

J. M. PARGAME

ORIGEM DA VIDA

TRADUÇÃO DE JAYME FILINTO

Que vem a ser a vida? — A cellula. —
Composição chimica da materia viva. —
Irritabilidade e movimento. — Cresci-
mento e reproducção dos organismos.
— A morte. — Materia viva e materia
bruta. — Geraçõ expontanea.



PORTO

Livraria Chardron, de Lello & Irmão, L.^{da},
editores — Rua das Carmelitas, 144

1914

ORIGEM DA VIDA

J. M. PARGAME

ORIGEM DA VIDA

TRADUÇÃO DE JAYME FILINTO

Que vem a ser a vida? — A cellula. —
Composição chimica da materia viva. —
Irritabilidade e movimento. — Cresci-
mento e reprodução dos organismos.
— A morte. — Materia viva e materia
bruta. — Geração expontanea.



PORTO

Livraria Chardron, de Lello & Irmão,
editores — Rua das Carmelitas, 144

1914



KC

57

PAR

(B2)

BIBLIOTECA RACIONALISTA

(TRADUÇÕES PORTUGUESAS)

Ernesto Hæckel

O Monismo, 1 vol.	\$20
Origem do homem, 1 vol.	\$30
Religião e evolução, 1 vol.	\$30
Enigmas do Universo, 1 vol.	\$60
Maravilhas da vida, 1 vol.	\$60
História da criação, 1 vol.	1\$00

Buchner

Fôrça e matéria, 1 vol.	\$60
O Homem segundo a sciência, 1 vol.	\$60

D. F. Strauss

Nova Vida de Jesus, 2 volumes.	1\$50
Antiga e Nova Fé, 1 vol.	\$40

E. Renan

Vida de Jesus, 1 vol.	\$60
Os Apóstolos, 1 vol.	\$60
S. Paulo, 1 vol.	\$70
Anti-Cristo, 1 vol.	\$60
Os Evangelhos, 1 vol.	\$50
A Igreja Cristã, 1 vol.	\$60
Marco Aurélio	No prélo

Charles Darwin

Origem das espécies, 1 vol.	\$70
-------------------------------------	------

A ORIGEM DA VIDA

INTRODUÇÃO

O methodo que adoptei para expôr os factos actualmente adquiridos pela sciencia não é uma classificação das sciencias, mas um agrupamento dos phenomenos na sua ordem de encadeamento mais explicita. O problema que interessa os homens, primeiro que outro qualquer, é o de conhecer as leis que presidem ás suas relações com o meio ambiente, de maneira a esclarecer o seu determinismo com dados exactos e um tanto quanto possivel conhecimento raciocinado d'essas relações. Evidenciar o que é o meio, o individuo, e como um reage sobre o outro, é ter, senão dado, pelo menos preparado, a solução do mais grave problema humano.

Se esta tentativa apresenta deveras uma unidade, se corresponde a uma necessidade intellectual, é mister que o leitor encontre os principios directores, especialmente, no estudo relativo aos phenomenos da Vida. Já está dito que «dois principios fundamentaes

dominam toda a nossa sciencia; um, descoberto por LAVOISIER, é o principio da *Conservação da materia*: *Nada se cria, nada se perde*. O outro principio ¹ é o da *Conservação da energia* que póde assim exprimir-se: não se cria mais energia como não se póde crear mais materia. *A somma d'energia que existe na materia* ² *é constante*. Este principio é a maior conquista scientifica do seculo dezenove». ³

Movimento de conjuncto, calor, luz, não passam de fórmulas da energia. Para haver uma corrente electrica é preciso despender trabalho mechanico ou calor, isto é fazer soffrer uma transformação á energia.

Estas duas constatações fundamentaes, adquiridas pela sciencia: a lei da conservação da materia, e a lei da conservação da energia, deverão encontrar-se no estudo dos phenomenos vitaes. Estes principios fornecer-nos-hão a ideia geral que dominará todo este trabalho, a saber: que a vida é a expansão das actividades physico-chimicas, isto é, uma forma da energia.

