «princípio da menor acção», de HAMILTON, o qual, apesar mesmo dos esforços de HELMHOLTZ, só com o diabinho imaginário de MAXWEL se salvaria.

Tomemos ao acaso, entre DUHEM, L. POINCARÉ, E. PICARD e GUSTAVE LE BON que poderíamos citar, a *História da Mecânica* do professor MACH, e vemos «os princípios mecânicos, na aparência os mais simples, são duma natureza muito complicada. Assentam sobre experiências não realizadas ou irrealisáveis, até. Não podem de modo algum considerar-se como verdades matemáticas demonstradas».

E que admirar-nos, se, até na própria geometria, a irreductibilidade lógica de seus postulados não fica intangível, com a criação das geometrias não euclidianas?! (*Geom. de LOBACHEWSKY, Geom. de RIEMAN*).

Ainda que não se visse tão fortemente abalada em seus fundamentos, a mecânica não podia aguentar-se naquela pretensão monopolista de subordinar só ao pendulo de HUYGHENS ou ao plano inclinado de GALILEU, toda a ciência, e, principalmente, os fenómenos tão complexos da viva economia orgânica.

O conceito mecanista que dominava tudo, inspirava vagas especulações filosóficas pró e contra, entre animistas, vitalistas e materialistas; mas cada uma destas teorias, a seu modo, tinha o grave defeito de se sobrepor aos problemas da vida sem os penetrar, e a sua discussão redundava sempre em aparatosa esgrima de vãos formalismos dialeticos, só pela vacuidade das ideias, muito sonoros.

A ciência toda, e a fisiologia em especial, precisavam arredar das cousas o nevoeiro daquelas teorias, e tocar directamente o problema que elas, cobrindo-o, tanto deformavam. E foi, libertando-se da tutela a que a subordinava a orientação clássica, que a fisiologia entrou nesse caminho triunfal, cujo formidável

progresso nos acusa a obra tão fecunda dos fisiologistas, nos três quartéis últimos do século passado.

São MAGENDIE, CL. BERNARD em França, e, na Alemanha, HELMOTZ, LUDWIG, BRÜKE, DU BOIS REYMOND, que marcam com balisas nítidas o domínio próprio e a natureza dos métodos em que mais prospéra a investigação científica da vida.

Como precursor longinquo do método âmplamente experimental que no século XIX se instala de maneira definitiva, vemos GALENO, o iniciador da medicina científica, a laquear os uretêres para mostrar que eram os rins e não a bexiga que segregavam a urina, e a observar a paralisia das cordas vocais pela secção dos nervos recorrentes. Mas a experimentação permaneceu no conceito de cousa inutil e monstruosa, e a víviseção foi, até quasi nossos dias, olhada com repulsão e horror, sem se lhe compreender o alcance.

Foi preciso chegar ao princípio do século transato, para que BICHAT, fundando a anatomia geral, assentasse a base experimental da fisiologia nas qualidades próprias dos tecidos.

Logo em seguida, MAGENDIE introduz na sciência o seu sépticismo pelas teorias, ao mesmo tempo que a sua paixão pelo facto; e CL. BERNARD, seu discipulo, impõe-se à fisiologia e a toda a medicina, com sua doutrina do determinismo biológico experimentalmente tão fecunda.

Á irritabilidade de HALLER, e às propriedades vitais de BICHAT, sobrepunha-se agora o reaccionismo físico-químico, com CL. BERNARD.

Ninguem melhor do que êle soube propulsionar pelo facto e pela palavra uma tão próspera doutrina em

fisiologia. O período seguinte, que extraíu de suas *Lições sobre o calor animal*, sintetiza bem a sua orientação biológica — «eu sou daqueles que pensam que nos seres vivos as leis da física e da química gerais não poderiam ser violadas; não há, numa palavra, duas físicas e duas químicas, uma para os corpos brutos, outra própria dos seres vivos. Mas, todavia, reconheço que nos fenômenos da vida há muitas vezes mecanismos particulares e inteiramente próprios da matéria viva».

Em época alguma da história a ciência encontrára iguais filões riquíssimos de tanto material precioso. Todos os ramos do saber concreto se desentranham em profusão de descobertas felizes, como se o ventre da natureza, prenhe de desconhecido, houvesse chegado ao termo da gravidez de seus mistérios.

Nasceu a histologia e a fisiologia celulares com as descobertas de SCHLEIDEN e SCHWAN.

Nasceu a paleontologia e a anatomia comparada com CUVIER.

Começa a germinação do transformismo com LAMARK até receber a consagração com DARWIN.

Cria-se e informa-se a fisiologia comparada com êsse homem extraordinário que na Alemanha foi JOÃO MÜLLER. Nasce ainda a química orgânica sintética com WÖHLER, etc., etc.

Não posso alongar-me mais em pormenorizações. O que fica exposto dá ideia da proliferação científica que irrompe de tantas descobertas e se dispersa a avassalar o mundo no embate de todas as doutrinas.

JULES ROBERT MAYER (1814-1878) doutor em medi-

cina pela universidade de Tübingen, tendo ido, como médico de marinha, a bordo de um navio holandês a caminho das Antilhas, e estacionando algum tempo em Batávia, na ilha de Java, teve ocasião de sangrar repetidas vezes os europeus recémchegados, e observar que o sangue venôso era, ali, mais vermelho do que no norte. «O sangue da veia do braço era extraordinariamente vermelho, a tal ponto que eu julgava encontrar uma artéria», diz na sua *Memória sobre o movimento orgânico em suas relações com a nutrição*.

Sabia, já então, que as veias conduzem o sangue desoxigenado, que êsse sangue no pulmão se carrega do oxigénio necessário à combustão fisiológica dos alimentos no organismo; e compreendeu que naquela temperatura alta dos trópicos o corpo humano não tinha necessidade de entreter combustões tão activas como nas zônas temperadas para conservar o seu nível térmico interior. Como corolário, o sangue venôso devia conter um excesso de oxigénio, em relação ao que lhe era habitual nas latitudes mais elevadas.

Ora, MAYER andava preocupado com o problema do movimento perpétuo; por isso, as relações entre o calor animal e o trabalho que êle produz, assim como a natureza das fontes originárias dessas duas manifestações tão diversas, constituíram objecto de profundas locubrações em seu espírito. Observando um animal a mover uma máquina, o trabalho aparecia-lhe intercalado entre um excesso de calor produzido pelo animal e o calor que tomava nascimento na máquina. Além disso, um cavalo que trabalha consome muito mais alimento do que quando está em repouso. O animal, em serviço precisa superior ração e produz muito mais

calor, ao mesmo tempo que produz o trabalho mecânico da máquina e ainda uma porção de calor que se aprecia nesta. Apresentou-se-lhe então o problema: se deveria considerar duas cousas tão diversas, o trabalho mecânico e o calor, como sendo apenas duas formas de uma só e a mesma cousa.

Não cabe aqui a narração dos episódios interessantes que se seguiram até ao reconhecimento do verdadeiro alcance científico do problema, que ia dominar toda a física, toda a química, toda a fisiologia.

A equivalência mecânica do calor assentou-se como postulado basilar de ciência, e universalizou-se como princípio absoluto na filosofia.

Á lei de LAVOISIER, nada se perde e nada se cria, aditava-se agora, «tudo se transforma».

Com o princípio da conservação da matéria conjugava-se o princípio da conservação da fôrça. E, sôbre êles exercendo-se os trabalhos de HELMHOLTZ, de CARNOT e de CLAUSIUS, tomam corpo os princípios dominantes que informam toda a ciência, sob o aspecto inteiramente nôvo da *energética*.

A observação e experiência dos fenómenos fisiológicos estava fecundando e alargando os domínios da ciência em todos os sentidos.

Assim é que à doutrina das «criações sucessivas» e dos «cataclismos geológicos» de CUVIER, ia substituir-se o transformismo Lamarkiano de que é correlativo o transformismo geológico de LYEL.

LAMARK (1809) via nos estímulos do meio exterior, no uso e desuso dos órgãos, o determinismo condicionador da diferenciação morfológica dos organismos. Para LYEL (1830), a actividade meteorológica da atmos-

féra, a acção da chuva e da neve, a resáca das vagas ao longo das costas, embora aparentemente factos insignificantes, bastam a produzirem as modificações mais consideraveis que eram atribuidas sòmente a revoluções misteriosas.

A geotectónica começava a explicar-se não só pelos fenómenos geocinéticos de natureza orogénica ou sísmica, mas ainda pelo efeito geodinâmico da acção mais ou menos lenta mas persistente, dos agentes telúricos.

A uma zoologia transformista correspondia uma fisiografia evolutiva e, dentro da vaga noção dos grandes períodos, começaram a tomar relêvo as acções mínimas como productoras de efeitos máximos.

A ideia do transformismo evolutivo inspira as teorias cosmogónicas de KANT (1724-1304) e de LAPLACE (1749-1728), toma pé firme na sciência com a sanção magistral dos estudos de DARWIN e WALLACE no mundo vivo, e vemos hoje LOKYER, RYDBERG e outros, em estudos de notavel interesse, virem a acabar com a irreductibilidade indestructivel dos elementos químicos, e levantarem uma completa evolução inorgânica sôbre os dados da química astral apoiados em seus trabalhos célebres de espectroscopia estelar.

LOKYER constata que às estrelas mais quentes corresponde uma química de maior simplicidade. Encontra nelas o astério, o hélio, o proto-hidrogénio e o hidrogénio, com predomínio destes dois últimos; ao passo que, nas estrelas de temperaturas inferiores, observa como elemento predominante no espectro, as fachas caneladas do carbone, e as riscas de arco dos metais. A elevação crescente das temperaturas estelares acom-

panha-se da simplificação das formas espectrais, revelando corpos cada vez mais simples, até à forma primitiva que encontra no cúme da escala térmica — a temperatura argoniana de 30:000 graus.

Com o abaixamento da temperatura, os corpos vão ganhando formas mais complexas e mais estaveis.

E, aludindo aos dois processos — polimerisação e combinação — porque se explica em química o aumento de complexidade molecular dos corpos, chega até pôr a ordem estelar dos pêsos atômicos de alguns elementos, assim: hidrogénio 1, proto-cálcio 10, proto-magnésio 12, oxigénio 16.

Descendo das regiões astronómicas para a plataforma do nosso globo, encontramos GUSTAVE LE BON, numa série longa de trabalhos experimentais, a pôr em evidência a desmaterialização dos corpos, experimentando sôbre a variabilidade das espécies químicas.

A evolução inorgânica é uma ideia concretizada pelos mais sábios processos de investigação científica; e, com LOKYER ou com LE BON, as espécies químicas, como as espécies vivas, não se podem dizer já invariáveis.

O conceito evolucionista do mundo vivo empolgou já o mundo material, onde o princípio do aumento da «entropia» ou da degradação da energia parece orientar-lhe o sentido. A matéria evoluciona em etápes de degradação sucessiva; os seres vivos parece terem evoluicionado no sentido de uma superiorisação progressiva.

Será impossível prever correlação alguma entre as duas orientações reputadas opostas?

No ser vivo também a energia se degrada: sim,

concordam as teorias da destruição funcional. Mas entre os coeficientes da energia termoquímica que entra no organismo e os valores termodinâmicos do trabalho que se mede à saída, está o ser vivo elaborando a construção orgânica de si mesmo, a trabalhar na sua própria evolução.

Anda, desde todos os séculos, a pairar sôbre a vida uma ideia vaga e subtil em anceios de vir a ser concretizada.

Virá algum NEWTON ensinar-nos qual é a espécie de atração que determina a evolução dos seres nas suas órbitas?

Vimos como da observação de um fenómeno fisiológico tirou ROBERT MAYER o princípio da equivalência mecânica do calor. Toda a química física moderna orienta segundo êsse princípio as investigações experimentais de seu dominio.

Ao mesmo tempo, universalizára-se o conceito da evolução, e o princípio da conservação da energia levava ao reconhecimento de sua degradação.

Ao molde mecânico, que tanto se sobreposera ao mundo vivo, vemos agora suceder esta inversão de ideias em que o mundo fisico se domina com a inspiração dos conceitos biológicos.

O materialismo mecanista tinha toda a sua ineficácia bem patenteada desde que, em vez de ajudar a compreensão do problema da vida, era, ao contrário, da biologia que recebia suprimentos para a sua deficiência a respeito da própria matéria.

Os astros, os corpos químicos, os seres vivos não são já pontos materiais, cuja marcha houvesse de ser

determinada em função apenas de suas velocidades e posição. O movimento, elemento mecânico, complica-se de evolução, elemento biológico.

O princípio de CARNOT traduzindo a «degradação da energia», ou a diminuição dos «efeitos úteis de transformação», ou ainda segundo a fórmula de CLAUSIUS exprimindo o «aumento da entropia» introduzem na ciência física uma noção que a mecânica pura nunca teria podido dar — a noção de fenómenos irreversíveis; e reconhece-se que a irreversibilidade é a característica dos fenómenos reais.

Uma queda de potencial, uma baixa sensível de força viva acompanhada de desenvolvimento de calor: propagação dêsse calor, por condutibilidade, das partes mais quentes para as mais frias, tais são os dois tipos de transformações energéticas naturais, que se produzem no universo, constantemente e por si mesmas, sem serem compensadas pelas transformações inversas equivalentes.

Esta irreversibilidade do fenómeno real marca um rumo à marcha geral do universo, que se encaminha assim para um estado final, em que a energia potencial total esteja igualmente repartida por todas as formas diversas da energia de movimento em geral.

A energia degradada conserva teóricamente o seu valor de equivalência, mas, praticamente perde a possibilidade de se converter.

Não é só no domínio do geral conceito evolutivo que a biologia e as ciências físicas se dão a mão em paralelismo concordante.

Nos fenómenos mais pormenorizados dos seres vivos, ao mesmo tempo que nas propriedades mais íntimas dos corpos físicos, a ciência, hoje, ilustra-se dum sem número de aproximações, de analogias, desde as mais curiosas até às mais surpreendentes, por forma que mais parece a química-física uma verdadeira fisiologia da matéria do que a fisiologia a química-física dos seres vivos.

Na geologia, reconhece-se que a dispersão analítica em que o conceito moléculas e atómico da química pulveriza os corpos, não basta à compreensão nem à sistematização dos elementos mineralógicos.

A tendência para assimilar o estudo da metalogia ao estudo da botânica e da zoologia, acentua-se como necessidade imposta pela noção de «indivíduo mineralógico» com autonomia e diferenciação bem caracterizadas para não se confundir, em modo algum, com a ideia de moléculas ou simples agregados moléculares. Em metalogia, os minerais não são espécies químicas: o indivíduo mineralógico não é um montãosinho de moléculas químicas sómente. É, acima disso, construção: tem arquitectura e morfologia próprias: é um estádio numa evolução.

Já não podemos dizer, como BICHAT, que os corpos brutos não tenham nem começo nem fim, nem idade, nem evolução. Há «rochas vivas», evolucionando em metamorfoses de estrutura. O mesmo dizem os joalheiros para quem as pedras preciosas, como as turquesas, sofrem de doença, de velhice e de morte.

Factos desta ordem são constatados por experimentadores habéis como CH. ED. GUILLAUME que em 1908 os relatava à Sociedade helvética das sciências naturais.

Veremos, adiante, que hoje até se envenenam e matam os metais.

No domínio da química-física mencionarei os trabalhos experimentais de GUSTAVE LE BON sôbre a instabilidade dos equilíbrios moléculares, a sensibilidade subtilíssima dos corpos materiais e a variabilidade das espécies químicas, como factos demonstrados.

Não menos interessantes, e duma utilidade prática reconhecida, são os estudos experimentais de WIEDEMANN, DUHEM, BOUSSE, sôbre a martelagem dos metais, sôbre os efeitos da trácção e da pressão sôbre a elasticidade dos corpos.

Dêsse material científico, que hoje nos enriquece o conhecimento sôbre a actividade intestina dos corpos, destacarei os fenómenos mais acomodados ao meu intento neste momento.

BRILLOUIN retoma as ideias de COULOMB sôbre a estrutura dos metais, e, graças à análise microscópica, assenta a sua dualidade estrutural — «partículas integrantes» inclusas num «cimento» que lhes dá a coerência própria do metal — segundo COULOMB: — grãos cristalinos isolados, muito pequenos, afogados num retículo contínuo de matéria viscosa — é a linguagem de BRILLOUIN.

Está hoje demonstrado que uma verdadeira migração molécular se passa dentro dessa tão sólida e coerente estrutura metálica.

Os fenómenos de difusão entre os metais são uma prova convincente dêsse incessante movimento intestino dos sólidos. ROBERT AUSTEN põe um cilindro de chumbo sôbre um disco de ouro, elevando a tempera-

tura a 100 gráus. Ao fim de 45 ou 50 dias, verifica que o ouro está difundido por toda a massa do cilindro de chumbo (o fenómeno realiza-se à temperatura ordinária com mais lentidão). M. SPRING, prof. de química na Universidade de Liège, corrobora o facto com diversas experiências de auto-soldadura de metais.

Similhantermente a eléctrolise põe em evidência os transportes de matéria atravez do vidro. Um balão cheio de mercúrio, mergulhado numa amálgama de sódio, deixa passar o sódio para o mercúrio atravez das paredes de vidro, quando se faz passar uma corrente de dentro para fora do balão.

Numa das fases da fabricação do aço, as partículas de carvão colocadas à superfície do ferro penetram e viajam por toda a massa metálica.

Agora, com a noção que apresentámos da estrutura dos metais, e com o que acaba de vêr-se sôbre a faculdade de seus deslocamentos moléculares, poderemos compreender a realização dalguns fenómenos como o que traduz a experiência de HARTMANN — estrição e enrijamento numa parte, apoz um alongamento por tracção: a «defesa heroica» dos aços de níquel, pela qual uma barra, depois de alongada por tracção, se torna rija, frágil e inextensível como se fôsse aço temperado.