Querendo dar uma vista de conjuncto sobre os phenomenos que a sciencia nos faz conhecer, partimos do estudo dos mais geraes para rematar no dos mais particulares. É essa a razão porque de principio estudamos os systemas planetarios, a sua formação e

1 Formulado por varios physicos em 1850.

2 Isto é, a sua actividade total.

3 *Historia da Terra*, Encyclopedia d'ensino popular superior, (N.º 2) p. 43-44.

as suas transformações, depois, entre elles, o mundo que habitamos e á existencia do qual estamos ligados: a Terra. ¹ Depois d'isto, devia vir, logicamente, o estudo da apparição da vida na terra. Com os phenomenos vitaes, penetramos n'um grupo de factos: os factos biologicos, que, ao primeiro aspecto, parecem muito differentes dos factos cosmicos. Todavia, apresentam as mesmas leis que elles, e o determinismo que preside á evolução dos mundos applica-se tambem a essas particulas do mundo que são as creaturas vivas.

A vida e os phenomenos biologicos.— Os phenomenos biologicos teem por fundamento a vida. Ora, a vida parece conferir aos sêres que a possuem caracteres taes, que se differenciam, do mesmo lance, de todos os outros objectos do universo. Isso explica a razão por que, no decurso da evolução historica, os homens acreditaram que faziam parte d'um reino á parte, e que não havia laço genetico possivel entre os phenomenos vitaes e os da materia.

A sciencia, graças ás suas successivas descobertas, arruinou essa crença em cathogorias da natureza, irreductiveis, mas nem todos os espiritos se submetteram a essas provas. Afim de explicar n'esta obra a maneira mais exacta de conceber actualmente a ori-

1 *Historia da Terra*, 2.º vol. da Encyclopédia citada.

gem e a natureza da vida, é necessario expôr primeiramente quaes são as grandes correntes de ideias que os espiritos partilham ácerca d'esta questão.

As doutrinas relativas á explicação do phenomeno da vida. — Tres doutrinas principaes ¹ nos apresentam, apoz uma mais ou menos exacta observação, hypotheses concernentes ás origens e á natureza da vida; são: o animismo, o vitalismo, ² o materialismo. ³ Estas theorias, relativamente modernas ou pelo menos relativas a povos civilizados, são ou concepções religiosas antigas, adaptadas aos actuaes conhecimentos (vitalismo, animismo), ou a synthetisação das descobertas da sciencia no decurso dos seculos (materialismo). Para bem comprehender as primeiras seria preciso fazer o estudo circumstanciado das noções espiritualistas segundo as diversas civilizações, o que não póde entrar no quadro d'este trabalho. Contentar-nos-hemos a demonstrar as fórmulas primarias d'es-

1 Encontrar-se-ha uma exposição particularmente attrahente d'estas questões no livro de Mr. DASTRE: *A Vida e a Morte*, cap. I a V, em que elle demonstra'perfeitamente as verdadeiras tendencias de cada theoria, e o seu encaminhamento possível para uma ideia commum.

2 O vitalismo debaixo das suas duas formas: o vitalismo unitario ou doutrina da *força vital*; o neo-vitalismo, ou doutrina das *propriedades vitaes*.

3 Ou ainda: o mecanismo, o unicismo, o monismo, isto é, a theoria physico-chimica da vida.

sas noções, isto é, a maneira como os povos não-civilizados concebem esses phenomenos.

As concepções dos povos não civilizados. — É difficil de determinar a maneira como os povos primitivos imaginam os phenomenos da vida. Certos ethnographos prestaram-lhes ácerca d'esses phenomenos noções claras e coordenadas. A fallar verdade, era um pouco prematuro. Não conhecemos sufficientemente a organização social, a mentalidade, a logica dos povos primitivos para deduzirmos tão facilmente as suas concepções de conjuncto. A unica coisa que poderá affirmar-se com alguma probabilidade de não se ser impugnado, é que o primitivo crê n'uma vida interna inclusa nas coisas. Para elle, uma pedra é sensível exactamente como um animal, sendo todos os sêres animados, em graus diversos, por uma força independente d'elles, mas que n'elles se incarna, que os precede e que lhes sobrevive. ¹ Entre os Siux (America do Norte), essa força chamada *Vakanda*, superior aos deuses que d'ella participam, é muitas vezes representada sob as especies do vento, que, intangível e impalpavel, anda espalhado pelos quatro

1 M. DURKHEIM, n'um curso professado (Janeiro a Junho de 1907) na Sorbonna e intitulado a *Religião, as Origens*, poz em fôco a crença que os povos de culto totemico teem n'uma energia animadora de todos os seres e de todas as coisas. Aqui resumimos as ideias essenciaes d'essa parte do seu curso.

cantos do horisonte. A vida é toda concebida como sendo o resultado dos effluvios do vakanda, toda a vida é *vakane*. Entre os povos da Australia, da Melanesia, essa força chama-se o *mana*; ¹ é com ella que foram organisados os sêres sagrados, porque todos elles não passam de encarnações da força impessoal que n'elles demora. Se se examinar essa ideia debaixo d'outro aspecto, apura-se que o seu aspecto laico reside na noção de força. O *mana* é, de facto, a causa efficiente de todos os movimentos que se produzem no universo: é elle que faz germinar as plantas, reproduzirem-se os animaes, correr o sangue nas veias. ² Graças a elle, todo o universo é um systema de forças que se ponderam, se neutralisam, se equilibram. Esta noção religiosa d'um poder que anima a materia em que reside, tem pois qualquer analogia com a ideia moderna de energia, porque esse fluido passa successivamente d'um corpo a outro. Esta força, que é interior nos homens, não lhes pertence; vem-lhes de fóra. ³

1 Esta palavra pertence a todos os povos não civilizados do Oceano Pacifico. Para a noção de *Mana*, consultar: CODRINGTON, *The Malanesians, their Anthropology and Folklore*. Oxford, Clarendon, 1 vol., 1891. Encontrar-se-ha um estudo ácerca d'esta noção in: HUBERT E MAUSS, Esboço d'uma theoria geral da Magia, 7.º *Anno sociológico*, p. 108 a 122.

2 É pois, entre os não civilizados, qualquer coisa como a *força vital*, dos vitalistas modernos.

3 Devemos lembrar tambem que logar occupam estas sobre- vivencias religiósas nas concepções populares. O folklore francez

Entre os povos civilizados, já o dissemos, diversas doutrinas dividem os espiritos, e procuram explicar a homogeneidade ou a descontinuidade d'estas tres ordens de phenomenos: a natureza bruta, a natureza viva, a natureza pensante.

Os *animistas* separam o mundo da materia do mundo da vida e do pensamento, não formando este ultimo senão um unico grupo, pois que, para elles, o pensamento não passa d'uma manifestação da vida.

Os *vitalistas* pensam tambem que o phenomeno da vida está fóra da materia, á qual se reúne; mas para elles é differente do phenomeno do Pensamento.

Os *materialistas* creem que a vida e o pensamento são manifestações de força identicas ás que se encontram na materia inanimada. Vida e pensamento são para elles modalidades da materia que as condiciona.

O Animismo. — Não voltaremos ao animismo dos povos primitivos; já dissemos quanto os nossos conhecimentos actuaes nos permitem inferir. Entre os civilizados esta doutrina apresenta-se differentemente. Os animistas scientificos não dotam com vida a materia inanimada, como os primitivos, mas fazem da

está cheio de casos analogos em que os seres inanimados são dotados de vida, e assimilados aos espiritos. Os fogos-fatuos são almas errantes, as estrelas cadentes almas bemaventuradas, etc.

alma uma personalidade separada do corpo, que o dirige e lhe dá a existencia. Esta doutrina foi professada pelo chimico STAHL, no começo do XVIII^o seculo, afim de reagir contra as interpretações mecanistas ¹ que iam tomando maior extensão á medida que a sciencia progredia.

A doutrina desapareceu, quando elle morreu, sob os ataques mordentes de BORDEU, ² para reaparecer um seculo depois, mas adaptada á sciencia moderna, com CHAUFFARD. Este de facto tentou unir a actividade da alma e a actividade do corpo, mas conservou á alma dois modos d'acção, um em que ella rege, d'uma maneira instinctiva e quasi automatica os movimentos do corpo, o outro em que ella preside com consciencia e vontade aos actos do pensamento. Este methodo introduzia assim na doutrina considerações de qualquer sorte materialistas, pois que baixava até á materia e ao instincto uma das modalidades da alma. Os verdadeiros espiritualistas separaram-se d'essa doutrina.

O Vitalismo. — Na opinião dos vitalistas, a vida,

¹ Contra DESCARTES, BORELLI e a escola mecanicista.

² Em 1742, BORDEU n'uma these que sustentou em Montpellier, arruinou a theoria dos animistas, ridicularizando os seus argumentos, visto elles affirmarem que a alma era encarregada de *humedecer a boca quando é preciso*, ou não podendo bem guiar e dirigir o corpo em consequencia do peccado original (citado por DASTRE, *A Vida e a Morte*, p. 8).

e é esse o seu character essencial, apresenta-se como uma entidade differente da materia e do pensamento. Esta concepção encontra-se na antiguidade, em que o principio vital, segundo ARISTOTELES, PYTHAGORAS... era uma especie de divindade, uma força sem igual, e sem relação possível com a alma.