Em diferentes operações mecânicas a que se sujeitam os corpos sólidos, alguns fenómenos fisiológicos são tão exactamente representados que só a terminologia própria dêstes é capaz de dar expressão adequada áquêles.

Lord KELVIN fala da *fadiga* dos metais ou fadiga da elasticidade.

TOMLISSON, observando os fenómenos de torsão,

junta à noção de fadiga a ideia de acomodação. O esforço de torsão, num fio metálico novo, produz um efeito muito diverso daquêle que provoca no mesmo fio depois de torsões e destorsões várias. O fio *adapta-se*.

BOLTZMAN, já em 1876, declarára que o fio torcido, ou esticado, *se recorda*, durante um certo tempo, das deformações sofridas.

Falámos já na «defesa heroica» do aço de níquel, de GUILLAUME; e direi ainda que BOSE também nos revelou a fadiga do *tacto eléctrico*, e pôs em evidência os efeitos anestésicos do clorofórmio, sobre fios de platina e de estanho, a respeito das correntes eléctricas.

O clorofórmio anestesia, mas outros corpos há que *envenenam e matam*. Um fio condutor que se mergulha numa solução de ácido oxálico a 1 por 10:000, cessa immediatamente de responder à excitação eléctrica. Mas a excitabilidade reaparece quando o fio se retira daquêle *veneno estupefaciente* para si.

Em doses mais fortes, o veneno *mata* o condutor, e o mesmo se obtém com venenos violentos como o sublimado corrosivo, depois de cuja acção o metal perde para sempre a condutibilidade eléctrica (JACQUEMIN).

A platina, no estado coloidal, decompõe a água por catálise. Pois  $\frac{1}{200.000.000}$  de sulfito de sódio basta, como veneno, para paralisar a acção catalítica da platina.

São ainda, sobremaneira interessantes, os fenómenos conhecidos com os nomes de «efeito residual», «fôrça coercitiva do ferro», histerésis, etc.

Não satisfeita ainda, só com o vocabulário fisiológico, a física entra também pelo domínio da patologia; e, quando há anos, na Inglaterra, o descarrilamento dum comboio rápido chamou a atenção de uma comissão

de estudo para um «rail» que appareceu partido em desoito pedaços, essa comissão de engenheiros peritos declarou o accidente provocado por um estado mórbido do ferro — *a martensite* — que ficou caracterizada como substratum anatomo-patológico da «doença do rail».

Assim, pois, usando de uma terminologia perfeitamente fisiológica, na sciência dos corpos brutos, fisicos e químicos falam de fenómenos de defesa, de adaptação, de sensibilidade, de memória, até, e de cansaço, etc.

Seja qual fôr o gráu de abusivas que queirâmos reconhecer áquelas expressões de suggestiva figuração imaginada, elas ficarão sempre atestando a estreita relação comprovada entre factos inúmeros da vida dos organismos e da química-física dos corpos inorgânicos.

E, recordando BOERHAVE a comparâmos com o que a sciência é hoje, o contraste mostra-nos esta reviravolta completa — no passado, a fisiologia a explicar-se por toda uma maquinaria de alavancas, roldanas, e cunhas de variada ordem; hoje, a física e a química a traduzirem-se em coeficientes de sensibilidade, reacções de defesa, fenómenos de adaptação, etc.

Pouco a pouco, insensivelmente, a mudança foi operando-se, como se um só espirito investigador, em demorada experiência scientifica, reconhecesse errada a tendência para as explicações mecânicas da vida, e virásse de rumo, a procurar na vida os meios de compreensão para explicar os fenómenos das cousas mortas.

O espirito que penetre a historia do passado scientifico, e aprofunde a sciência do presente, acomoda o seu pensamento, sem custo, à natural evolução das

ideias dominantes, no sentido em que as tenho exposto.

E não fique no ânimo de ninguém que o meu modo de pensar assenta na apreciação de alguns factos apenas, vistos em attitude preconcebida.

A linguagem de lord KELVIN, por exemplo, chamando *reação de defesa* às modificações estruturais que apresentam os metais e as ligas, sujeitos a pressões ou trações de certa ordem, não deve surpreender os biologistas.

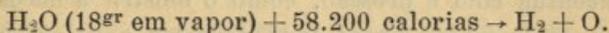
Se estes consideram em ossos esponjósos, como o astragálo ou o calcâneo, a disposição de suas trabéculas ósseas como resultado mecânico das pressões que suportaram, e por isso mesmo a diferenciação estrutural do osso se orientou no sentido de melhor lhes resistir ou delas melhor se defender, porque não achar legítima a mesma linguagem a respeito dos metais que modificam a sua estrutura no sentido de melhor resistir à tração ou pressão, anulando por essa forma o seu efeito deformador?

Se nos seres vivos a função é que faz o órgão, porque não há de fazer nos metais a estrutura?

Dou a êste ponto uma importância maior do que êle, à primeira vista, parecerá merecer; mas dou disso a razão já, e é que êle há de conduzir-nos a desembaraçar o problema biológico dêste caracter funcional — a adaptação — que anda parasitando em biologia uma atenção e interesse que como facto biológico lhe não pertencem.

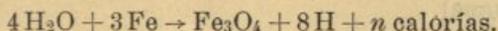
Entre os princípios da estática química encontramos a «lei do equilíbrio movel» de VAN'T HOFF que diz:

«a elevação de temperatura, nas reacções endotérmicas e nas exotérmicas, favorece as primeiras, contraria as segundas».



A elevação de temperatura acelera a velocidade de decomposição de  $\text{H}_2\text{O}$ .

O equilíbrio desloca-se a favor da reacção endotérmica:



A elevação de temperatura contraria a decomposição de  $\text{H}_2\text{O}$  pelo ferro: desloca o equilíbrio a favor da reacção exotérmica.

O sulfato de sódio anhidro desenvolve calor quando se dissolve, a sua solubilidade diminue com a elevação térmica. Já com o sulfato de sódio hidratado sucede o fenómeno ao contrário. Similhantermente, a vaporização dos líquidos absorve calor, e, por consequente, a concentração do vapor, com que podem equilibrar-se, cresce à medida que a temperatura sobe.

Quási todos os sais se dissolvem com absorção de calor, resultando um abaixamento da temperatura da solução, que é de evidência banal nas misturas refrigerantes. Recíprocamente, se aquecermos um líquido contendo um excesso de sal, a solubilidade aumenta; e a quantidade de sal que se dissolve opõe-se ao aumento de temperatura, abaixando esta.

Dum modo geral, nos sistemas univariantes como, por exemplo, um corpo em duas fases — líquido e sólido —, o ponto de fusão eleva-se com a pressão. É que a transformação de sólido em líquido tem como

resultado um aumento de volume e, conseqüentemente, em tal mudança de fase o valor da pressão sobe acima do que valia antes. Por isso, a estabilidade do sistema se acentúa com a pressão, como o mostra a necessidade duma maior quantidade de calor para obter a fusão. Como que ganha assim mais solidez o sólido, tornando mais difficil o deslocamento do equilíbrio, e exigindo maior soma de energia para a satisfação da única «liberdade» que possui (lei das fases de WILLARD GIBBS).

No sistema gelo-água a pressão determina a fusão do gelo porque a água que se forma ocupa menos espaço que êle, e portanto a mudança de estado executa-se no sentido de aliviar a pressão. O gelo defendendo-se da pressão tenta resistir, e só cede sensivelmente quando a violência exterior adquire uma certa intensidade.

Não podendo então o gelo defender a sua integridade morfológica por meio duma acção directa sôbre a força que o oprime, escapa-se lhe fundindo-se; isto é, deforma-se, e a transformação é no sentido de ocupar um menor volume; porque, só assim, vence uma parte da pressão, fazendo-a baixar de valor.

Estes e outros factos da mesma natureza que compõem a actividade dos corpos, na luta incessante dos seus conflitos energéticos, entram como casos particulares na extensão geral do princípio que vigora nas doutrinas da Química-física, com o nome de «lei de LE CHATELIER», e que A. SMITH, professor de Química na Universidade de Chicágo, em sua Química Geral, enuncia como segue: — «se sôbre um sistema em equilíbrio se exercer alguma acção (mudança de tempera-

tura, de pressão de concentração) que provoque a deslocação do equilíbrio, esta deslocação dar-se há naquella direcção que tender a destruir o efeito da acção perturbadora».

Esta lei da química-física, que mais não é do que a expressão, em termos gerais, da lei da adaptação em biologia, compreende ainda, além dos factos apresentados, muitos outros de ordem análoga, em que a defesa se traduz por nítida resistência contra a variação.

Entram nesta classe todos os fenómenos ligados a um lento restabelecimento de determinado equilíbrio violentamente perdido. As operações metalúrgicas em que tanto se modificam as propriedades físicas dos metais pelas acções enérgicas da martelagem, compressão, laminação, tracção, torsão, etc., tem permitido observar que ao lado dos efeitos imediatos muito visíveis, um outro efeito menos sensível aparece, lentamente manifestando-se, e ganhando com o tempo importância bastante para ser tomado em grande conta na utilização prática daqueles corpos.

É o «efeito residual», que tanto se manifesta após aquellas acções mecânicas, como em todas as transformações de carácter enérgico que provoquem um estado de equilíbrio forçado. Tal é o caso dos corpos que se sujeitam à fusão, por exemplo, a cujo propósito o deslocamento do zero dos termómetros nos lembra agora.

Ainda, ilustrando o princípio de LE CHATELIER com alguns fenómenos de ordem eléctrica, notarei o que se passa numa turmalina pela acção da electricidade, em relação com o calor e a pressão.

A compressão da turmalina produz a electrização do cristal. Recíprocamente, esta electrização é tal que faz nascer energia mecânica que se opõe à diminuição de volume da turmalina.

Se aquecermos a turmalina, análoga electrização se produz. Pois bem, neste caso, ainda, a electrização aumenta o coeficiente endotérmico do cristal, tendendo portanto a impedir o aquecimento.

É ainda na extensão do mesmo princípio que compreendemos todos os fenómenos eléctricos regulados pela lei de LENZ, as correntes de FOUCAULT, de «self indução» ou «fôrça contra-electro-motriz de LORENTZ», o magnetismo remanente, a fôrça coercitiva do ferro, o ciclo magnético irreversível da histerésis.

LORENTZ discutindo a aplicação da lei de OHM aos electrolizadores demonstra que a diferença de potencial entre o anião e o catião «tensão *aux bornes*» não é devida unicamente à resistência ómica IR.

É preciso introduzir na fórmula de OHM,  $IR = E$ , um coeficiente de correcção  $\varepsilon$  à fôrça electro-motriz, a que LORENTZ vai chamar fôrça contra-electro-motriz e que representa a «tensão total de polarização». A fórmula será pois,  $IR = E - \varepsilon$ .

Em resumo, com o nome de adaptação ou defesa, de fenómeno residual ou de fôrça coercitiva, de histerésis ou atrito interior, de tensão de polarização, etc., a conclusão sumária de todos os factos constatados é que: quando uma acção incide sôbre um dado sistema em equilibrio, produzindo uma modificação de estado, esta é acompanhada dum fenómeno secundário, que reage sôbre a acção inicial. Êsse «fenómeno recíproco» não é mais do que a expressão abreviada da conclusão

tirada da lei geral de LE CHATELIER. O fenómeno que se opéra no sistema, é sempre aquêlê que corresponde a uma baixa no valor da fôrça actuante: é pois, como se o sistema respondesse por um «fenómeno recíproco» que se opozesse a uma parte dessa fôrça, anulando-a em certo grau.

Partindo de factos origináriamente biológicos, e como exclusivos do mundo vivo considerados, vimos nesta excursão pelas sciências fisico-químicas, que todos os corpos sem dístinção se englobam num mesmo aspecto de reacção geral, contra as fôrças sôbre êles incidentes.

Já não é só o conceito da evolução que se estende ao conjunto de todos os corpos, é também o instinto da conservação que, à luz dos princípios expostos, se universaliza por toda a matéria.

A evolução e o instinto de conservação, ou sejam, fenómenos de defesa, de adaptação e diferenciação forçadas, não são caraterísticas irreduzíveis dos seres vivos. Pertencem à universalidade dos corpos organizados e inorgânicos, como expressão talvez de uma mais alta vida em que evoluçionam os mundos.

Com essa significação ou com outra, o que não podemos negar é que, no estreito âmbito em que à volta de nós se desenrola a actividade geral da matéria e da vida, os dois conceitos de «evolução» e «resistência à variação» impõem-se-nos sugerindo a figuração mecânica de duas fôrças que, não sendo iguais mas de direcção oposta, uma só tem por efeito retardar a accleração da outra.

Nos seres vivos, os factos que podem subordinar-se ao princípio da resistência à variação tomam aspectos interessantes,

M. HOUSSAY, professor na Sorbonne, ensaiou uma tentativa curiosa de transformismo experimental, investigando a influência do regime carnívoro nas galinhas. Obteve, a princípio, variações bastante nítidas. Mas essas variações novas, pouco a pouco, perdem importância; começa uma ou outra a mudar de sentido, até ao verdadeiro retôrno ao tipo primitivo. Êste facto biológico do retôrno atávico é de uso e abuso frequente entre os biólogos, e, em qualquer grau que êle se manifeste é sempre como expressão da resistência à variação que êle pode encarar-se.

Quanto às galinhas de HOUSSAY, em regime carnívoro, dizia, na *Revue des idées*, o dr. GEORGES BOHN: « todos estes factos são muito curiosos; parece que, na primeira geração, o organismo, como que surpreendido, sofre passivamente a influência morfogénica do novo regime, mas que, desde a segunda geração, o organismo se adapta ao novo regime, reage, luta contra seus efeitos. É a lei geral da acção e da reacção. Toda a causa que tende a produzir uma modificação num organismo, provoca, dêsse organismo, uma reacção que tende a opôr-se à modificação ».

De análoga índole, e bem impressionantes, como actos de defesa e resistência oposta à variação, são os conflitos patológicos a propósito das lesões pelos agentes mórbidos.

E na mesma fórmula se compreendem os factos curiosos de tropismos, com que JACQUES LOEB fundamenta a noção de « sensibilidade diferencial » nos seres vivos.

A estabilidade dos equilíbrios específicos é tal, que até à descoberta das mutações de DE VRIES a variabilidade das espécies, não tinha fortes argumentos que

a abonassem, e só pela força indirecta das ideias sôbre a evolução em geral, é que as doutrinas de LAMARK e DARWIN creavam adeptos convictos, nos neo-lamarkistas e neo-darwinistas do nosso tempo.

O resultado desta actividade reaccional defensiva dos organismos, é perfeitamente palpável nas conquistas que tem feito a terapêutica com a seroterápia, processos imunisantes, e nem as reacções anafiláticas lhe fazem excepção, por mais paradoxal que o facto aparentemente se mostre.

Na verdade, parece que nos casos de anafilaxia, o animal que reage victorioso à injeção da primeira dose, só ganha habilitação para mais facilmente succumbir à segunda dose, embora mais fraca, da mesma toxina.

Não posso aqui alongar-me em explicações do íntimo processo porque tal facto pode compreender-se. Mas sem mais larga exposição, direi que pelo próprio processo defensivo que cria a imunidade, se chega a compreender também a anafilaxia.

E, agora, tomando as ideias de RENÉ QUINTON, poderemos considerar que a evolução morfológica haja resultado de insurreições sucessivas dos seres vivos contra as variações do meio exterior, que se tem produzido no decurso da história do nosso planeta.

Na Idade Média, a natureza tinha «horror ao vácuo», e explicava-se assim a aspiração da água pelas bombas. Hoje será lícito dizer que a natureza tem «horror à variação», para explicar como tudo tende para um equilíbrio cada vez mais estável.

Qual será a fórmula científica correspondente àquela «pressão atmosférica» que se consagrará à explicação desta tendência?



## CAPÍTULO IV

### Pseudomorfismo biológico

Os cristais células de VON SCHRÖN. — Células artificiais de BÜTSCHLI. — A germinação artificial de LE DUC. — Física molecular. — Cristais sólidos e cristais líquidos. — Organização animal e estrutura mineral.

Vejamos as próprias palavras de VON SCHRÖN.

«A minha teoria sobre a geração espontânea nos sais, bem longe de ser o resultado de conclusões filosóficas ou de conseqüências lógicas, deriva dum facto objectivo que durante trinta e nove anos de ensino público eu mesmo nunca admiti. A geração espontânea apresenta-se nos sais sob duas formas diferentes, como geração espontânea celular, dum lado, e como geração espontânea individual do outro; a primeira, a *geração espontânea celular* demonstra-se pelo facto de *células nascerem* no líquido homogêneo, amorfo, privado de todo o vestígio celular; a segunda, a *geração espontânea individual* explica-se pelo facto de no mesmo líquido nascer o mesmo indivíduo cristal, e isto sem a preexistência dêste indivíduo, embora não na época anterior à saturação da solução pelo sal, porque esta saturação resulta do indivíduo cristalino ter dissolvido no dissolvente. Em uma palavra, o indivíduo crista-

lino, em uma solução homogénea e amorfa do sal, tornou-se difuso, de circunscrito que era, invisível, de visível, indivíduo potencial, de indivíduo em acto, conservando contudo sempre qualidades determinadas e hereditárias.

«É certamente um facto interessante o indivíduo cristal que desaparece, fundir para reaparecer depois na sua forma primitiva; mas mais notável é o fenómeno do desaparecimento se reproduzir indefinidamente, e todas as vezes constatarmos como facto inicial o aparecimento do petroplasma filiforme sôbre o qual nasce o ser cristal.