No XVIII^o seculo, os chefes da escola de Montpellier: BARTHEZ, BORDEU, GRIMAUD, restituiram á theoria toda a sua importancia. Para elles a vida é uma força que não tem analogia fóra do ser vivo, e que, n'elle, tem sua séde n'uma parte definida do corpo. Esta ideia recorda as concepções dos actuaes povos primitivos que fazem do sangue a séde do principio vital, o que os induz a considerar o sangue como eminentemente sagrado, como *tabú*, segundo a sua expressão. No seculo XVII^o, VAN HELMONT collocava o principio vital no antro do pyloro; em 1748 o medico LOZZY situou-o n'um ponto da medula espinal ¹ que elle chamou por causa d'isso: *o nó vital*. O conhecimento mais exacto das acções igualmente importantes de tres órgãos: os pulmões, o cerebro, o coração, tornou impossivel a localisação da força vital. Consideraram-a como espalhada por todo o organismo, e conferindo a todas as suas partes *propriedades vitaes*. Pouco a pouco até o character espiritalista da theoria se atenuou; as propriedades vitaes reduziram-se bem

1 No bolbo rachidiano, no sitio da junção do pescoço com a cabeça,

depressa a simples modos de actividade inherentes á materia viva. É isto dizer quanto essa concepção póde approximar-se da doutrina unicista. Os grandes representantes d'esta theoria foram no decorrer dos seculos: GALÊNO, PARACELSO, VAN HELMONT, BICHAT, CUVIER, JOÃO MULLER.

Os néo-vitalistas conservaram, adaptando-os a dados novos, os principios de seus precusores. Se para elles existe sempre a especificidade do facto vital, pelo menos, de *essencial*, como ella era, tornou-se *formal*; essa tendencia levará mesmo CLAUDE BERNARD a não distinguir o facto vital do facto physico-chimico, no seu fundo, mas na sua forma. ¹

Cada vez mais frageis se tornam as distincções entre vitalistas e unicistas, e muitas vezes não consistem senão em cambiantes de interpretação, quasi em palavras: «Os néo-vitalistas actuaes reconhecem que as leis da physica e da chimica são observadas no corpo vivo como fóra d'elle: as mesmas forças naturaes interveem cá e lá, sómente são dirigidas d'outro modo», ² por outros termos, os néo-vitalistas dizem que os phenomenos vitaes se baseam completamente sobre as acções physicas e chimicas nos organismos vivos, mas que o proprio mecanismo d'es-

¹ O *néo-vitalismo* foi sustentado por CHR. BOHR (de Copenhague), por HEIDENHAIN (de Breslau), pelo botanico REINKE, por BUNGE e RINDFLEISCH.

² DASTRE, *A Vida e a Morte*, p. 13.

sas acções deve ser considerado á parte, e que constitue a força vital. Vê-se quão subtil é esta distincção e quão mal fazem os néo-vitalistas em conservar uma fórmula que perdeu, com o tempo, o seu primitivo sentido, porque tentam metter um conteudo scientifico dentro d'expressões anti-scientificas por definição. Esta reducção do facto vital a uma ideia de direcção, isto é a um simples conceito metaphysico, demonstra qual o caminho que a doutrina percorreu para o unicismo, desde a *anima*, força animadora do corpo, de ARISTOTELES.

Effectivamente o que ha de curioso a observar é que os néo-vitalistas são os que fornecem, relativamente ás origens da vida, as mais mechanistas experiencias; taes são as de VON SCHRÖN, QUINCKE, HERRERA. ¹

O Unicismo. — O unicismo ou materialismo desvia dos phenomenos physicos toda a potencia espiritual que os dirigisse e os animasse. Para elle, a explicação do mundo, da vida, reduz-se ao conhecimento

¹ Encontrar-se-hão esses trabalhos e essas theorias reunidas no pequeno livro de MORITZ-BENEDIKT: *Bio-mecanismo ou néo-vitalismo em medicina e em biologia*. Paris, Maloine, 1904.

HENRI PIERON. Um novo aspecto da lucta do mecanismo e do vitalismo, a plasmologia. *Revue scientifique*, 7 out. 1905, p. 352-358.

A questão das relações do néo-vitalismo e do mecanismo foi muito nitidamente exposta por HENRI PIERON n'esse artigo.

das leis physico-chimicas, e das forças physicas e mechanicas. ¹

Sob o nome de iatro-mecanismo, esta doutrina foi renovada de certos philosophos gregos por DESCARTES, ² que, separando a alma e o seu attributo, o pensamento, do mundo material, reduzia o corpo vivo a não ser senão uma pura machina. Esta doutrina excessiva e simplista em suas explicações, foi completada pela do iatro-chimismo de SYLVIVS-LE-BOË; as funções organicas, em vez de serem explicadas só pelo mecanismo, foram-o tambem pelos processos chimicos.

O pensamento contemporaneo transformou, graças ás aquisições constantes da sciencia, estas crenças muito simples, n'uma theoria mais complexa: a theoria physico-chimica da vida, que ella propria se baseia sobre as concepções connexas da materia e da energia, «offerecendo-nos os corpos da natureza uma materia revestida d'energia, formada pela união indissolúvel da extensão, com um principio dynamico inseparavel... N'este systema a energia material, a vida, a alma não passariam de combinações cada vez mais complexas da actividade consubstancial nos atomos materiaes. ³

1 Não insistimos na minudencia d'esta theoria, pois que se apoia em factos scientificos que serão expostos mais adeante.

2 Citaremos com elle BORELLI, HALES, BOERHAAVE, etc,

3 DASTEE, *A Vida e a Morte*, p. 34-35.

A doutrina unicista corresponde muito bem á explicação que aqui daremos dos phenomenos da vida, com a differença de que não faremos d'ella um systema definido, mas a tendencia mais evidente que se desenvolve do estudo e da observação dos factos. O nosso fim é expôr, fóra de toda a theoria preconcebida, o maior numero de factos scientificamente conhecidos e de os utilizar para uma explicação dos phenomenos da vida.

Posição do problema. Um dos factores da sua solução. — Os phenomenos da vida, como acabamos de ver, teem sido diversamente explicados pelos sabios e pelos philosophos; a causa d'essas divergencias de interpretações é facil de comprehender. Como entre os phenomenos cosmologicos e os phenomenos biologicos, não se apercebe coisa alguma de continuidade, d'ahi se concluiu que os separa um fôssco, e que a explicação que vale para uns não pode valer para os outros. Estes grupos de factos são declarados irreductiveis; e a sua apparente heterogeneidade permite ainda ás concepções religiosas do mundo construirem-se sobre argumentos superficialmente defensaveis.

Não podemos negar que, no estado actual dos nossos conhecimentos, não possa ainda levantar-se a questão da sua irreductibilidade; todavia uma grande quantidade de factos e de observações podem já provar que essa antiga concepção se baseia sobre generalisações muito prematuras, e que não ha, a despeito

das apparencias, fôssô algum cavado entre estas duas ordens de phenomenos. Não se pode mesmo duvidar que um complemento de informações e de descobertas, não venha d'um momento para o outro a permitir estabelecer a relação entre o reino da materia organica e o dos corpos inorganicos. O grande numero d'analogias que se tem notado entre a materia viva e a materia bruta, e que dia a dia augmenta, bem depressa dará a solução do problema. Prevê-se um tempo em que achando-se estabelecida a filiação entre ellas, a explicação da vida reduzir-se-ha a um simples problema de evolução.

Uma segunda solução poderia ser fornecida pelo conhecimento mais profundo das leis da combinação da materia, revelando toda a combinação uma disposição nova, e dando nascimento a *factos novos*. «A vida, — disse-se, — parece distincta da força physica, e do pensamento da vida porque a sua analyse não está bastante adeantada. Assim o vidro parecia distincto aos antigos Chaldeus da areia e do sal com que o formavam. Do mesmo modo ainda, a agua distingue-se aos olhos dos modernos do oxygenio e do hydrogenio que a constituem. — Toda a difficuldade consiste em comprehender o que a *disposição* dos elementos pode introduzir de novo no aspecto do composto. É preciso saber o que a variedade das combinações que não são senão disposições especiaes das partes elementares, pôde engendrar de novidade e de heterogeneidade apparentes nos phenomenos. Mas ignora-

se. É essa ignorancia que leva a consideral-os como heterogeneos, irreductiveis e distinctos em principio.»¹