«Tudo isto afirma solenemente a geração espontânea; e os meus métodos incontestáveis demonstram a existência de verdadeiras soluções, e não de suspensões onde o petroblasto, as petrocélulas ou os germens de cristais estariam não dissolvidos mas em suspensão. Tudo isto (refere-se às suspensões) não existe para mim, como não existem para mim moléculas que deveriam ceder às minhas amplificações levadas até 800:000, podendo ver-se os primeiros elementos de formação petroplásmica quando a solução, do estado homogéneo e amorfo, passa ao estado precristalino. Há pois nisto a prova positiva e negativa do que me dizeis». VON SCHRÖN dirigia-se a um seu discípulo BRAZZA.

Quanto ao mecanismo da geração dos cristais, SCRÖN começou há vinte anos, a propósito das granulações birefringentes que apresentam muitos micróbios, um estudo interessante e aturado sôbre a formação dos cristais. Dos micróbios passou ao estudo das soluções concentradas, empregando o método da «gota suspensa».

Resulta dos seus trabalhos de observação que o aparecimento dos primeiros traços de cristalização é precedido dum «estado precristalino», em que se forma uma massa de aspecto finamente granulada, o «petroplasma». Distinguem-se, já nesta fase, duas substâncias segundo SCHRÖN: «deuterolitoplasma» e «protolitoplasma» ópticamente caracterizadas. Depois, aparecem as primeiras formações nucleiformes, os mais pequenos elementos conhecidos do reino mineral — «petroblastos». Tem, segundo SCHRÖN, a faculdade de germinar, estas granulações. Derivam dos filamentos duma rede protoplásmica, que existe nos sais e nas rochas plutónicas. Quando nas soluções se dá a diferenciação em «protolitoplasma» e deuterolitoplasma», o primeiro dispõe-se em forma duma espécie de concha que envolve o segundo.

No estado precristalino dos sais, os petroblastos são contidos em células semelhantes às dos esporângios, e podem transformar-se em corpos celuliformes, a que não falta uma espécie de núcleo. Temos assim, no petroplasma, elementos morfológicos distintos: os «petroblastos» e as «petrocélulas», comparáveis aos osteoblastos e às células glanglionares.

Afirma SCHRÖN que os núcleos saem das petrocélulas, dando logar á formação de petrocélulas novas que crescem, por sua vez, atraíndo a substância dissolvida. Multiplicam-se por divisão e por gemação, produzindo novos petroblastos.

A verdade das observações microscópicas de SCHRÖN, sobre os fenómenos tão extraordinários do estado precristalino, são confirmadas pelo sábio holandês P. HARTING. Êste observador estudou, durante trinta anos,

as transformações dos corpos inorgânicos, no momento da passagem do estado líquido ao estado sólido, e tinha já observado muitas vezes, formas que recordavam a morfologia viva. Ocupando-se da precipitação do carbonato de cal, tal como se produz na solução dum sal calcáreo adicionada de carbonato de potássio ou de sódio, observou primeiramente uma massa gelatinosa aderente às paredes da proveta, formando uma camada transparente. Bem depressa, esta espécie de membrana coloidal perde a transparência e mostra-se formada de pequenas granulações que HARTING chama moléculas; e, em pouco tempo, passa a estado diverso, mostrando-se cheia de corpúsculos muito refringentes, de contornos distintos e animados dum movimento molecular determinado. Estes corpúsculos são redondos, crescem e substituem, pouco a pouco, a membrana toda. Os maiores possuem um núcleo e um conteúdo granuloso, nada faltando, pois, para uma morfologia celular completa.

Com os estudos de HARTING, as observações de SCHRÖN receberam uma comprovação de valor, tanto mais que chegavam a conclusões muito análogas, por métodos diversos.

Mas, já anteriormente, CARL VOGT e MONNIER, fazendo actuar substâncias inorgânicas umas sobre as outras, haviam produzido muitas formas que recordavam as dos corpos organizados. Já em 1866, TRAUBE se dedicava à produção das células artificiaes, por meio de cloreto de cobre e de ferrocianeto de potássio.

Inspirados da mesma curiosidade, proseguem em idênticos trabalhos HERRERA no México, e LE DUC em

Nantes. São notáveis as células artificiaes obtidas por HERRERA, nas emulsões da sílica com os carbonatos alcalinos.

Mas as mais interessantes de todas essas curiosidades são, sem dúvida, os vegetais artificiais de LE DUC. Não é já só uma célula que se obtem, é um grão que germina, e é uma planta (?) que se desenvolve. LE DUC fabrica um grânulo de sulfato de cobre, de 1<sup>mm</sup> a 2<sup>mm</sup> de diâmetro, com duas partes de sacarose, uma de sulfato de cobre, e água para granular. Semeia êste grão numa solução aquosa contendo: 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> a 4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> de ferrocianeto de potássio, 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub> a 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> de cloreto de sódio e outros sais, 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub> a 4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> de gelatina. Pois germina neste meio, o grão semeado, num tempo que varia de algumas horas a alguns dias, conforme a temperatura. O grânulo envolve-se duma membrana de ferrocianeto de cobre, permeável à água e a certos iões, mas impermeável ao assúcar que encerra e que produz, no interior, a grande pressão osmótica que ocasiona a absorção e o crescimento.

Se o líquido está espalhado numa placa de vidro, o crescimento faz-se no sentido horizontal; se a cultura é feita num vaso fundo, o crescimento faz-se ao mesmo tempo horizontal e verticalmente. Um só grão artificial pode dar 15 a 20 astes que se elevam às vezes até 25 centímetros de altura.

Mas não nos sugestionemos muito com estas curiosas realizações experimentais. Aquelas vegetações de LE DUC, e aquelas células de TRAUBE ou de HERRERA, não são, a respeito dos seres vivos, mais do que a estátua pode ser para o homem. E, quanto à geração e evolução dos cristais, há as diferenças mais características.

Se o cristal nasce, cresce e se regenera, é unicamente à custa da solução mãe. De alumínio ou de cloreto de sódio, de sílica ou de quartzo, o respectivo cristal só cresce à custa dos petroblastos de alumínio ou de sílica, etc., nunca se desenvolvendo em meios isentos de tais petroblastos.

Diz-se um cristal, o cadáver rígido dum sal; mas se o dissolvermos de novo esse cadáver, como a fenix, resurgirá. O cadáver dum animal pode, quando muito, conservar-se, mas não resuscitará.

Além disso, o cristal, crescendo, não assimila materiais nutritivos, pondo em acção a energia que elles encerram. Não é capaz de movimento e trabalho, nutrindo-se e decompondo-se.

Mas há, sem dúvida, naqueles esboços de formas organoides, alguns elementos importantes a notar. A potencialidade energética da matéria para uma morfologia determinada, está aí patente.

CURIE lançou as bases duma teoria sôbre a formação dos cristais em função das tensões superficiais.

GUSTAVE LE BON, estudando o jôgo das atrações e repulsões moleculares pela expressão das formas de equilibrio que daí resultam, mostra também, como CURIE, o papel que desempenham, nas misturas de líquidos ou soluções de sólidos, as pressões osmóticas e as tensões superficiais.

BRILLOUIN (*Annaes de química e física*), estudando a tensão superficial e as formas cristalinas, chega até a medir a esfera de atracção das moléculas cristalinas, calculando que o raio deva estar compreendido entre 3 ou 4 vezes e 8 ou 10 vezes a distância média dos centros de duas moléculas vizinhas.

As moléculas assim, no seio dum líquido, podendo atrair-se ou repelir-se a distância, são necessariamente envolvidas dum campo de forças, em que possa admitir-se a existência duma energia (semelhantemente ao que se passa num campo eléctrico) capaz de determinar orientações mais ou menos fixas, às respectivas moléculas.

A forma geométrica, bem como as propriedades dos cristais sólidos, interpretam-se hoje pela disposição em rede geométrica de partículas semelhantes e semelhantemente dispostas.

Sabe-se como é fácil fazer aparecer fenómenos de birefringencia por simples acção mecânica, não uniforme, como a flexão, a torsão, etc., num pedaço de vidro bem isotropo. Do mesmo modo que se faz aparecer a dissimetria molecular num corpo completamente isotropo, pode-se aumentar a dissimetria, tornando mais sensível a birefringencia, num corpo já anisotropo.

Passando dos sólidos aos líquidos, os mesmos fenómenos teem sido análogamente produzidos, sómente as condições da experiência teem de ser diferentes, por causa da mobilidade das moléculas. O fenómeno verifica-se então, com líquidos apropriados muito viscosos, como vernizes, bálsamo de Canadá, geleia de gelatina. Todavia G. DE METZ (dupla refração acidental nos líquidos) consegue obter a birefringencia com líquidos mais fluidos, como o óleo de ricino e soluções de gelatina pouco concentradas descendo abaixo de 2 0/0.

Mas não são sómente as acções mecânicas que produzem assim a anisotropia em corpos sólidos ou líquidos isotropos. O fenómeno conhecido como «fenómeno

de KERR» mostra que um pedaço de vidro, colocado num campo eléctrico, se torna immediatamente birefringente, comportando-se como um cristal uniaxial, do eixo paralelo ao campo eléctrico.

Mas êste mesmo fenómeno produz-se egualmente com os líquidos isotropos, que se tornam também birefringentes pela acção dum campo electrico.

O fenómeno é tanto mais sensível quanto o líquido experimentado for mais mau condutor. A simples água pura pode revelar essa propriedade.

Depois desta acção do campo eléctrico sôbre os líquidos anisotropos, ainda os trabalhos proseguem na mesma via, e COTTON e MOUTON, descobrem recentemente que a dissemetria pode ser comunicada também por um campo magnético, a líquidos no estado natural e até a líquidos em sobrefusão (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 22 juillet 1907, 20 juillet 1908, 2 août 1909). As experiências até hoje tentadas não dão efeito com os corpos orgânicos da série gôrda, sendo pelo contrário, a birefringencia magnética verificada em todos os líquidos da série aromática. A nitrobenzina é sôbremaneira sensível, e tem a particularidade de produzir o fenómeno, tanto num campo eléctrico como num magnético.

Se dos líquidos puros passarmos aos sistemas constituídos por pequenas partículas mantidas em suspensão num líquido, fenómenos do mesmo género, sob o ponto de vista da existência de orientações moleculares evidenciadas, se apresentam.

Os sistemas em questão podem obter-se de qualquer modo, por exemplo, porfirizando um corpo sólido, e misturando o pó a um líquido qualquer; ou ainda

químicamente, provocando uma precipitação lenta dum corpo, pela mistura de duas soluções bastante diluídas. Por êste processo, as partículas formadas primeiramente, são extremamente tenues, e podem formar suspensões bastante estáveis. É com variantes dêsse processo que se obtém as soluções coloidais.

Tais misturas colocadas num campo electrico ou magnético tornam-se birefringentes, manifestando as propriedades ópticas duma substância cristalisada uniaxial, de eixo paralelo ao campo. Comportam-se exactamente como os sólidos e líquidos isotropos, a que antes nos referimos. Mas, aqui, o fenómeno torna-se muito mais interessante, porque a própria constituição da mistura vái permitir-nos penetrar o mecanismo de tais efeitos. A birefringencia parece resultar duma orientação determinada em que se colocam as moléculas pela acção do campo electrico ou magnético.

Se as partículas em suspensão são isotropas, mas não esféricas, mostra-se que tem tendência a orientar-se de maneira que uma das suas dimensões seja paralela ao campo: se as partículas em si mesmas são anisotropas, as propriedades electricas e magnéticas não são as mesmas em todas as direcções, e mostra-se teòricamente que resulta uma tendência para se orientarem as partículas no campo, de modo a que uma das direcções, a de maior magnetisação por exemplo, fique paralela ao campo magnético ou eléctrico.

Constata-se aindá, que a birefringencia duma suspensão dada aumenta com a intensidade do campo. As partículas que, na ausência de toda a influencia exterior, se distribuíam ao acaso, sem regularidade nem orientação alguma, são assim dominadas pela acção

electrica ou magnética do campo em que se collocam, mostrando-se orientadas em sentido determinado, com uma fixidez que cresce à medida que a intensidade da influencia electrica aumenta.

Com estas noções de física moléculár, apenas esboçadas, nós vamos compreender mais ou menos um mecanismo de possíveis formações de natureza cristalina, não só nas soluções de corpos sólidos que se precipitam em cristais egualmente sólidos, mas até em misturas de dois líquidos, um dos quais, em suspensão no outro, dá lugar a uma verdadeira formação de cristais líquidos.

Tomemos uma solução, saturada a quente, de oleato de amónio no álcool, e coloquemos uma gôta sôbre a lamela porta objecto do microscópio. Pelo resfriamento, ír-se-ão formando pequenos cristais em fôrma duma dupla piramide muito alongada, com as arestas e vértices ligeiramente arredondados. Os cristais têm as propriedades ópticas dum cristal unaxial; mas são moles, facilmente deformáveis; quando um movimento do líquido aproxima algum dêles dum obstáculo, que pôde ser uma pequena bôlha de ar, o cristal *deforma-se para contornar êsse obstáculo, e retoma em seguida a sua fôrma normal. Se se parte um dêsses cristais, cada fragmento muda de fôrma, e reproduz o cristal normal; se dois cristais se aproximam até ao contacto reúnem-se, fundem-se num só*, que fica com a fôrma normal no caso de o contacto ser paralelo, e fica em fôrma de cruz se tomáram contacto em sentido perpendicular um ao outro.

Vejamos ainda outro exemplo com particularidades um pouco diferentes. Uma solução saturada a quente,

de *paraazoxyphenetol* em azeite, observada ao microscópio, mostra, pelo resfriamento, que a solução se separa em gôtas birefringentes que ficam inteiramente líquidas e redondas.

Estas gôtas são claras e, observadas à luz ordinária, revelam uma estrutura particular -- um núcleo envolvido de zonas concentricas, quando se apresentam numa certa direcção. *Será a representação das «petrocélulas» de SCHRÖN?* Observadas à luz polarizada, revelam uma simetria em volta dum eixo. Deformam-se ainda mais facilmente que os cristais de oleato de amónio; e, quando duas dessas gôtas se encontram, fundem-se numa só. *Não será a «conjugação» dos cristais de SCLRÖN?* A acção dum campo eléctrico ou magnético exerce sôbre essas gôtas uma acção orientadôra que tende a pôr o eixo de simetria paralelo ao campo.

Comparando com os cristais moles de oleato de amónio, interpretaremos êste caso dizendo que as forças que orientam as partículas são ainda mais fracas, e que a tensão superficial vencendo essas forças impede a formação de faces planas, prevalecendo por isso a fôrma esférica.

Com muitas substâncias se pôde obter a reprodução dêstes fenómenos.

Notaremos que o polimorfismo cristalino que se conhece em certos corpos sólidos como o enxôfre, na química mineral, ou o benzoato de fenetolazofenol na química orgânica, estende-se também aos cristais líquidos. Estão nêste caso, por exemplo, o caprinato de colessterina, o éter étílico do ácido anisal-para-amino-cinâmico, etc.

Um facto importânte a notar ainda, é que certas

substâncias, estudadas puras, não mostram nunca variedade líquida cristalina; ao passo que a apresentam logo, quando misturadas a um outro líquido cristalino. E ainda, duas substâncias que separadamente não dão variedade cristalina, por si só, tornam-se ambas cristalinas quando se misturam no estado líquido (CH. MAURIN).

Uma conclusão sobrenada visível à superfície destas noções de física molecular a saber: as curiosidades morfológicas reveladas por SCHRÖN, BÜTSCHLI, etc., não atingem o problema biológico. Traduzem resultados interessantes num domínio da física, só modernamente explorado, mas todos os progressos aí alcançados, sendo valiosos para ilustrar o conhecimento acerca do jogo das forças moleculares, apenas podem tocar o fenómeno biológico pelo lado da morfologia e mais nada.

A minha demora nas considerações espendidas, sobre as particularidades da cristalização justifica-se pela necessidade de compreender dalguma maneira os factos experimentaes de SCHRÖN, HARTING, BUTSCHLI, HERRERA e outros, e também porque do conhecimento dos fenómenos passados na longínqua esfera dos equilíbrios moleculares da matéria bruta, póde vir alguma luz que nos ajude a compreender um tanto a complexa fenomenalidade da matéria viva.

Não é naquêles confins da matéria, por onde anda a observação ultramicroscópica das micelas e dos petroblastos, que os grandes enígmata da morfologia se vêm já esboçados, na orientação das linhas de força que determinam agrupamentos moleculares em sentidos definidos para cada corpo conforme o meio e as condições?

Além disso, a noção das «fôrças diretrizes» a concepção das «energias anagénicas» as teorias de uma «evolução dirigida», todas as ideias, enfim, que possamos formar ácerca da progressiva organização dos seres, como ácerca da crescente complexidade de suas manifestações, como e onde hão-de ír aurir a seiva que nos alimente, cientificamente o raciocínio, senão extendendo os tentáculos da atenção até aos confins do campo explorado a que cheguem as raíses sugadoras da análise?

É aprofundando com a atenção e o estudo que nos habilitaremos a verrumar o desconhecido com a observação e a experiência.

Da escursão um pouco ultra-biológica realizada, resulta um ensinamento importante, comparável áquêlo que já em páginas transactas expuz, ácerca dos fenómenos de evolução e adaptação nos seres vivos. Agora, como então, conclúo a respeito do problema morfológicos que êle não tem razão de ser proposto à exclusiva resolução do fisiologista, adstrito sómente ao estudo dos seres vivos. É uma questão de especificidade material ligada à natureza de todos os corpos e às circunstâncias do meio em que se encontram. Se na organização, em ponto grande, dos seres vivos numerosos à nossa observação, encontramos, também, um certo número de caratêres que espontâneamente despertáram a atenção e as investigações da sciência, é igualmente verdade que o exclusivismo com que tem sido tratados se mostra cada vez mais injustificado à medida que os aprefeiçoamentos da análise nos permitem ver, em certa escala de grandeza, a pequenez

oculta de propriedades do mesmo género representadas num maior número de seres, tanto organizados como inorgânicos.

Assim a evolução universalizou-se, os princípios dominantes da organização — a defesa e a adaptação — generalizam-se às modificações estruturales dos sólidos e ao equilíbrio dos sistemas materiais: e agora, com respeito à morfologia e ao princípio fisiológico — a função faz o órgão — nós vemos também, em química física, que a energia faz a estrutura.

## CAPÍTULO V

### Metabolismo

O biotonus. — Sua instabilidade. — Sensibilidade reaccional da célula. — Assimilação e elaboração de reservas. — O ciclo metabólico das reservas. — Graus na assimilação do músculo. — EWALD HERING: Assimilação e crescimento. — FELIX DANTEC: Assimilação. — Os indivíduos são espécies químicas distintas e invariáveis? — HATSCHKE e a assimilação. — A molécula polímera de albumina. — VERWORN. — Produção das substâncias de reserva. — O trabalho propriamente vital não é a produção das reservas. — Biogenia e cinetogenia. — O glicogénio na desassimilação protéica desde CL. BERNARD. — Crítica de PFLUGER. — Alimentos plásticos e energéticos. — Assimilação plástica e elaboração energética, duas cousas diferentes. — A excitação provoca primeiro a contracção ou vai libertar primeiro as energias de que o músculo precisa para a contracção? — A contracção seria um acto vital normal exagerado. — ROGER: O músculo só gasta combustível que lhe vem do fígado. — O glicogénio. — O calor fórma degradada de energia. — A síntese hidrocarbonada na planta. A sua combustão no animal. — Processos diferentes da síntese na planta e no laboratório. — Não está provado que a síntese clorofiliana armazene calor no amido. — Há lugar de pensar noutra fórma de energia que o cloroplastideo põe em jogo na síntese e o músculo na contracção. — No ser vivo as transformações materiais são outras, diferentes daquelas que faz o laboratório. — Demonstração de A. GAUTIER contra o músculo motor térmico. — A teoria da contracção de ENGELMAN. — FICK faz a crítica à

teoria de ENGELMAN e demonstra a sua inviabilidade. — As manifestações cinetogénicas em estreita dependência das energias anagénicas. — As substâncias químicas não perdem as suas energias químicas; mas são levadas a fazer no ser vivo o contrário do que fariam fóra d'ele. — Generalizações abusivas. — Hipóteses subrepticamente arvoradas em postulados. — Não enfileirâmos nas tentativas de degradar a fisiologia para a química. — A química é que deve enriquecer-se com noções biológicas. — Se não é pelo calor é pela energia química que o ser vivo funciona? — Doutrina da destruição funcional de CL. BERNARD. — A consciência ligada à desintegração. HERZEN. — DASTRE a justificar a doutrina. — O próprio exemplo de DASTRE levado mais adiante. — A síntese das reservas. — CL. BERNARD. — Assimilação funcional. DANTEC. — CL. BERNARD e o músculo. — DANTEC e o infusório. — A equação da vida elementar manifestada. — As substâncias vivas do plástideo multiplicadas pelo mesmo coeficiente. — Como aparecem essas substâncias iguais às anteriores? — O exemplo do infusório. — As substâncias assimiladas aparecem com o funcionamento e desaparecem com o repouso? — Estou fóra da corrente de CL. BERNARD e de DASTRE. — Citação de DASTRE. — Crítica. — Lei da excitabilidade crescente pelas excitações sucessivas do músculo. — A teoria da combustão das reservas não explica aquêlê aumento de excitabilidade. — Na doutrina da variação biotónica explica-se.

Na corrente de generalização biológica que domina a época actual, as tentativas de apagar todas as características irreductíveis dos seres vivos tem produzido trabalhos interessantes, que muito vão contribuindo para uma mais justa apreciação do valor dos fenómenos vitais, por um lado, e dos fenómenos físicos e químicos, pelo outro.

Tem sido considerado como próprio da matéria viva, o movimento moléculár incessante que se realiza na intimidade de cada célula, e de cada partícula

elementar dentro desta, movimento que tem por fim manter esta partícula sempre semelhante a si mesma, apesar da substituição incessante de suas moléculas.

Num duplo movimento de introdução de moléculas novas no seio do protoplásma, e de expulsão doutras moléculas que resultáram da transformação das primeiras, consiste verdadeiramente o que se chama a «mutação nutritiva» ou *nutrição*: é, como diz BOUCHARD, «a vida com seu duplo movimento de assimilação e desassimilação, de criação e de destruição».

Um encadeamento de reacções sintéticas, elaborando as moléculas albuminoides até à construção da partícula biogénica, seguido de outro encadeamento de reacções analíticas até aos produtos últimos da desassimilação celular, eis o que é nos organismos a *nutrição*: duplo movimento de construção e destruição, tendo como base a electividade reaccional dos elementos: esta tendência incessante que manifestam todos os corpos para a saturação adequada das suas afinidades químicas.

Teríamos a representação dinâmica da atividade biogénica nutritiva, considerando a molécula viva animada dum movimento vibratório, nas duas fases do qual passasse por dois estados diferentes, um em que se destruiria, e outro em que se reconstituiria mais ou menos prontamente.

Em cada célula agitam-se simultâneamente, neste movimento de assimilação e desassimilação, todas as partículas biogénicas, com velocidades variáveis, de certo, e em fases diversas do seu dinamismo físico-químico.

Considerando a intensidade do movimento assimilador em relação com a intensidade do movimento desassimilador, o balanço do metabolismo orgânico pôde tomar a fôrma de uma razão geométrica com o coeficiente anabólico no numerador, e o correlativo coeficiente catabólico no denominador. Essa razão,  $\frac{A}{D}$ , representará o valor fisiogénico do elemento vivo, o quociente biotónico, ou simplesmente o «biotónus» celular, de cujas variações toda a manifestação vital vái resultar. Esta relação é normalmente muito variável, oscilando continuamente entre limites mais ou menos afastados.

Os compostos biogénicos, riquíssimos como são em radicais orgânicos, dotados duma energia intra-molecular intensa, com seus milhares de átomos, ou miríades de elementos iónicos, numa vibração agitada, não poderiam deixar de encontrar-se sempre num equilíbrio eminentemente instável, que a mínima influência perturba. E, de facto, a sua sensibilidade reaccional ultrapassa tudo quanto possa imaginar-se.

RAULIN e NAEGELI pudéram verificar a sensibilidade de alguns seres inferiores para quantidades quási infinitamente pequenas de certos corpos. Assim:  $\frac{1}{1\ 000\ 000\ 000}$  de um sal de cobre impede o desenvolvimento da «spirogíra»: a agua em que se mergulha uma moeda de ouro dissolve logo cobre bastante para matar aquêl vegetal em pouco tempo. Os perfumes que, a terem por único substracto as partículas mais tenues da matéria, estas terão de andar já por regiões muito afastadas dos limites da ponderabilidade, os perfumes, digo, podem produzir no homem os efeitos mais complicados desde a náusea até ao vômito, desde uma

singela sensação de agrado até uma cefalalgia insuportável, e até um ataque de histeria.

Todas estas subtilesas reaccionaes estão directamente ligadas à eminente instabilidade dos equilíbrios interatómicos dos biogénes constitutivos da massa protoplasmica das células; de modo que os dois termos da relação  $\frac{A}{D}$  e, consequentemente, o valor do biotonus, perturbáveis à mínima influência, estarão numa variação contínua.

Devemos notar que muitas vezes se toma a assimilação no sentido sómente da elaboração dos princípios bio-químicos necessários ao funcionamento mecânico do animal, directamente, ou por meio das reservas nutritivas, indirectamente.

Na fisiologia vegetal, considera-se trabalho assimilador a síntese do amido, à custa da água e do anidrido carbónico, pelos cloroplastídeos, nas plantas verdes.

Mas não basta, para conhecer o processo nutritivo e auto-construtivo do ser vivo, tratar sómente da assimilação em tal sentido. É preciso ir além dessas sínteses em que só são elaborados os produtos destinados a servir de combustível no funcionamento dos organismos celulares. O próprio motôr que funciona nessa elaboração é que é a peça principal na fábrica da economia orgânica.

Uma célula elabora certas substâncias como glicogénio, lecitína, ou colessterina, que se encontram sempre juntos com o protoplasma. A mesma célula funciona e consome essas substâncias, fabricando logo novas doses que preenchem a falta das primeiras consumidas.

Parece averiguado que a maior parte dos princípios

da nutrição não chega ao apogeu da vitalidade, passando pela economia sem atingir, como diria КОPE, as últimas culminâncias a que as energias anagénicas podem fazer subir a matéria. O ciclo metabólico dessa elaboração de princípios subsidiários da acção celular, seguiria uma curva de raio mais curto do que aquela em que a substância, verdadeiramente viva e actuante, da célula, desenvolve a sua órbita de acção evolutiva.

Assim, uma célula que segrega no interior uns prismas de musculina — sarcoblastos — que logo hão de funcionar consumindo o glicogénio do sangue, terá no seu ciclo nutritivo os seguintes gráus a considerar: fabricação e aproveitamento do glicogénio que tem de gastar na contração: elaboração de princípios que renovem a substância dos discos musculares, e ainda, nova elaboração, diferente, de compostos biogénicos, que assegurem o biotonus do protoplasma e núcleo, que se sobrepõem aos discos contracteis, ao mesmo tempo que estes estão acima, em hierarquia vital, dos compostos glicogénicos que vão ser consumidos.

Vê-se aqui, que a palavra assimilação deixa no escuro um conjunto de processos nutritivos de categoria muito diversa, e que se torna vantajoso destrinçar de algum modo.

EWALD HERING deu à noção de assimilação um sentido mais restrito, distinguindo a assimilação do crescimento, e entendendo por aquela sómente os movimentos químicos qualitativos das partículas já existentes, e a elevação destas últimas ao mais alto gráu de complexidade; ao passo que o crescimento seria devido ao aumento puramente quantitativo daquelas partículas.

Não esclarece nada a respeito de assimilação. Diz ser uma química qualitativa; mas é precisamente nessa química qualitativa que há razão de distinguir várias qualidades, várias categorias de processos químicos, se assim quiser. No exemplo que apresentei para tipo, há lugar para distinguir pelo menos três.

Quanto à noção que dá do crescimento, ela é tão profundamente errônea que parece traduzir uma ignorância completa do que seja o crescimento, êste desenvolvimento evolutivo, gradual e harmónico, do indivíduo, que desde o ovo se desenrola em perene diversificação qualitativa.

FELIX LE DANTEC, talvez inspirado por HERING, põe a assimilação nestes termos — «uma reacção química tal que o corpo que dela participa efectivamente, é objecto dum aumento quantitativo conservando as suas qualidades; por outras palavras, êste corpo, quimicamente definido, conserva a mesma composição química depois da reacção em que tomou parte e da qual saiu aumentado». (FELIX LE DANTEC, *Traité de biologie*, p. 67.)

HERING, ao menos, teve o bom senso de separar a assimilação do processo de crescimento, e, se poz o crescimento num ponto de vista errôneo, ao menos deixou a assimilação bem caracterizada.

LE DANTEC, numa cegueira que parece inacreditável, toma exactamente o conceito errôneo de HERING sobre o crescimento, e estende-o à própria assimilação biogénica, à reacção vital por excelência, sobre que vai assentar a condição fundamental da «vida elementar manifestada».

Afirmar a natureza puramente química da vida, e

vir depois falar de um corpo que reage quimicamente conservando inalterável a sua composição, choca o bom senso dum traumatismo refractário a toda a restauração ortopédica.

Recordando a hipótese de PFLUGER sôbre a formação das primeiras moléculas albuminoides a partir do grupo cianogénio, veremos que a tendência que manifestam para a polimerisação esses albuminoides em geral, e os grupos cianados em particular, nos ajuda a compreender qual será o papel da química na assimilação.

Nem há razão para separar o crescimento da função assimiladora, no seu verdadeiro significado.

DANTEC sugestionou-se pelo facto de certos modos de reacção serem especificos dentro de certas classes de animaes; e tanto assim, que chega a considerar como quimicamente bem distinto, o que deve chamar-se substância de cabra, substância de coelho, etc.

São espécies químicas distintas que correspondem a espécies zoológicas também diversas.

Ora, não será difícil admitir que cada espécie animal tenha um fundo químico idêntico, mas o que é contrário à observação é que êsse fundo químico se conserve inalterável em todas as células do animal, desde o ôvo que o géra, até à morte que o extermina.

A cobaia M e a cobaia M', sujeitas à mesma reacção, podem conservar, depois dela, a mesma semelhança que tinham antes.

Podemos dizer que a reacção deixou inalterada a relação que existia entre os dois animaes; mas sem dúvida, que nem M nem M' ficáram os mesmos, perfeitamente idênticos ao que antes eram. A substância

cobaia, pois, reagiu e alterou-se. Enchem o mundo as provas disso, nos resultados que dalgumas reacções tira a soroterapia, nos processos anafiláticos, e falam ainda no mesmo sentido, claramente, todas as mudanças evolutivas que sobrevêm na vida do animal, as quais têm sempre repercussão nítida na composição e modos de reacção dos organismos. A própria morfologia muda.

Há certas funções químicas bem nítidas, que se conservam mesmo em corpos simplesmente orgânicos, através de uma série de reacções. E é banal o facto de a mesma função ser comum a muitos e variados corpos minerais. Por isso, embora a «substância cabra» de que fala DANTEC, manifeste uma determinada função persistente, através da série de reacções vitais assimiladoras ou funcionais porque a cabra vai passando, a inalterabilidade de sua composição química não tira daí argumento bastante para se afirmar.

Retomemos, pois, as nossas considerações sôbre a assimilação, e procuremos quem mais assisadamente nos guie no caminho em que se orienta a nossa opinião.

HATSCHK, num estudo sôbre a natureza da assimilação, admite que a molécula de albumina viva, para crescer, atrai continuamente a si, as substâncias elementares dos alimentos, até que passa ao estado de molécula polímera, para voltar em seguida, ao estado de moléculas de albuminas simples, as quais reconstituem pouco a pouco novas moléculas polímeras, e assim por diante.

MAX VARWORN define clara e precisamente: «a assimilação é o conjunto de todas as transformações que vão dar à construção do *biogéne*».

Bunjefer  
6-6-918

Library  
3-7-918

Assim a função verdadeiramente vital, como aplicação da energia anagénica propriamente dita, está expressa no seu verdadeiro sentido.

A produção, nas células, de substâncias como a saliva na parótida, o glicogénio no fígado, o amido nas células vegetais, etc., não representa o genuíno trabalho de assimilação. Essas substâncias são produtos cinetogénicos, fabricados na elaboração nutritiva das células que mais ou menos se diferenciaram no sentido dessas formações bioquímicas.

A construção gradual do organismo vivo não se faz simplesmente pela fabricação, em escala crescente, das substâncias que êle precisa gastar no funcionamento, ou que êle armazena como reservas.

Dentro de cada célula, a assimilação, como fenómeno verdadeiramente vital, tem de ser mais alguma coisa do que uma elaboração, sómente, daqueles corpos secundários. Na célula, a própria substância viva cresce, pois que se multiplica, em geral (nos elementos de baixa diferenciação); portanto a fabricação e respectiva organização da substância viva propriamente dita, é um fenómeno que se realiza no interior da célula, não ao lado da fabricação das reservas quer nutritivas quer funcionais, mas antes acima, e sobrepondo-se-lhe com domínio regulador.

Chamarei a êsse trabalho elaborador da substância viva — assimilação biogénica, ou biogenia —; ao trabalho formador dos corpos de reserva destinados às despesas do funcionamento — elaboração cinetogénica, ou cinetogenia.

Procuremos a relação em que possam estar estas duas categorias de fenómenos.

Na ascensão da curva metabólica, até ao zenith da completa elaboração biogénica mais perfeita, haverá alguma fase comum áquelas duas categorias de assimilação?

Sem dúvida, nós podemos supôr que o trabalho biogénico seja concomitantemente fabricação de substâncias cinetogénicas, durante uma certa fase: e que essas substâncias, quando formadas, sejam postas de lado, aliviando-se a elaboração nutritiva dêsse encargo, para continuar ainda a subir mais em reacções, então, já puramente biogénicas, sómente.

Os compostos protoplásmicos destinados a condicionar o funcionamento biomecânico do ser vivo, aparecem-nos, assim, como expressão de produtos residuais, saídos do ciclo das energias anagénicas como excrescências que hão de depois ser utilizadas na execução das manifestações cinetogénicas. São um traço de união entre um ponto da elaboração sintética da matéria viva e um ponto da desagregação analítica da mesma matéria: uma corda subtendendo o arco formado pelos dois ramos ascendente e descendente da curva em que verdadeiramente se desenrola o metabolismo orgânico.

Mas também podemos pôr a hipótese de os compostos cinetogénicos aparecerem sómente ao fim da completa elaboração biogénica realisada. O glicogénio, por exemplo, em vez de ser um produto de assimilação da célula hepática, a estabelecer ligação com a desassimilação funcional do músculo que o precisa para combustível, poderia considerar-se também como um composto aparecido na fase da desagregação regressiva da molécula proteica.

O facto, admitido em fisiologia, de que o glicogénio

podia resultar da desassimilação dos proteicos, datava das experiências de CL. BERNARD sôbre cães alimentados exclusivamente de carne. Foi ultimamente posto à prova, por uma serrada crítica de PFLUGER reforçada com as investigações experimentais de SCHOENDORF, resultando desses modernos trabalhos algumas dúvidas sôbre a origem proteica do glicogénio. Apesar disso, esta proveniência é aceita por A. GAUTIER, BOUCHARD, e encontra-se igualmente afirmada no tratado de fisiologia de MORAT e DOYON. A albumina, plástica pelo azote, é também energética pelo núcleo hidrocarbonado que encerra.