Póde-se admittir, effectivamente, que n'um momento da evolução, em consequencia da combinação fortuita d'elementos inanimados, uma nova substancia se constituiu, que possuia propriedades especiaes. O conjuncto d'essas propriedades foi o que nós chamamos a vida. Essa apparição pôde fazer-se quasi repentinamente, sem para isso quebrar os laços de continuidade entre a materia inorganica e o ser vivo; sobretudo lembrando-se que comparativamente á duração da evolução, o que chamamos um momento, pôde representar seculos.²

Este principio do factu novo, isto é das propriedades novas resultantes d'uma organização dos elementos constitutivos, e não inclusas n'elles, nada tem d'uma hypothese injustificada; pôde admittir-se no que diz respeito á vida, pois que a todo o instante se observa na physica e na chimica. Dois metaes, taes como o cobre e o estanho, ligando-se, dão um corpo novo: o bronze, que attesta um aspecto e propriedades que nem um nem o outro dos seus elementos constituintes possuiam. Da mesma maneira, um metal no estado colloidal tem propriedades differentes das do metal no estado ordinario. Um metal cha-

1 DASTRE, *A Vida e a Morte*, p. 35.

2 Não insistimos aqui sobre o processo das combinações, que daremos no Cap. IV d'esta obra, relativo ás origens da vida.

ma-se colloidal quando, depois de ter soffrido uma certa preparação, os seus atomos ficam parcialmente dissociados; apresenta então propriedades diferentes do corpo do qual emana.

No facto novo de que fallamos, não ha pois *creação*, porque qualquer coisa não se faz de nada; mas ha uma organização tal dos elementos, que d'ahi resultam estados até então inexistentes. Se assim é, não sendo a substancia viva senão uma organização d'elementos conhecidos, devem ser possiveis a combinação e dissociação d'elles. A analyse do protoplasma foi, effectivamente, quasi realisada; revelou os elementos componentes. Mas a synthese, procurada por tantos sabios, ainda não pôde ser obtida. ST. LEDUC ¹ conseguiu, segundo TRAUBE e outros, produzir no seu laboratorio membranas cellulares que tinham o aspecto de tecidos organicos. Produziu tambem phenomenos

1 ST. LEDUC.— *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences*, Congresso d'Ajaccio (1901) e seguintes até á conferencia geral do Congresso de Reims (1907).

As leis da Biogenese, *Révue scientifique*, 23 de fevereiro e 3 de março de 1906, *Die Diffusion der Flüssigkeiten*, *Physikal. Zeitsch*, 7 d'outubro de 1905. *Les bases physiques de la vie et la biogénèse*. Paris, Masson. M. ST. LEDUC dignou-se informar-nos da proxima publicação d'um novo artigo : Ensaio de biologia synthetica, no *Volume jubilaire de M. le professeur Hamburger*, Berlim.

Encontrar-se-ha, além d'isso, no *C. R. des Sciences de l'Académie des Sciences* (8 a 15 janeiro 1907), uma critica dos trabalhos de M. LEDUC, da lavra de M. G. BONNIER,

de crescimento cristallino dando formas analogas a plantas.

O mecanismo de taes phenomenos só tem relações longinquas com o que se observa na materia viva. É simplesmente devido a isto que os cristaes, em dissolução em corpos d'uma certa viscosidade, não se dissolvem da mesma maneira como se esse corpo fosse completamente liquido. As particulas do cristal em dissolução não podem afastar-se umas das outras e formam uma especie de membrana em torno do cristal primitivo. Mas persistindo a dissolução, o producto d'essa dissolução não pôde augmentar senão na parte em que a membrana de dissolução é menos espessa. Naturalmente, é em baixo que ella encontra a maior resistencia e em cima o minimo de resistencia; é pois para cima que o phenomeno de crescimento se opéra.

Se bem que não incidindo senão sobre um só ponto do problema, a saber: as condições physicas que determinam a membranagem cellular, essas tentativas legitimam n'uma certa medida a nossa hypothese: a vida appareceu na terra, graças a um concurso de circumstancias fortuitas; essas circumstancias ainda não foram provocadas nos laboratorios. O mesmo se tem dado com o diamante, que não pôde ser recomposto artificialmente senão depois da invenção do fôrno electrico que permite elevar a temperatura a 3.000 graus.