Mas, seja qual for o estágio do ciclo metabólico em que o glicogénio aparece, como resíduo das reacções ascendentes de assimilação biogénica ou como corpo só formado no declive da desagregação proteica, o glicogénio vai do figado ao músculo, onde é queimado sob a forma de glicose. Saído da célula hepática como dejecto, vai entrar na célula muscular como combustível. Ainda que no figado seja formado à custa da desassimilação albuminoide, no músculo é apenas um alimento cinetogénico independente da albumina muscular.

Uma conclusão, pois, devo tirar da relação dos compostos cinetogénicos, ou fontes energéticas, com a assimilação anagénica de que as manifestações construtivas e organisadoras são a expressão. Essa conclusão será, que as substâncias energéticas não percorrem o ciclo vital perfeito, ou porque saem na fase ascendente, antes da molécula biogénica se ter completado, ou porque aparecem só quando o biogéne já vai na fase descendente de desagregação. O facto a

assentar é que em qualquer das hipóteses a substância cinetogénica, como tal, não percorre o círculo máximo do metabolismo orgânico.

A divisão dos alimentos em plásticos e energéticos não é tida como uma divisão rigorosa, apesar de todos os valiosos trabalhos de CHAUVEAU. No entanto, os trabalhos já indicados de PFLUGER e SCHOENDORF, indicam que não é ainda para desprezar.

E, sobretudo, pelo que diz respeito à função nutritiva, a assimilação plástica e a elaboração energética são duas cousas muito distintas, que não podemos deixar de considerar interdependentes uma da outra, mas inconfundíveis.

Essa interdependência envolve subordinação para a segunda, que fica apenas no nível duma condição cinetogénica para exteriorisar o movimento e trabalho comandado pela primeira. Acima do trabalho mecânico e da energia termodinâmica, em que se pretende avaliar a actividade dos processos vitais, está a energia histopoiética, que elabora as sínteses na fase ascendente da gradual vitalisação dos materiais químicos dos alimentos.

Julgo ver-se claramente, agora, que uma contracção muscular, por exemplo, medida em calorías e em trabalho mecânico realizado, não fica avaliada no seu sentido fisiológico completo. O que há de característica vital no fenómeno, não é uma combustão de glicóse, é a contracção do músculo, as modificações fisiogénicas do protoplasma vivo, que vão dar à produção do movimento. Se a combustão da glicóse se dá, e o calor aparece, não é isso mais do que um fenómeno secun-

dário dependente do primeiro, acompanhando-o como condição cinetogénica do trabalho, mas só depois de desfechado êste, por outra energia diferente.

Entre a fase de elaboração biogénica ou formação histopoiética, e a fase de desassimilação, desenvolvimento energético ou destruição histolítica, está passando uma corrente contínua de excitação moderada, que mantém o biotonus celular num certo nível de habilitação fisiológica para variadas formas de trabalho. Nessa actividade biotónica mecanicamente silenciosa, uma quantidade de calor está produzindo-se sempre, condicionando a constância do nível térmico preciso ao regular concerto das funções orgânicas do animal.

Quando uma excitação vai alterar o biotonus e uma contração muscular se desfecha, há lugar de perguntar se a excitação, chegada às arborisações terminais do nervo e difundindo-se no sarcoplasma da fibra muscular, terá como efeito mudar o glicogénio em assucar, queimar êste e desenvolver assim o calor que se transforma em movimento mecânico na contração muscular: ou se não irá a excitação directamente provocar a contração do músculo, sendo assim, o myotonus despertado que activa a transformação exotérmica da glicóse, concomitantemente com a execução do trabalho.

Acho legítimo o problema que proponho, pois que praticamente nós observâmos a realização dos dois processos. O trabalho industrial começa pela combustão do carvão para obter o movimento da máquina. Mas o homem também emprega muitas vezes o movimento como fonte de calor no seu organismo. E, agora, com toda a nitidez, o problema toma a seguinte forma: a

excitação nervosa vai pôr em movimento o músculo à maneira duma máquina industrial de que se exige um certo trabalho, ou, recebida a excitação no sarcoplasma, os discos contracteis põem-se em movimento e a combustão existe apenas como fenómeno sobreajuntado?

Se a excitação fosse simplesmente servir de escorva a uma série de reacções exotérmicas, mesmo assim, seria preciso considerar como alheia à química e à física a disposição histológica do músculo que nos dava registada em calor e trabalho a energia que a química só regista em calor. Além de que a energia térmica ainda pode ter outra aplicação que a ligue só indirectamente com o trabalho muscular.

A elevação de temperatura, produzida pela destruição da molécula glicogénica, poderia também ser considerada como uma causa adjuvante de sínteses biogénicas mais activas, provocando um verdadeiro acréscimo histopoiético na célula, para fazer face à desagregação da molécula proteica. Quero dizer — o primeiro glicogénio gasto no início da excitação, faria, pela elevação de temperatura, activar o metabolismo geral do músculo, aumentando o biótonus normal em que êle se encontra no repouso. E não se contrarie a hipótese com a falta de excesso de azote excretado, porque a molécula proteica poderá, na superior temperatura criada, ligar-se a um maior número de núcleos carbonados, aumentando a sua tensão biotónica; assim como poderá desembaraçar-se deles, sem desagregação dos radicais azotados, logo que a diminuição da resistência mecânica deixe de motivar a tensão biotónica estabelecida.

Desta maneira, a função cinetogénica ficaria mais esteitamente dependente da elaboração biogénica, e os compostos cinetogénicos, ou energéticos, fariam o seu aparecimento pelo esquema da segunda hipótese que atrás formulei. A contracção não seria mais que um acto vital normal exagerado. A excitação produziria uma hipertrofia das moléculas biogénicas, à custa de radicais hidrocarbonados, e, como consequência da hipertrofia biogénica, uma hiperdinâmia biotónica.

ROGER é totalmente contrário a esta maneira de ver. Para êle, o glicogénio é fornecido pelo fígado ao sangue, «está dissolvido no plasma como num líquido qualquer»; «não faz parte integrante da célula, não entra na constituição molecular do protoplasma. É simplesmente sôbreajectado formando uma reserva que o fígado cede conforme as necessidades». E ainda, noutra parte. «Podeis facilmente, por uma injeção intravenosa, elevar-lhe a proporção, e o assucar introduzido por esta via desempenhará duma maneira satisfatoria o papel de combustível. Como se vê, as manifestações da actividade vital não tem por corolário obrigado, ou por base, uma destruição da matéria viva». (ROGER, *Alimentação e digestão*, pag. 24 e 25.)

Esta doutrina, que parece orientada para reagir contra a teoria da «destruição funcional» de CL. BERNARD, traduz ao mesmo tempo a noção do músculo motor térmico de CARNOT. O músculo realisa trabalho, para isso é preciso combustível. A máquina térmica também executa trabalho mecânico, e dá-se-lhe por combustível carvão, como fonte térmica. Ao músculo basta que lhe chegue o glicogénio do fígado. Naquela, o combustível é estranho ao maquinismo, neste tam-

bêm o glicogénio é estranho aos seus discos contracteis. Num caso como no outro, a máquina está, e o combustível vem de fóra.

A legitimidade das hipóteses que tenho apresentado devem inspirar prevenção, contra o character dogmático com que ROGER e muitos outros põem o problema da dinamogenia muscular, que não passa verdadeiramente dum caso especial de dinamogenia celular, engrossado por uma diferenciação estrutural de longa evolução filogénica. E, porque não julgo tal doutrina com elementos de resolução satisfatória, a respeito dêste importante problema, aditarei mais algumas considerações.

A noção da degradação da energia agitada pelo segundo princípio de CARNOT e, principalmente, pela expressão que lhe deu CLAUSIUS, indica-nos o calor como a forma inferior de energia, a que vão dar todas as outras formas, degradando-se.

Aparece sempre, concomitantemente com a actividade das outras modalidades, absorvendo em seu proveito uma parte do potencial destinado à produção daquelas. Por sua vez, porém, o calor também pode tornar-se fonte de energia química, de trabalho, etc. O homem applica-o nas máquinas industriais dispostas de maneira a dar, como efeito útil, uma certa quantidade de trabalho mecânico, na execução de operações diversas.

O homem maneja por esta forma aquela valiosa energia, e parece que dêste esquêma tira molde para explicar as transformações energéticas da natureza. Mas vejamos: a elaboração hidrocarbonada, feita pela clorofila, é uma síntese energética, diz-se endotérmica;

a destruição do hidrocarbonado glicóse, no músculo, é uma reacção exotérmica. Mede-se no laboratório a quantidade de calor que absorve a síntese, e a quantidade de calor desenvolvido pela combustão.

Ora a síntese da glicóse e do amido, passando pelos trâmites químicos que indica a hipótese de BAYER, mesmo áparte o embaraço do aldeide fórmico ser venenoso para a planta, exige o emprêgo de reagentes e temperaturas absolutamente incompatíveis com a existência da função clorofiliana, e até destruidores da planta inteira. Por isso, embora a síntese seja quimicamente endotérmica, na planta, certamente, realiza-se sem a intervenção de tal calor. Outra energia entra em jogo, diversa da que se maneja no laboratório, e porventura tambem diferente da energia luminosa que vemos intervir na planta.

O laboratório realiza as operações de síntese sem recorrer à luz, e a planta elabora a mesma síntese sem recorrer ao calor. Isto mostra que nenhuma destas modalidades de energia é duma eficiência absoluta e exclusiva, a respeito da elaboração sintética de que se trata.

Por outro lado, sabemos que a hidratação do glicogénio, isómero do amido, para passar a glicóse, e a combustão da glicóse, quer pelo oxigénio directo quer pela diastase glicolítica de LEPINE, ou a alcooláse de BATTALI e STERN, são nítidas reacções exotérmicas.

Dizer, agora, que no músculo é êsse calor que produz o movimento, é o mesmo que pretender que, na planta, seja o calor do laboratório que produz a síntese.

E tal afirmação é contrária aos factos.

A elaboração clorofiliana não armazena calor nos hidrocarbonados. Reune elementos numa combinação sintética que o laboratório só sabe fazer à custa de calor e reagentes complicados, cuja energia só em calor sabe medir. Mas não pode isso provar que os cloroplastídeos, com cooperação da luz, não introduzam outra espécie de energia na molécula, a qual, originária, aqui, na planta, dum ser vivo, só venha a ser actualizada, além, no músculo, por influência doutro ser vivo, traduzindo-se em manifestações de ordem biológica sem que os calorímetros a apreendam.

Na contracção e movimentos musculares, a química regista trabalho e calor concomitantes, e afirma que as calorias de diferença entre os valores termoquímicos iniciais e finais são exactamente expressos na soma:

Trabalho mecânico + calor medido = calor termoquímico calculado.

Vimos como na síntese clorofiliana a armazenagem de calor não é facto que se imponha, e antes considerações valiosas a contrariam. Pois, também agora, na destruição molecular do glicogénio, há razões de crêr que nem todas as calorias, que marca a destruição laboratorial, se desenvolvam.

As substâncias alimentares que são queimadas no organismo podem sê-lo também no laboratório, mas o calor registado seria suficiente para matar logo o ser vivo. A termoquímica, considerada á margem dos fenómenos vitais, só põe em relevo esta noção — que as energias que o protoplasma põe em exercício, para a

elaboração e desagregação dos seus edifícios moleculares, não são nada aquelas que a química-física maneja nos laboratórios.

Contra a noção do músculo máquina térmica, são claras as demonstrações de A. GAUTIER e FICK.

Pelo teorêma de CARNOT sôbre a transformação do calor em trabalho num ciclo fechado, sabe-se que a quantidade de calor,  $Q$ , apto para se transformar em trabalho,  $T$ , numa fonte de calor dada, é calculada pela fórmula

$$T = 425Q \frac{273 + t_f}{t_i - t_f}$$

onde  $t_i$  representa a temperatura inicial da fonte, no momento em que começa o trabalho,  $t_f$  a temperatura final;  $t_i - t_f$  = resfriamento da fonte.

Ora, pelos trabalhos de CHAUVEAU, sabemos que o trabalho exterior,  $T$ , do animal, está para o trabalho absoluto ( $425 \times Q$ ), na razão de  $\frac{1}{3}$ . Seria preciso que fosse

$$\frac{T}{425 \times Q} = \frac{t_f - t_i}{273 + t_i} = \frac{1}{3}$$

Tomando  $38^\circ$  como temperatura inicial do músculo teremos:

$$\frac{1}{3} = \frac{38 - t_f}{273 + 38}; \text{ donde: } t_f = 38 - \frac{273 - 38}{3} = -40^\circ.$$

Em face deste resultado que mostra o músculo descido a  $-40^\circ$  abaixo de zero, fica absurda a afirmação de que seja por intermédio do calor que o potencial químico produza trabalho.

Mas a ideia de MAYER e HIRN, segundo a qual o

frabalho só aparecia como transformação do calor intramuscular, seduzia os iátro-físicos modernos.

A energia potencial derivada do potencial químico dos alimentos não servia senão para entreter fontes quentes destinadas, por sua vez, a alimentar no corpo transformadores térmicos análogos ao transformador de CARNOT.

ENGELMAN engenhou uma teoria curiosa da contração, naquele sentido.

ENGELMAN comparou a contração dos discos à de uma corda de tripa mergulhada na água. Esta corda retrai-se ou alonga-se, conforme se aquece ou esfria o líquido em que mergulha; de sorte que a sua extremidade, ligada à alavanca do miógrafo, regista no cilindro girante uma curva análoga à do abalo muscular. Alternadamente aquecidos e resfriados, os elementos musculares funcionarão à maneira da corda precedente, como outros tantos motores térmicos.

Mesmo *à priori*, a teoria de ENGELMAN parece impossível de admitir, pois que, podendo cada músculo funcionar isoladamente, deveria cada um deles ter no organismo a respectiva fonte quente e fonte fria, dispostas em modo de determinar as suas contrações; cousa que a fisiologia não revelou até hoje.

FICK faz a crítica da teoria, notando que, pelo menos, devia haver a criação brusca dum foco de calor, no momento da excitação muscular, e igualmente, no fim dessa excitação, um resfriamento rápido do músculo, pela corrente sanguínea acelerada, que desempenharia o papel de condensador, como fonte fria da máquina térmica.

A doutrina atacada em França por GAUTIER, não o

foi menos na Alemanha por FICK, que, pela aplicação dos princípios termodinâmicos, mostrou também a impossibilidade de considerar o músculo como um transformador de CARNOT. A demonstração é a seguinte. O coeficiente económico, ou rendimento máximo dum motor térmico que funciona segundo o ciclo de CARNOT, entre as temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  é:

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Ora a experiência ensina-nos que o rendimento do músculo, em trabalho, é compreendido em  $\frac{1}{3}$  e  $\frac{1}{5}$ .

Pondo 
$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{1}{4},$$

vem : 
$$T_1 = \frac{4}{3} T_2.$$

Tomando para fonte fria o sangue circulante a  $37^\circ$ , ter-se-há:

$T_2 = 273^\circ + 37^\circ = 310$  (temperatura absoluta), e portanto :

$$T_1 = \frac{4}{3} 310 = 413^\circ.$$

A fonte quente, isto é, o aquecimento dos discos escuros deveria atingir no momento da excitação a temperatura de

$$413 - 273 = 140^\circ \text{ C.}$$

Em vista do que a respeito da contracção muscular tenho exposto, devo concluir que, mesmo naqueles órgãos e respectivas funções em que tudo parece me-

lhor disposto para a execução duma fisiologia mecânica ou fisicamente cinetogénica sómente, em tais casos mesmo, as doutrinas termoquímicas não explicam o fenómeno fisiológico, e a pura energética física não lhes é de modo nenhum applicavel exclusivamente.

O estudo do metabolismo orgânico e da dinâmica dos seres vivos mostra-nos que, em todos os fenómenos vitais, as manifestações cinetogénicas estão numa dependencia estreita das energias anagénicas que se exprimem pela elaboração evolutiva da matéria viva, como fonte da histopoiese organizadora e construtora dos seres, e com que todos os actos estão em correlação íntima.

Todas as substâncias nutritivas que a célula extrái dos alimentos não perdem as qualidades energéticas que a química haja reconhecido em cada um dos seus elementos, em separado. O carbone não perde a sua propriedade de poder ser queimado no oxigénio, com desinvolvimento de 97:000 calorias, por cada 12 gramas de substância. A água, e todos os líquidos orgânicos, também não perdem a propriedade de serem pesados pelo facto de existirem dentro dum organismo vivo. Mas, se na física os líquidos, sem intervenção de artifício humano, só podem correr em quedas de nível, no corpo vivo as cousas dispõem-se de maneira a que tanto corram para baixo como para cima. As leis da hidrostática ou os princípios da hidrodinâmica não são prostergados na fisiologia circulatória do animal; como também o não são no funcionamento das bombas que fazem subir as águas do Mondego ao depósito da Cumiada. Mas não se comprehende a possibilidade dessa ascensão independente da acção intelligente do

homem que, para tal, recorre a energias diversas e a aparelhos apropriados, a fim de conseguir um efeito de grande utilidade antecipadamente reconhecida.

Ora, muito antes do homem adaptar à propulsão dos líquidos uma energia estranha que com as propriedades hidrodinâmicas não tem nada, já no corpo do animal funcionava, há centenas ou milhares de séculos, o coração, sem saber dos princípios de PASCAL ou de BERNOULLI. É que, no mundo vivo como no mundo inorgânico, os fenómenos realizam-se independentemente de o homem saber ou não saber como se executam. E, quando nos propomos a compreender a profundesa das causas naturais, a ciência só tem um programa de marcha a seguir, que é suprir com as necessidades lógicas do pensamento os factores da necessidade que ainda não conhece.

A proposito da vida, como a proposito de todos os fenómenos, a ciência não progredirá senão assim, tentando concretizar na expressão dos factos, a conclusão saída da lógica das ideias.

O incremento científico deriva exactamente da inventiva fecundidade do pensamento em estabelecer hipóteses a verificar, proto-téses a discutir e a demonstrar. Mas sobre muitos problemas, as hipóteses chocam-se em contradita, e as proto-téses de character provisório adquirem muitas vezes, nas discussões entre seus apaixonados defensores, um character de postulados intuitivos que chegam a obcecar os espíritos, pervertendo os princípios da ciência, em generalizações de um absolutismo que lhe não pertence.

A biologia está pejada dessas consequências abusivas, com innúmeras hipóteses formulatórias escapadas

sobrepticiamente, para o domínio de postuladas téses invulneráveis. Mas peor é, ainda, que hipóteses e teorias puramente químicas e físicas, de caracter acentuadamente provisório nestas sciências, se transplantem como verdades demonstradas para o campo biológico, imensamente mais complexo em quantidade de manifestações como em qualidade de energias actuaes.

Não nos deixaremos arrastar na corrente dêsse abuso, que parece traduzir em sciência, a subsersiva característica da demagogia popular que anda em arremetidas de nivelamento social, pelo processo eliminatório das decapitações floraes, simbolizado em TARQUINIO (último rei de Roma). Prefiro o nivelamento pela elevação progressiva das cotas baixas, ao nivelamento arrazador pela destruição das culminâncias.

Na sciência, entendo que só esta orientação constituirá um meio eficaz de progredir.

Enriquecer quanto possível a sciência da matéria com noções generalizadas da biologia, experimentalmente documentadas, trará progresso à física e à química, sem prejuizo do fenómeno caracterizadamente biológico. Cercear e reprimir a plasticidade proteiforme da reacção viva, para a encerrar no molde rígido de empobrecidas noções físicas, caquetizadas de inércia, é degradar sem proveito a biologia. Não. Animemos com as energias da vida a inércia petrificada do minério, mas não queiramos que se compreenda a vida pelas propriedades físicas dum bloco de espató.

Em conclusão, pois, o estudo da nutrição põe-nos em contacto com um fenómeno bem caracterizado dos seres vivos, condicionando fundamentalmente todas as

suas manifestações tanto anagénicas, de expressão construtiva ou histopoiética, como cinetogénicas, de expressão histolítica e energética, fisicamente apreciáveis.

4 Mas, se a energia térmica não pode explicar, por si só, o movimento orgânico, isso não obsta a que seja, por exemplo a energia sob a forma de potencial químico, a fonte directa da acção fisiológica; e o calor ficaria apenas sendo o termo último das transformações energéticas operadas pelo funcionamento dos órgãos.

Fisiologistas ilustres, preocupados demasiadamente com o aspecto químico e mecânico dos actos vitais, tem estabelecido a doutrina que propõe a vida como um problema que a química sómente resolve.

E, como todo o movimento da vida se acompanha de uma desagregação de matéria, a teoria da «destruição funcional», aceita sem contestação, parece dar-lhes a chave química do problema vital.

O funcionamento acompanha-se da destruição dos princípios immediatos, esta destruição liberta calor, logo o ciclo vital está definido pela passagem do potencial químico dos princípios immediatos ás manifestações energéticas do trabalho mecânico e calor.

Duplamente consagrada, pelas doutrinas fisico-químicas e pela experiência fisiológica, a lei da «destruição funcional, de CL. BERNARD, parece não admitir contestação. De facto, se nós, no ser vivo, sómente encararmos os actos em que elle exterioriza as suas reacções com o meio externo, poderemos aceitar, em harmonia com as doutrinas energéticas, que as energias, tanto mecânica como térmica, manifestadas no

funcionamento vital, não podem ter outra fonte senão a energia química libertada pelos princípios immediatos do organismo, rebaixados a um grau inferior de complicação.

Diz CL. BERNARD: «quando um movimento se produz, ou um músculo se contrái, quando a vontade ou a sensibilidade se manifestam, quando o pensamento se exercita, quando a glandula segrega, a substância dos músculos, dos nervos, do cérebro, do tecido glandular desorganiza-se, destroi-se e consome-se». E vamos nesta corrente até HERTZEN que propõe a «lei física da consciência» ligada à desintegração dos centros nervosos. «A consciência está ligada exclusivamente à fase de desintegração dos elementos nervosos centrais; sua intensidade está na proporção directa dessa desintegração, e, simultaneamente, em proporção inversa da facilidade com que cada um desses elementos transmite aos outros a desintegração que se apodera dele e com a qual êle entra na fase de reintegração».

DASTRE, aprovando com boa convicção a «doutrina da destruição funcional», pretende justificá-la muito simplesmente, assim — imaginemos que a nossa atenção se dirige sôbre uma parte determinada e limitada dum organismo, sobre um certo tecido. Tomemo-lo pela observação num momento dado; e façamos partir desse instante convencional, o exame do seu funcionamento. Êste funcionamento, como todo o fenómeno vital, resultará duma transformação da energia química potencial que encerram os materiais postos em reserva no tecido. Eis o facto perceptível. — Esta energia fornecerá à acção vital os meios de se continuar —.

É perfeitamente a frase de CL. BERNARD «a vida é

a morte», parafraseada. É a vida a emergir das ruínas de sua destruição. É positivamente anular a vida para pôr o cadáver a viver!

Ora, levemos o exemplo figurado até um pouco mais adiante. Vamos excitar aquêlê tecido observado até êle deixar de responder, completamente fatigado.

A actividade de seu funcionamento esgotou as reservas; e, à custa da energia libertada pelo seu consumo e desagregação, o tecido *viveu*. Agora, cansado, esgotado de fadiga, não funciona; portanto não *vive*. Mas, passado algum tempo, voltamos a excitar o tecido, e êle responde já, como dantes. Durante êste intervalo de descanso, o que se passou? O tecido por não funcionar não viveu?

E viveu porventura destruindo reservas que se esgotaram? O tecido viveu, certamente. Não libertou energias mecânicas nem caloríficas à custa das reservas que se esgotaram. Mas adquiriu a capacidade para nôvo funcionamento, restabeleceu-se da fadiga, reconstruiu novas reservas que, agora, já pode gastar em função de produzir mais trabalho e calor. E, então, não é fenómeno vital, não é mesmo o verdadeiro e genuino fenómeno vital, esta restauração fisiológica, no silencio das manifestações energéticas do trabalho e calor, que primeiro o esgotaram?

Depois de CL. BEENARD, outros fisiologistas como LE DANTEC, viram que não podiam deixar de tomar como fundamental aquêlê character essencialmente vivo do funcionamento de todas as células e orgãos.

E, como se o movimento pendular das opiniões fosse obrigado em todo o progresso das doutrinas, LE DANTEC passa exactamente ao polo oposto a CL. BERNARD, e

propõe a «lei da assimilação funcional». O protoplasma, a matéria essencialmente activa da célula «cresce pelo funcionamento, e destroi-se pelo repouso». É o reverso perfeito do que succede com as reservas.

DANTEC assenta a sua lei da «assimilação funcional» no que êle chama a condição da «vida elementar manifestada», e que representa do seguinte modo:

$$a + Q = \lambda a + R,$$

onde  $a$  representa as substâncias vivas dum plastídeo,  $Q$  as substâncias nutritivas,  $\lambda$  um coeficiente pelo qual se multiplicam as substâncias vivas na assimilação, e  $R$  a parte das substâncias nutritivas não assimiladas.

Mais de uma vez nos referiremos a esta noção de assimilação de DANTEC.

CL. BERNARD via, sôbretudo, no organismo, o músculo, onde o trabalho activo é ligado a um intenso gasto de reservas.

DANTEC viu principalmente o infusório, e tomou como característica dominante, no seu funcionamento, a reprodução.

Por isso, emquanto um era levado a não ver senão reservas que se desfaziam aproveitadas para diversos efeitos, o outro não viu, na vida do infusório, senão assimilação para crescer e se multiplicar. Assim à «destruição funcional» de CL. BERNARD, vemos contrapor-se a «assimilação funcional» de DANTEC.

As reservas são, sem dúvida, gastas em movimento que a excitação do meio continuamente provoca. Mas também são reorganizadas incessantemente na elaboração construtiva que o ser vivo executa. Nenhum destes actos, por si só, serve a caracterizar a activi-

dade fisiológica. Sómente eles ambos, em íntima correlação, caracterizam o fenómeno vital. E, se quizermos pôr em destaque a parte fisiológica que, a cada um, separadamente, deve convir, teremos de reconhecer que é na assimilação, e não na destruição funcional, que reside o caracter fundamental e irreduzível da vitalidade.

No caso do infusório, em caldo apropriado, os fenómenos que se notam no meio cultural são a destruição de certas substâncias químicas que faltam no fim, e o aparecimento doutras substâncias novas que não existiam ao principio. No caldo, pois, tudo se reduzirá a mudanças químicas. Da parte do infusório porém, nota-se crescimento e reprodução.

Em qual dos lados está a actividade vital manifestada? Evidentemente, o facto, expressão de vida, está ali no crescimento e reprodução do infusório. Por isso, a expressão de «assimilação funcional» parece-nos bem melhor adequada ao fenómeno vital, do que a «destruição funcional» que põe a vida a manifestar-se pela morte em acção.

Creio ter posto bem a claro, que o fenómeno vital é fundamentalmente assimilação, e que o funcionamento orgânico é também sempre a expressão fisiológica da assimilação mais ou menos modificada.

Não a assimilação inverosímil, e nunca realizada, de DANTEC, mas sim a assimilação fisiogénica, de caracter organizador e sintético, em correlação obrigada com a destruição desassimiladora que constantemente acompanha aquela, quer no funcionamento quer no repouso.

Toda a actividade mais intensa deriva de uma biotonicidade mais elevada.

O trabalho funcional no leucócito, na glândula ou no músculo, é sempre a expressão duma assimilação mais enérgica, acompanhada de diferenciação mais ou menos acentuada.

Estou talvez fóra da corrente dominante em que se orienta a opinião moderna sôbre o funcionamento animal.

Desde o eminente CL. BERNARD que, no dizer dum crítico, era a fisiologia personificada, até ao illustre M. A. DASTRE, professor de fisiologia geral na Sorbonne, a teoria fisiológica da actividade animal não faz depender esta senão das «duas operações de *destruição* e de *renovação*, inversas uma da outra e absolutamente conexas neste sentido, que a *destruição é a condição necessária da renovação*» (CL. BERNARD).

DASTRE por sua vez escreve: «dizendo que as destruições orgânicas operadas pelo ser vivo são o antecedente, o agente instigador ou a condição normal das sínteses químicas e organogénicas que criam o protoplasma novo, não se exprime outra cousa senão a realidade dos factos».

A obsessão iátro-química é manifesta.

Falece-me a autoridade para afirmar que estão aquelas afirmações fóra do campo fisiológico, desvirtuando o aspecto verdadeiramente vital que caracteriza irreduzivelmente o ser organizado; mas desde já conto com a devida tolerância para os meus reparos.

Os resultados inverosímeis e absurdos a que chegámos pelas demonstrações de GAUTIER e de FICK, applicadas ao funcionamento do músculo como motor tér-

mico, e as considerações espendidas a propósito da condição da «vida elementar manifestada» de DANTEC, são elementos por si só bastantes para mostrar os fundamentos do meu desacôrdo.

Mas o êrro (passe o termo com vénia) de tal doutrina é duma importância tal que perverte a compreensão até dos fenómenos mais elementares da experiência fisiológica.

Tomemos um facto dos mais elementares na fisiologia do músculo; e sejam VIAULT e JOLYET que o descrevam. — «Procuremos a intensidade da corrente induzida, «justa-suficiente» para produzir um abalo duma amplitude muito fraca. Se lançarmos sôbre o músculo choques iguais dessa corrente, mas bastante próximos, observa-se uma amplitude crescente nos abalos, até um máximo que, uma vez atingido, não é ultrapassado (CH. RICHTER). A conclusão importante dêste facto é, pois: *as excitações sucessivas do músculo aumentam a sua excitabilidade*».

A êste facto de fisiologia experimental se refere uma grande variedade de fenómenos ligados aos estados que, em fisiologia como em patologia, se designam pelas expressões de — hipercinesia, hiperstesia, e irratibilidade ou sensibilidade exaltadas —.

Atentemos no que se passa. A primeira contracção muscular tem uma certa amplitude  $a$ ; a segunda contracção tem uma amplitude maior  $a + \frac{1}{n}a$ . Segundo a doutrina clássica dos mais ilustres fisiologistas, a primeira contracção executou-se pela transformação em trabalho e calor, da energia libertada pela destruição dos materiais de reserva, destinados a servir de combustível. A excitação segunda, logo imediata à pri-

meira, encontrará pois as reservas diminuídas da parte que foi destruída com a primeira contracção. E assim, como é que diminuindo o combustível aparece na segunda excitação um superior trabalho?

Suponhamos que as reservas gastas, logo foram substituídas por outras novas e na mesma quantidade. A segunda excitação, ficando igual à primeira, só uma contracção também igual à primeira poderá produzir.

Podemos ainda conceder que, após a primeira excitação e correlativa combustão de reservas, um afluxo intenso e immediato de produtos novos veio aumentar a quantidade de combustível, acima ainda do que estava no momento da primeira excitação. Tratando-se, como é o caso em questão, de excitação muito fraca, «justa-suficiente» apenas, não podemos supôr que à primeira vez gastasse todas as reservas do músculo, e não gastasse mais por não haver. Não, a primeira excitação não esgotou o combustível; gastou apenas uma parte em relação com a sua intensidade; de modo que, à segunda vez, ainda que os produtos energéticos tenham aumentado, à identidade de excitação só pode corresponder identidade de despesa. Porque é então que a contracção tem maior amplitude?

Mas, ainda mais, a primeira excitação produziu trabalho, apenas na razão de  $\frac{1}{3}$  da energia libertada, aparecendo os outros  $\frac{2}{3}$  sob a forma de calor, e êste calor... só serve para prejudicar a contracção seguinte: 1.º porque, distribuído ao sangue, contribue para aumentar a temperatura da fonte fria da máquina térmica muscular, e é êste o meio de mais lhe prejudicar o rendimento motor; 2.º porque, sendo a decomposição

dos produtos energéticos reacções de natureza exotérmica, a lei de VAN'T HOFF diz que «de duas reacções uma endotérmica e outra exotérmica, o calor favorece a primeira e contraria a segunda».

Na doutrina da «variação biotónica», tal como a proponho, dependente sempre das energias fisiogénicas, assimiladoras ou histopoéticas, o aumento da excitabilidade muscular e conseqüente acréscimo de amplitude na contracção, encontram a sua explicação simples e perfeita.

A primeira «excitação justa-suficiente» vai modificar o «tonus» normal do músculo que, mesmo no repouso aparente, está em mutações contínuas de nutrição. Esta tonicidade normal do músculo é mantida à custa da sua assimilação fisiogénica, que, desde o primeiro esbôço de diferenciação, tem vindo elaborando as suas características morfológicas, numa adaptação crescente às exigências funcionais que a excitação do meio impõe às reacções do animal.

Quando um excitante novo desperta o músculo, o estado de tonicidade muscular eleva-se; e como?

Pelo mesmo processo que chegou ao nível tónico em que normalmente se mantem, isto é: assimilando, segundo a modalidade nutritiva que ganhou através da sua diferenciação evolutiva.

Assim, pois, o biotonus normal,  $\frac{A}{D}$ , com a excitação, eleva-se pelo incremento de A, que passa ao grau de  $A + a$ ; e o biotonus fica valendo  $\frac{A+a}{D}$ , aumentado portanto sôbre o valor  $\frac{A}{D}$  que antes tinha. O resultado dêste acréscimo é a contracção, na sua primeira fase correspondente ao ramo ascendente da curva miográfica — período de energia crescente —. Posteriormente

ao acréscimo na assimilação, vem o aumento correctivo da desassimilação; mas notemos com atenção, que as variações no termo D, veem sempre em atraso com relação às modificações no termo A. Por consequência, quando a assimilação parar de crescer, em certo nível, ainda esperará algum momento por que a desassimilação correspondente a esse nível se estabeleça. O platô da curva miográfica terá nisto a sua interpretação.

Logo que a desassimilação atinja o grau que deve corresponder ao nível a que chegou a assimilação, o valor absoluto da relação biotónica volta a ser o mesmo que antes era, e a curva desce, na fase de energia decrescente do músculo.

O *biotonus* voltou a um estado de equilíbrio e a contração acabou, mas os seus termos A e D não readquiriram imediatamente os seus respectivos valores, que antes tinham. A tonicidade normal restabelecida corresponde um *biotonus* agora  $\frac{A'}{D'}$ , em que  $A' > A$  e  $D' > D$ . E notemos que o termo D não cresce na proporção exacta de A; porque, se a um tanto de assimilação correspondesse outro tanto igual de desassimilação, não produzia o exercício muscular o desenvolvimento histológico qua se reconhece no músculo.

Por isso, ao fim da primeira contração a diferença entre A' e D' é maior do que era no princípio a diferença em A e D. A formação plástica do músculo ganhou com a primeira excitação. E, se esse benefício por uma só excitação, é fraco, e não será muito duradouro, poderá, no entanto, ser razão bastante para explicar a superior elevação da curva miográfica numa segunda excitação que de perto se siga à primeira.

Tomando ainda a equação da «vida elementar manifestada»  $a + Q = \lambda a + R$ .

LE DANTEC diz que por ela a vida tem «uma definição puramente química».

Mas sendo o caracter geral de todas as reacções químicas a transformação das substâncias reagentes em outras muito diversas, a afirmação de LE DANTEC é certamente abusiva, pois que ficamos assim em face de uma reacção química como em química não há outra semelhante. Nem com as acções catalíticas ou diastásicas se pode apagar essa distinção irreductível; porque, se em vez do ser vivo  $a$ , pozermos um agente catalítico ou diastásico, o máximo que podemos reconhecer é que  $a$  se não destrua sensivelmente. Ora, na equação de LE DANTEC, o ser  $a$  não só não se destroe, mas até muda-se em  $\lambda a$ .