O que maior torna ainda a separação entre os fac-

tos biologicos e os factos cosmicos, é que o estudo d'uns e d'outros faz-se segundo methodos e disciplinas differentes. A extrema complexidade dos factos physicos, chimicos, biologicos, fórça os sabios a especialisarem-se em tal ou qual sciencia, tendo cada uma a sua terminologia propria, e poucos espiritos ha, sufficientemente flexiveis e vastos, para as penetrar a todas. No estudo do phenomeno da vida, é todavia necessario pedir-lhes a todas o seu contingente, e servirmo-nos dos factos que ellas fornecem. A solução do problema consiste na fusão d'essas tres sciencias, para uma investigação commum. Graças ao concurso d'essas sciencias, ¹ talvez que um dia se solucionará o problema da vida pela constituição dos elos intermediarios entre a materia bruta e a materia viva, ou pela demonstração do facto novo: sendo a vida ou a finalisação progressiva d'uma lenta evolução, ou um phenomeno apparecendo d'uma maneira relativamente brusca, pela combinação d'elementos inorganicos.

Mas ainda que a sciencia revele um dia como exacta tal d'estas hypotheses com exclusão da outra, a concepção de conjuncto d'estes phenomenos nem por isso ficará sensivelmente modificada.

1 É conveniente acrescentar tambem a geologia, a paleontologia.

O plano geral d'este livro. — Para tentar resolver este problema, é preciso considerar o seu primeiro elemento, isto é, a primeira forma conhecida da vida, afim de saber se ella se apresenta como um facto de transição da materia bruta para a materia viva, ou sob um estado differente, isto é como um facto novo. Actualmente a forma mais elementar da vida que conhecemos é a *cellula*; teremos pois que estudar anatomicamente este elemento primordial da vida, o que nos levará a constatar que fóra d'ella, não ha vida possivel e que a sua constituição a differencia largamente da materia bruta. Uma vez conhecido o orgão que acondiciona a vida elementar, como não é possivel dar uma definição da vida em si, definil-a-hemos nós pelos caracteres communs aos seres vivos.

Esses caracteres são os que existem em todos os organismos, do protozoario ao homem, e que na sua totalidade, só n'elles se encontram. No estudo d'esses caracteres cotejaremos os que se encontram na materia bruta, e faremos um estudo comparado da materia viva e da materia bruta, afim de demonstrarmos as relações de filiação e as differenças que apresentam entre si. A descoberta d'uma filiação possivel entre os dois reinos conduzir-nos-ha á investigação das origens da vida, e depois á exposição rapida da evolução da vida na terra. A realisação d'este plano não vae sem grandes difficuldades, entre outras, a de submetter a noções claras factos muito complexos, e expol-os com os menos termos technicos possiveis. Se nos foi pre-

ciso empregal-os de tempos a tempos, para permanecermos na stricta exactidão scientifica, lembramos que todos esses termos serão explicados e definidos em indice, no fim do volume.

J. M. LAHY.

LIVRO PRIMEIRO

A fórma elementar da vida: A Cellula

CAPITULO PRIMEIRO

GENERALIDADES

Os seres vivos, animaes e vegetaes, que mal conseguimos agrupar, tão multiplas são as suas formas, apparecem-nos cada um como unidades. Cada ser forma um todo, apresenta-se como um individuo separado; fizeram-o assim os primeiros sabios que procuraram differenciar os corpos vivos dos corpos brutos, dando-lhes como character essencial: *a indivisibilidade, a unidade morphologica.*

A noção d'indivisibilidade applicou-se a principio ao individuo tomado no seu conjuncto; mas o estudo dos animaes inferiores, taes como as Hydras, cada secção do corpo das quaes pode reconstituir um individuo completo, arruinou essa definição. Foi preciso ir buscar a outra parte essa unidade. Julgou-se enconral-a nos *apparelhos* (digestivo, respiratorio, etc.);



depois nos *orgãos*, e depois nos *tecidos*.¹ Mas constatou-se que todos podem ser decompostos em elementos mais simples e communs a todos: a cellula.² O tecido, por exemplo, é uma colonia de cellulas, não é pois indivisivel; enquanto que a cellula, se fôr constituída de diversos elementos, não pôde ser privada d'um d'elles sem morrer. A cellula é portanto anatomicamente o grau mais inferior de individualidade; é segundo BRÜCKE, o «organismo elementar.»³

SCHLEIDEN⁴ (em 1838) e SCHWANN⁵ (em 1839), que fizeram investigações, um sobre a cellula vegetal, e o outro sobre a cellula animal, foram os primeiros que a conceberam como um organismo indiviso. N'ella distinguiram tres partes: um *involucro*, muito importante nos vegetaes, quasi nullo, por vezes

1 BICHAT, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, 1 vol. Paris, Masson, 1852.

2 Foi dado o nome de *cellula*, pelos microscopistas dos seculos 17.º e 18.º, a pequenos alveolos ou cellas que notaram nos tecidos dos vegetaes.