Tudo concorda, diz DANTEC, em nos fazer pensar que as substâncias  $a$  são uma mistura de substâncias diferentes, e não uma substância única. Demais, as qualidades dos plastídeos dependendo das proporções destas substâncias, e a reacção  $a + Q = \lambda a + R$ , dando plastídeos *idênticos* ao primeiro, prova que a assimilação *conserva as proporções* daquelas substâncias, ou melhor, multiplica todas as substâncias pelo mesmo coefficiente. É êste um resultado muito importante e que nos faz penetrar mais adiante no conhecimento da estrutura íntima dos plastídeos: «um plastídeo vivo contem uma mistura de substâncias plásticas diferentes, distribuídas de tal maneira que a assimilação na condição n.º 1 (expressa naquela equação), multiplica todas essas substâncias conservando-lhes as proporções primitivas. A destruição, pelo contrário, ou pelo menos

certas destruições actuam separadamente sôbre cada uma dessas substâncias, modificam as condições da mistura e, conseqüentemente, as qualidades do plastídeo».

A equação de DANTEC poderá representar tudo menos uma reacção química, visto que a substância  $\alpha$ , que reage, não só não é destruída, mas até na própria reacção é multiplicada. A reacção da vida «elementar manifestada», pelo seu carácter essencial da multiplicação das substâncias  $\alpha$ , põe a vida completamente fóra do domínio da química, por mais que DANTEC se esforce em pretender o resultado contrário.

Pondo de parte o carácter químico ou biológico revelado naquela equação, vejamos ainda, se ela se harmoniza com o facto da assimilação. Notamos, em primeiro lugar, que o plastídeo, naquela mudança de  $\alpha$  para  $\lambda\alpha$ , crescerá, aumentará de volume conforme o valor do coeficiente  $\lambda$ , e à custa das substâncias  $Q$ , sôbre que actua. Essas substâncias entrarão por osmose na massa do plastídeo, perturbando o equilíbrio osmótico dêste. Ao mesmo tempo estabelecem-se reacções químicas entre a matéria do plastídeo e as substâncias que o imbehem. Resulta um movimento molar de trocas, entretido pelas reacções consideradas; e, como essas reacções determinarão a produção de novas substâncias  $\alpha$ , DANTEC chega a concluir que a provisão química do protoplasma seria inexgotável. E assim deveria ser se a equação, posta como o ilustre biologista a apresenta, traduzisse verdadeiramente a condição da «vida elementar manifestada».

Mas continuemos, apreciando as ilações. A assimilação, assim, envolve crescimento obrigado. O plastídeo que tenha três substâncias diferentes, deve ser repre-

sentado por  $a' + a'' + a'''$ . Se, ao fim de certo tempo de assimilação, tem multiplicado o conteúdo plastídario teremos  $\lambda a$ , ou  $\lambda a' + \lambda a'' + \lambda a'''$ . Todas as substâncias estarão igualmente multiplicadas pelo mesmo coeficiente; e vem a interrogação: a substância  $a'$  passou a  $\lambda a'$  e  $a''$  passou a  $\lambda a''$  etc., por que processo? Foi uma reprodução análoga à duma amiba que se multiplica por cissiparidade? Seria querermos simplificar a compreensão dum facto biológico em modo que chegávamos ao fim esbarrando com outro mais complicado do que o próprio que queríamos resolver.

Suporia DANTEC que, no interior do plastídeo, as substâncias  $a'$ ,  $a''$ ,  $a'''$ , apareciam multiplicadas por um processo análogo ao da precipitação dos cristais nas águas mães? O autor da lei da «assimilação funcional» não propõe hipótese alguma explicativa do fenómeno, como se a passagem dum plastídeo com  $na$  substâncias activas a outro plastídeo com  $p \times na$  substâncias idênticas, fosse alguma transformação banal de química elementar.

Como o infusório, assimilando, se multiplica, as substâncias próprias de cada plastídeo, durante a assimilação, multiplicar-se hão também. O problema não só se desloca como se agrava de complicação. Todo o acto final de assimilação seria assim uma verdadeira reprodução.

Na assimilação, a substância do plastídeo seria como o oleiro que, manipulando o barro, fizesse não um pote mas outro oleiro.

Eis no que dá a «assimilação funcional» como DANTEC a apresenta — uma verdadeira reprodução elementar.

Ora, o infusório não se multiplica immediatamente,

por divisão. Tem intervalos mais ou menos demorados, entre cada dois actos sucessivos de reprodução. E, nesse tempo, vai sempre realizando-se a elaboração nutritiva, no interior da célula, até chegar ao ponto de nova divisão celular se realizar. Consistirá essa elaboração em fabricar uma vez, e outra e outra, apenas substâncias plastidulares iguais áquelas que já possui? Não. Adiante mostraremos o fundamento desta negativa.

Não menos extraordinário, na teoria de DANTEC, é a afirmação de que as substâncias assimiladas (segundo DANTEC multiplicadas) aparecem com o funcionamento e destroem-se pelo repouso. O órgão, a célula que trabalha, ao fim de algum tempo, teria os seus plastídeos recheados e atestados de substâncias vivas; e a fadiga, que então sobrevem, não seria mais que uma plethora de vida, uma hiperestesia eufórica de organitos, estuantes de vitalidade, a reclamarem descanso para uma sangria eliminadora das vivas substâncias em que abarrotam.

Quando, a páginas um pouco atrás, formulei a hipótese de as reservas não serem directamente utilizadas no funcionamento, e serem antes retomadas pela assimilação muito activada pela excitação provocadora do funcionamento, parece, à primeira vista, que me estaria inspirando a teoria de DANTEC. Mas não é difícil ver como não se harmoniza a minha hipótese com aquela teoria.

Segundo a «condição de vida elementar manifestada» o quociente biotónico,  $\frac{A}{D}$ , é aumentado no termo A, pelo funcionamento, e é depois diminuído em A e aumentado em D, pelo repouso.

Na hipótese atrás formulada, o funcionamento tem como resultado aumentar a intensidade das variações do valor total  $\frac{A}{D}$ . Há, no funcionamento, acréscimo no numerador A, por uma assimilação mais activa, e acréscimo no denominador D, por desassimilação mais activa.

Mas o acréscimo de D vai em retardo com relação ao de A, de modo que o biotonus celular eleva-se numa mais alta intensidade de vida; e esta elevação biotónica está condicionada, até um certo ponto, pelo *stok* de reservas nutritivas, substâncias a meio caminho duma assimilação completa. O calor, aumentado pela destruição molecular, tende a activar a rapidez das reacções e, em pouco tempo, a intensidade da assimilação diminue, por falta de alimento em condições de elaboração rápida, e a desassimilação enfraquece, consequentemente. O biotonus desce, então, a um nível mais baixo do que aquele em que se encontrava, no instante da excitação ao funcionamento.

O cansaço, a fadiga, é a expressão cenestésica d'este esgotamento de reservas e desta acumulação de detritos.

## CAPÍTULO VI

### Bioquímica

Grande desenvolvimento da química. — Os novos agentes químicos. — Catalise. — Sua intervenção no quimismo biológico. — BERZELIUS e o quimismo biológico. — KIRCHOFF descobre o 1.º fenómeno de catalise. — THENARD descobre a água oxigenada. — A decomposição da  $H_2O$  por acção catalítica. — A preparação do ácido sulfúrico. — BERZELIUS cria a designação de «fôrça catalítica». — O fenómeno de KIRCHOFF é uma catalise. — Discussão entre MITSHERLICH e PASTEUR. — Vitória de PASTEUR pela experiência imperfeita de LUDERSDORF. — BUCHNER mostra ao contrário de LUDERSDORF, que a fermentação é independente da vida. — BUCHNER chama zimase ao agente fermentativo. — BERZELIUS e a luz que trazem os processos catalíticos a muitos fenómenos vitais. — LIEBIG ataca a fôrça catalítica. — WÖHLER defende em vão BERZELIUS. — Compromete-se a noção de fôrça catalítica. — Os trabalhos sobre a catalise param durante quasi meio século. — Redobram de importância ultimamente. — Reacções catalíticas dispensando temperaturas altas. — Aumento da velocidade das reacções. — A catalise à luz das novas noções do equilibrio químico. — Reversibilidade da acção catalítica. — O catalisador não muda a posição do equilibrio. — A reversibilidade da acção dos fermentos. — Factos demonstrativos. — Influência directrís do catalisador. — Papel dos infinitamente pequenos metálicos. — G. BERTRAND. — MATIGNON, biocatalisadores. — Mas qual o mecanismo da acção? — ARTHUS, acção física. — Catalise e fenómenos fisiologicos. — Os biocatalisadores. — A 1.ª diastase,

a amilase. — Successivas diastases se vão descobrindo. — Cadeia fermentativa de PAWLOW. — As diastases e a respiração, Lacase. — BACH e CHOPAT, as peroxidases. — SCHONBEIN, o ozono. — TRAUBE, agentes auto-oxidáveis e substâncias disoxidáveis e fermentos oxidantes. — Investigações sobre a hemoglobina. — SPITZER, o nucleo orgão de oxidação. — A libertação do oxigénio no estado de ião. — GAUTIER, o meio intracelular redutor. — Fermento oxido-redutor. — Existirá tal fermento? GAUTIER. — Outra maneira de compreender as acções oxido-reductoras. — Recordações de química orgânica. — A oxidação por electrólise? — Fundamentos para esse modo de vêr. — Experiencia de d'ARSONVAL. — Reflexa psychogalvanica. — Theoria de QUINCKE sobre as tensões superficiaes. — As granulações coloidaes electrizadas. — Variações nos equilibrios electricos das granulações coloidaes. — Fenómenos possiveis de electrolise cindindo as moléculas orgánicas. — LORENTZ em apoio. — Desagregação moléculas, principal função diastastica dos fermentos digestivos. — Recomposições moleculares immediatas á absorção. — Trabalho profundo de reconstituição adipogénica. — As peptonas ausentes já nos vasos quiliferos. — Profundas transformações proteolíticas ainda antes de o sangue chegar ao figado. — Superiores metamorfoses bioquímicas na apropriação celular específica. — Mecanismo químico de reconstrução proteogénica, adipogénica e glicogénica. — Fermentos inversos das diastases. — Fermentos assimiladores. — O que se sabe das diastases de reconstrução. — DUCLAUX, J. LEFEVRE e as sinaptazes. — MORAT e DOYON e os processos sintéticos. — GAUTIER e os fermentos assimiladores. — Factos novos de síntese diastastica e a reversibilidade catalítica. — Esperanças de esclarecimento, em parte, da elaboração sintética, na adipogenia e glicogenia, ao menos. — As mesmas diastases hidrolisantes e saponificantes poderão inverter o seu papel no meio interior. Considerações sobre a reversibilidade catalítica e diastástica. — Uma mais exacta representação química da reversibilidade. — Impossibilidade aparente de a reversibilidade explicar a glicogenia e adipogenia específicas de cada tecido. — Noção da reversibilidade química geral. — Deslocação da posição do equilibrio químico. — Modificação das velocidades de reacção pela variação de concentração

das massas activas. — Leis de BERTHOLET sobre a precipitação. — As noções e princípios antecedentes permitem que a reversibilidade diastásica intervenha na glicogenia e adipogenia específicas. -- Conclusão.

A química tem hoje o seu campo alargado por todos os domínios do Universo. Não se pôde marcar limites à sua expansão. Pesquisa todos os escaninhos da Terra, e sobe aos astros com LOKYER que, já em 1887, escrevia a *Química do Sol*, e ultimamente rematou com a *Evolução inorgânica*, onde chega a classificar as estrelas pelo critério de suas temperaturas e composição química.

Não são inferiores os progressos da química em profundidade, penetrando cada vez mais scientíficamente os fenómenos de tão vasto domínio. O seu incremento formidável acentua-se: já no campo puramente experimental do laboratório, na série triunfal das sínteses, desde WÖHLER, até à sua coroação actual com os trabalhos magistrais de EMILE FISCHER, realizando a síntese dos assucares: já também, encarando-a por um aspecto mais teórico e interpretativo, desde a teoria da afinidade de BERGMAN segundo a «preponderancia da matéria mais forte», e as regras empíricas da precipitação de BERTHOLET, até à lei da constancia das quantidades de calôr de G. H. HESS, até à teoria da «concorrencia dos ácidos» de J. THOMSEN resuscitando BERGMAN, e sempre, cada vez mais contradizendo a deprimente afirmação de KANT de que a química não era uma sciência porque não podia ser tratado matematicamente, chega ao nível alto em que WILLARD GIBBS e WAAGE, inspirados nas ideias de BERTHOLET, lhe introduzem a fórma matemática; enri-

quecendo-se ainda com os trabalhos estruturais da esteo-química por VAN'T HOFF aprofundada pelos trabalhos teóricos de WILLARD GIBBS, que cria com a lei das fases o capítulo fecundo dos equilíbrios químicos, ao mesmo tempo que, segundo OSTWALD, dá base e leis à «stoechiometria» sobre que se afirmou valiosos trabalhos de FRANZ WALD.

Propositadamente não toquei na subtileza das enigmáticas reacções catalíticas, em parte apreendidas na subtileza de seus intermediários fugidíos.

A descoberta dos agentes catalisadores vinha dar meio, aos químicos, de manejarem energias novas, influenciando nas reacções dos corpos por fórma que parecia terem encontrado o segrêdo do jôgo das afinidades químicas.

Êste processo novo, de realizar combinações e decomposições, devia tornar compreensíveis muitos processos do quimísmo biológico que, por meios tão diferentes dos do laboratório, ía desenvolvendo as suas maravilhosas sínteses e as suas não menos enigmáticas combustões.

LAVOISIER já havia demonstrado que a fonte do calôr animal, e duma grande parte da energia gasta pelo ser vivo, reside nos processos de oxidação; mas não se impunha muito claramente a ideia de que tal combustão se realizasse no interiôr dos organismos.

As substâncias alimentares que se diriam queimadas na economia orgânica, queimavam-se também no laboratório, mas, a temperaturas mais que bastantes para carbonisar o organismo inteiro. Na síntese clorofiliana, um factô identico se repetia: os processos laboratoriais, exigiriam reagentes e temperaturas que a planta

não tem à sua disposição (DUCLAUX), e só se explicava começando por obter o aldeído fórmico, que é um veneno para a própria célula vegetal, em que o químico o fazia aparecer.

Estas dificuldades sobrevinham a respeito de muitos processos químicos dos organismos. Por isso, quando se reconheceu a possibilidade de realizar um certo número de decomposições e combinações químicas, sem o emprêgo dos violentos meios que até aí se empregavam, a química reforçou as suas ambições de ir, pela mão do mágico diabinho de MAXWEL disfarçado em agente catalítico, devassar os segredos últimos da química da matéria e da vida.

A extraordinária importância que tomaram as reacções devidas a essa «força catalítica», como lhe chamou BERZELIUS, tanto no domínio da química laboratorial e industrial como na explicação das mutações materiais da economia orgânica, impõe-me aqui ligeira referencia aos seus tópicos principais, sobre que nos informam detalhadamente, o próprio BERZELIUS e WOLFANG OSTWALD.

BERZELIUS sentia-se sobremaneira embaraçado, perante o complexo químodo biológico que devia envolver o facto constatado nos seres vivos de: «as combinações mais variadas se formarem a partir de materiais contidos numa solução única, que circula mais ou menos lentamente, nos vasos».

«Nos animais, este facto é particularmente nítido: vemos nêles um sistema ininterrupto de vasos receber o sangue e, sem que haja intervenção de nenhum outro líquido capaz de provocar duplas decomposições, dar em seus diferentes orifícios, leite, bilis, urina, etc.».

Havia sem dúvida alguma cousa, aí, de que a natureza inorgânica não podia fornecer explicação. Mas, KIRCHOFF, pharmaceutico em S. Pertersburgo, observára que o amido aquecido com ácidos diluídos se transformava em alcool e goma (destrina), e depois em glucose. Notára ainda KIRCHOFF, que o ácido não havia sofrido transformação, podendo retirá-lo integralmente da solução. As experiencias foram muito repetidas, verificando, como nota importante, que a natureza do ácido tinha sua influênciã no fenómeno. Assim a glucose apparecia facilmente, com os ácidos clorídrico ou sulfúrico, mas menos com o ácido fosfórico, e nada com o ácido acético.

Por mais que as concepções habituais da química de então levassem a indagar o que o ácido havia tirado ao amido, a observação não revelava nada: nem desenvolvimento gazoso, nem combinação com o ácido. Não se encontrava no líquido senão assucar (glucose), e este em quantidade e pêsso um pouco augmentado além do que se tinha empregado de amido. Esta reacção ficava tão misteriosa como uma secreção num ser vivo.

Dôse anos mais tarde, THENARD, estudando a acção dos diversos ácidos sôbre o bioxido de bario ( $BaO_2$ ), notou nos solutos algumas propriedades especiais que permaneciam depois de precipitado todo o bario, deixando o ácido em solução. E verificou ainda mais: que as mesmas propriedades especiais continuavam, depois de separados também, da água dissolvente, os ácidos que continha.

Foi levado assim à descoberta da água oxigenada ( $H_2O_2$ ), formada na reacção dos ácidos sôbre o bioxido de bario. ( $BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O_2$ ).

De notavel, neste novo corpo, observou-se logo que podia desenvolver o seu oxigénio, com violencia até à explosão, pela simples acção de presença da esponja de platina, ou do bioxido de manganez, sem mudança apreciável nestes dois corpos. Os álcalis, numa acção lenta, tendiam a separar os elementos da combinação, «produzindo uma espécie de fermentação lenta» (BERZELIUS) em que se desenvolvia oxigénio e ficava água. A decomposição era obtida por meio de corpos inorgânicos sólidos, ou líquidos, e também por corpos orgânicos, como a fibrina do sangue, e sempre, com a mesma particularidade, a saber: o corpo que determinava a decomposição não intervinha por forma a entrar em combinações novas; encontrava-se sempre idêntico a si mesmo, no fim dessas transformações; tinha pois, actuado por uma «força desconhecida atestada pela própria reacção».

Factos mais ou menos análogos iam sendo aproximados. A fabricação industrial do éter ordinário (éter sulfúrico) a partir do alcool pela acção deshidratante do ácido sulfúrico, mostrava que uma quantidade fixa deste ácido servia para a transformação de uma quantidade ilimitada de alcool.

MITSCHERLICH, estudando cuidadosamente este processo da fabricação do éter, mostrou que, com outros corpos ávidos de água, a transformação não se operava.

BERZELIUS tomou conta dos trabalhos de KIRCHOFF e de MITSCHERLICH, e, considerando a propriedade de muitos corpos exercerem sobre alguns compostos orgânicos, «uma influência completamente diferente da afinidade química ordinária», achou «cómodo para a

investigar, considerá-la provisoriamente como uma força especial», assim como lhe pareceu também «vantajoso para a exposição, dar-lhe um nome particular». Chamou-lhe — *fôrça catalítica* —. De todos os fenómenos de catalise observados, aproximavam-se principalmente êstes: a acção dos álcalis sôbre o peróxido de hidrogénio, devida a THENARD, a acção do ácido sulfúrico sôbre o álcool, estudada por MITSCHERLICH. O primeiro facto, descoberto por KIRCHOFF, quanto à transformação do amido em glucose pelos ácidos, ia entrar também na mesma esfera daquêles, depois da discussão entre MITSCHERLICH e PASTEUR, sôbre a natureza das fermentações; discussão essa que pendeu primeiro a favôr de PASTEUR por uma experiência imperfeita de LUDERSDORFF, em que mostrava que o esmagamento das células de levadura anulava toda a acção fermentativa.

BUCHNER repetiu a experiência de LUDERSDORFF e verificou que o esmagamento da levadura não anula o poder fermentativo quando se aproveite com precaução o suco, antes de ser alterado pela acção do ar. Então, viu-se que nos agentes vivos de fermentação, havia corpos que actuavam fóra dêsses seres vivos, produzindo efeitos análogos aos que já se conheciam a respeito dos ácidos sôbre o amido.

Essa substância extraída das células da levadura chamou-a BUCHNER: zimase.

Os factos de KIRCHOFF, de THENARD, de MITSCHERLICH, coroados agóra pela descoberta de BUCHNER, punham na mão dos químicos os agentes misteriosos que elaboravam o químismo complicado dos seres vivos.

Bem ainda no alvorecer destas noções, já BERZELIUS escrevia: «se agora considerarmos à luz desta ideia os processos químicos da natureza viva, uma multidão de fenómenos se nos esclarece. Quando constatamos, por exemplo, que a diastase se encontra nos olhos da batata, e não nas outras partes do tubérculo, vemos como o amido insolúvel deve ser transformado por catalise, em destrina e glucose, e como a região envolvente de cada olho se deve tornar um órgão de secreção, para os corpos solúveis que hão-de compôr o suco nutritivo das hastes novas».

As catalises intervinham como processo químico geral a assegurar, nos seres vivos, a satisfação de suas necessidades nutritivas. Como fisiologista, KARL LUDWIG via também nos fenómenos catalíticos, a parte mais importante da química fisiológica.

LIEBIG, porém, levantára uma discussão viva sobre a noção de «força catalítica» creada por BERZELIUS, a qual, nada explicando do fenómeno, invocava apenas o despertar de afinidades latentes. Parecia que BERZELIUS levantava em química um fantasma de «força catalítica» reavivando o espectro da «força vital» que começava a andar tão desacreditado em biologia.

Em defesa de BERZELIUS, baldado esforço desenvolveu WÖHLER, para demonstrar que LIEBIG, em sua opposição, apenas podia combater a forma de expressão, mas não podia atacar o facto. De nada valeram para LIEBIG essas razões, e continuou toda a sua vida em ataque serrado contra a «força catalítica».

Esta circunstância, diz J. LOEBE, devia naturalmente impedir muitos investigadores de aceitar a ideia fecunda de BERZELIUS, com o entusiasmo que é neces-

sário para sustentar trabalhos difíceis em um terreno ainda não explorado.

O próprio BERZELIUS contribuiu também para entrar o desenvolvimento da sua própria ideia, levantando-se contra RIVE, quando êste tentou interpretar as acções catalíticas por uma sucessão de reacções intermediárias; tentativa esta que veio depois a mostrar-se tão fecunda.

O resultado de todos estes incidentes foi que, durante quasi meio século, os conhecimentos sobre a catalise pouco ou nada progrediram.

Ultimamente porém, tomou novamente interesse o problema da catalise, depois de comprehendido o seu alto papel nos fenómenos de cinética química.

Faremos uma ideia da sua importância pela consideração de alguns exemplos mais nítidos.

Uma mistura de oxigénio e hidrogénio pôde ser aquecida até 500 graus, sem haver combinação; mas esta produz-se logo a 60 graus, em presença da esponja de platina ou de amianto platinado.

A presença do níquel faz com que desça 100J graus a temperatura a que se decompõe o oxido de carbone.

Vê-se, por êstes factos, que o emprego dum catalisador faz com que se realizem a temperaturas relativamente baixas, reacções químicas que, sem isso, exigem um grau de calor muito mais elevado.

O assucar, à temperatura ordinária, é fracamente atacado pela água; a inversão produzida é duma lentidão tão extraordinária que, ao fim de 1500 anos, ainda estaria só em meio caminho. Pois bem, a adição dalgumas gôtas apenas, de ácido clorídrico, torna

a reacção completa nalgumas horas, isto é, a inversão faz-se com rapidez um milhão de vezes superior.

O catalisador aumenta pois, a velocidade das reacções.

Terceiro caracter importante, é que as acções catalíticas são exercidas por massas extraordinariamente pequenas dos corpos catalisadores, e estes encontram-se, na maior parte das vezes, inalterados ao fim da reacção.

Os trabalhos modernos de cinética química, introduzindo no mecanismo das reacções a noção do «atrato químico» ligada à consideração dos «falsos equilíbrios», tem conduzido a ver na acção dos agentes catalíticos uma influência modificadora, apenas, da velocidade das reacções. Dêste modo, só as reacções possiveis sem catalise podem ser influenciadas pelos catalisadores.

*Reversibilidade da acção catalítica.* Lembramos, da química mineral, a propósito do ácido iodídrico que, apesar do hidrogénio e iodo se combinarem directamente, não é, todavia, por esse processo que aquêlê ácido se obtém; e isso não só porque a combinação directa é muito lenta, mas porque a transformação é sempre incompleta, visto ser nitidamente reversivel. ( $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$ ). Êste fenómeno, sabe-se hoje que succede com um grande número de combinações, senão com todas, em maior ou menor grau, a ponto de os químicos considerarem como caso normal a reversibilidade das acções químicas. (A. SMITH).

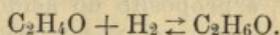
O facto explica-se pela razão de que, em tais reacções, chega sempre um momento em que a velocidade da transformação produzida num sentido, é igual à velocidade da transformação inversa.

Quando se realiza esta condição, as massas dos corpos em presença ficam constantes, e diz-se que os corpos se acham em «equilíbrio químico». (Lei de GULDBERG e WAAGE).

Ora um dos factos mais notáveis da catalise é exactamente o que diz respeito ao duplo papel exercido pelos catalisadores nessas reacções de equilíbrio químico e, por consequência, reversíveis. A influência dum catalisador numa tal reacção, no seu princípio ou em qualquer altura do seu desenvolvimento, acelerará a transformação, mas sem mudar a posição do equilíbrio.

É mesmo, para chegar a essa posição mais facilmente, que o catalisador tem a sua acção aproveitável. (MORAT e DOYON.)

Assim o níquel, catalisador hidrogenante do ethanal provoca a reacção:

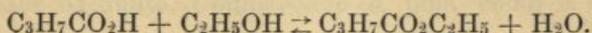


Inversamente, em presença do alecol, provoca o desdobraimento dêste no aldeído e hidrogénio.

Passando das catálises para as fermentações, encontramos A. CROFT HILL a demonstrar que um fermento que acelera o desdobraimento dum corpo produz igualmente a síntese dêsse corpo, quando actua sôbre os produtos do seu desdobraimento. Esta demonstração teve por objecto a acção da *maltase*, que desdobra rapidamente a maltose em glucose, e acelera a síntese da glucose em maltose. Hoje confirma-se, para quasi todos os fermentos, a reversibilidade da sua acção.

KASTLE e LOEVENHART verificaram com a lipase, o seu poder sintético sôbre uma mistura de ácido buti-

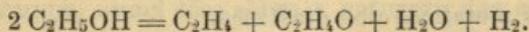
rico e álcool etílico, formando o butirato de etilo. (J. LOEB).



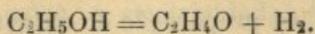
Mas esta acção da lipase podia não se exercer sobre as gorduras naturais; não estava provado que fosse a lipase que reconstituísse os esteres glicéricos à custa dos ácidos palmitico, margarico, estearico ou oleico e a respectiva glicerina em que, pela saponificação intestinal, as gorduras naturais haviam sido desdobradas. Aparecem porém, os trabalhos de H. POTTEVIN realizando a síntese da trioleína à custa do ácido oleico e da glicerina. (H. POTTEVIN, *C. R. Acad. das Sc.*).

TAYLOR verifica também que a lipase das sementes de ricino reconstrue a triacetina e a trioleína. (LAMBING, *Bioquímica*).

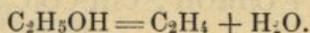
*Acção directris do catalisador sobre as reacções equivocas.* — Quando duas ou mais reacções são realisaveis a partir do mesmo sistema inicial, um catalisador apropriado, abaixando o limite de atrito para uma das reacções, determinará esta, em detrimento das outras. Assim, no exemplo muito simples da acção do calor sobre o álcool etílico, sabemos que se realiza uma decomposição um tanto confusa, em que aparecem a etilena, o aldeído, água e hidrogénio:



Aplicando um catalisador hidrogenante, faremos aparecer a reacção



Se, ao contrário, empregarmos um catalisador hidratante obteremos :



Importa frisar o facto de que num sistema um pouco complicado, a natureza dum catalisador pôde fazer predominar uma ou outra reacção, de entre todas as possiveis, tornando-a, por essa fórma, praticamente única. Com vista á preocupação de BERZELIUS, sôbre o facto de «um sistema inintermittente de vasos conter sangue e dar por seus diferentes orificios, leite, bilis, urina, etc.», aquella propriedade dos catalisadores elucida certamente alguns dos processos complicados da fisiologia, como seja a distribuição dos productos variados do sangue pelos tecidos diversos que vae atravessando.

¿ Mas qual o mecanismo da acção desses agentes catalisadores ? Sôbre o papel dos infinitamente pequenos metalicos na funcção da diastases, falam com autoridade os trabalhos de G. BERTRAND.

Ultimamente, C. MATIGNON, no Cours du College de France, nos anos de 1902 a 1906, expôs os seus estudos sôbre a mecânica molecular desenvolvendo o noção de atrito químico e, aprofundando a acção catalitica dos metais, trouxe para a bioquímica a noção dos biocatalisadores representados nos infinitamente pequenos metalicos das diastases.

BERTAND salientou a importância do manganez na lacase, existente no sumo da árvora da laca e também em muitos cogumelos. Ora, conhecemos da química mineral a clássica preparação do oxigénio pela decom-

posição do clorato de potássio, em presença do bióxido de manganéz que representa, ali, o papel de um catalizador oxidante. Compreende-se, pois, como o manganéz represente o «elemento catalizador activo» da diastase, enquanto que a matéria proteica a que está unido, desempenhará apenas, o papel de «substância complementar activante». O manganéz actuará, assim, em quantidades verdadeiramente infinitesimais, pois faz com que ainda se manifeste activa a solução de 1 grama de diastase em 1000 metros cúbicos de água! e o mesmo sucede com outros metais como o cobre, cuja extraordinaria subtileza reaccional a respeito da spirogira já atrás notei, e a qual, ainda, BERTRAND verifica, mostrando que basta juntar uma trilionésima de cobre, no estado de sulfato, para paralisar a acção sacarificante da amiláse sôbre o amido.

O nosso pensamento, nestes domínios, absorve-se irresistivelmente, na máxima pequenês das cousas com a máxima grandeza das ideias.

É, porventura, a vertigem dos abismos produzindo uma alucinada visão interior, onde o juízo inverte a ordem das grandezas registadas pela sensibilidade. Talvez seja êste fenómeno merecedor das atenções de algum psicólogo.

Mas, aceitando com MATIGNON o papel bio-catalizador do metal na acção da diastase, qual virá a ser o mecanismo porque essa acção catalitica se exerce?

M. ARTUS, numa tése sôbre a natureza das *enzimas*, emitiu a hipótese de que os fermentos soluveis, embora possuindo um substracto material, poderiam, no entanto, actuar à maneira dos agentes imponderaveis como a luz, o calor, a electricidade. Á noção do fer-

mento substância substituiu a noção do fermento propriamente.

Os progressos alcançados no estudo químico de alguns processos biológicos são realmente sugestivos, e não nos admiramos, por isso, muito de ver espíritos acesos pelo entusiasmo de tais conquistas, falarem esta linguagem de LOEB «é possível de hoje em diante submeter os processos químicos do *corpo vivo* (o sublinhado é meu) às leis da dinâmica química. E, com efeito, tem-se conseguido, recentemente, verificar para uma série de fenómenos biológicos as leis do equilíbrio químico».

Sem dúvida, as catalises aproximam-se das acções vitais bem mais que as reacções ordinárias da química. Fenómenos fisiológicos, que a química mal abordava só por meio de poderosos agentes incompatíveis com as delicadas estruturas organizadas, tornaram-se quimicamente compreensíveis pela interferência activa dos novos processos de catalise. Assim deixava de ser um mistério a assimilação do azote livre por certas plantas ou por certos microbios, apesar da inércia química completa do azote à temperatura ordinária. Vimos que o níquel abaixava de 1000 graus a temperatura de decomposição do óxido de carbone; não seria pois ilegítimo supôr que um catalisador apropriado excitasse as afinidades do azote, promovendo a sua combinação com o oxigénio, para formar o bi-óxido de azote,  $\text{NO}$ , o qual com um excesso de oxigénio daria o tetróxido  $\text{NO}_2$  que, pela acção da água, produziria os ácidos azotoso e azótico, origem de nitratos e nitratos.

Menos afinidade parece haver entre o hidrogénio e o enxôfre, e já se conhecem catalizadores que os combinam à temperatura ordinária (DUCLAUX). E com relação ao azote, parece que já LOEW e AZO encontraram no negro de platina um catalizador, que justifica a hipótese apresentada.

Mas deixemos estes factos, ainda mais ou menos duvidosos, aguardarem completa sanção experimental, e procuremos, em factos bem estabelecidos, reconhecer a influência predominante que pertence verdadeiramente aos agentes de catalise, no químismo biológico dos organismos.

A pesquisa dos agentes cataliticos vitais, *biocatalizadores*, deve referir-se, na sua origem, aos trabalhos de DUBRUNFAUT, que teve a previsão da primeira diastase, aí por 1830; diastase que foi isolada, logo dois anos depois, por PAYEN e PERSOZ. Era a *amilase* da cevada germinada, que despolimeriza o amido em destrina. Depois, veio a *dextrinase*, tambem de cevada germinada, que desdobra a destrina em maltose; a *maltase*, do milho, que desdobra a maltose em glucose. Extrái-se da levedura a *invertina* ou *sucrase* que transforma em açúcar, mil vezes o seu pêso de amido; vem as *oxidases* ou a *lacase* da árvore da laca: a *catalase* do tabaco: a *emulsina* das amendoas: a *mirosina* da mostarda: encontra-se na saliva a *ptialina*, no suco gastrico a *pepsina*, a *pressura* na mucosa gastrica, a *lipase* no suco enterico, a *tripsina* no pancreas: e vem ainda PAWLOW e POPIELSKY, com a sua interessante cadeia fermentativa desenvolvida no tubo digestivo para a completa deslocação dos proteicos, a qual cadeia, devéras curiosa, resumirei assim: o suco gastrico,

ácido, escorrendo pela mucosa duodenal, transforma a *prosecretina* em *secretina*: por sua vez, a *secretina* excita o pancreas a espremer para o duodeno a sua *tripsina*, que chama logo a sua complementar *enteroquinase*, para ajudar a decomposição das albuminas até às proteoses: então a *erepsina*, incapaz de actuar por si, sobre a proteína, retoma a proteólise, no ponto em que a deixaram a tripsina e a enteroquinase, e decompõe sucessivamente, as proteoses em polipeptidos, tripeptidos, dipeptidos e ácidos diaminaados: e, até que enfim, lá vem por último a *arginase* que reduz, por sua vez, a arginina, as alalinas, tirosinas, glicocolas e leucinas, acabando a decomposição dos proteicos, nesta quasi interminavel via sacra de torturas químicas, inflingidas por todos aquêles batalhões fermentativos, escalonados segundo a ordem precisa duma perfeita tática de milícias.

No domínio da função respiratória e sobre o problema das combustões orgânicas, trabalhos e discussões dos mais interessantes se estabelecem.

Conhece-se o aspecto que tem a laca, vista no fundo perfeitamente negro, duro e brilhante, dêsse pratos de madeira ornados de incrustações, vindos da China e do Japão. Provêm dum suco vegetal que, no momento da extracção, escorre como um líquido cremoso de cor branco-amarelada. É pela acção do ar que séca e enegrece, cobrindo as superfícies em que se deposita, aquêlê verniz preto e inalteravel.

Foi um químico japonês, HICORUKURO YOSHIDA, que suspeitou da intervenção duma diastase no fenómeno, e teve a gloria de ver completamente demonstrada a sua previsão, pelos trabalhos hoje doutrinários, de G.