Encontraram-se depois formações analogas nos tecidos animaes e foi conservado o nome geral de *cellulas*.

3 BRÜCKE, *Die Elementarorganismen* (os organismos elementares). *Wiener Sitzungsbericht*, 1861, vol. XLIV.

4 SCHLEIDEN, *Beiträge zur Phytogenese* (estudos sobre a Phytogenese) *Muller's Archiven*, 1838.

5 SCHWANN, *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen* (investigações microscopicas sobre a concordancia de estructura e de desenvolvimento dos animaes e das plantas (1839).

mesmo ausente, nos animaes; um liquido, o *protoplasma*, em que estava mergulhado um corpo mais denso: e o *nucleo*.¹ Ambos concederam ao nucleo uma importancia capital; d'elle fizeram o elemento de que procedem as cellulas no decurso do desenvolvimento individual dos sêres vivos. Mais tarde DUJARDIN² e SCHULTZE demonstraram que as partes mais essenciaes da cellula não eram as que se tinha imaginado, e que o liquido, o protoplasma, desempenhava um papel importante na organisação. MR. KUNSTLER³ chamou depois a attenção dos biologistas sobre o facto de que o proprio protoplasma é uma substancia que tem uma estructura particular.

Graças a estes diversos resultados, classificam-se actualmente os sêres vivos em: *sêres monocellulares*, chamados *protozoarios*, quando apresentam os caracteres do reino animal, e *protophyotos* quando apresentam os caracteres do reino vegetal, e em sêres *pluricellulares* ou *metazoarios*.

Não conhecemos nenhuma cellula actualmente vi-

1 Descoberto por BROWN em 1833 (*Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideæ and Asclepiadeæ*. — Transactions of the Linnean Society. Londres 1833.)

2 DUJARDIN, *Mémoire sur l'organisation des infusoires*. Annales sc. natur. zool. 1838: Cf. *Histoire naturelle des zoophytes inférieurs*. Paris, 1841.

3 KUNSTLER, *De la constitution du protoplasme*. Bulletin scientifique du département du Nord, 1882.

va ¹ que não apresente uma differenciação de duas substancias. Esta ultima unidade viva, se é uma forma irreductivel do sêr vivo, pode no emtanto reduzir-se a dois elementos: o nucleo e o protoplasma.

Apesar das suas dimensões infinitamente pequenas ² — a cellula mede algumas decimas de millimetro — revelou ao microscopio ³ elementos mais simples de que vamos dar a descripção.

1 HÆCKEL suppoz, sob o nome de *cytodas*, cellulas apresentando uma substancia homogenea e desprovidas de nucleo. Julgára elle descobrir sêres monocellulares, as *moneras*, desprovidas de nucleo; aperfeiçoamentos introduzidos no microscopio e nos processos de coloração revelaram n'esses organismos uma substancia nucleada. ERNST HÆCKEL, *Biologische Studien. Studien süber Moneren und andere Protisten*. Leipzig 1870.

2 Medem-se os elementos cellulares revelados pelo microscopio em *mu* (μ) tendo o valor d'um millessimo de millimetro.

3 O microscopio permite vêr objectos com um augmento que muitas vezes excede a 1800 vezes as suas dimensões reaes. O habito e a necessidade de fallar das imagens microscopicas como se tivessem realmente as dimensões que lhes presta o augmento, deve ser constantemente rectificada pelo leitor que nunca deve esquecer que se trata de seres infinitamente pequenos.

CAPITULO II

O PROTOPLASMA

As fórmãs e as dimensões da cellula.— As cellulas apresentam toda a sorte d'aspectos e de fórmãs (fig. 1). Umas, que por vezes constituem um animal completo, como a Amiba, não tem fórmula constante, mas modificam sem cessar os seus contornos, o que lhes valeu o nome de cellulas amiboides; outras, se bem que tendo uma vida relativamente independente, fazem parte d'um organismo de conjuncto, e a sua actividade é solidaria com os outros elementos do grupo: tal é o caso dos leucocytos ou globulos brancos do sangue ¹ (fig. 2).

Outras cellulas, enfim, estão estreitamente unidas umas ás outras, e constituem um conjuncto homogeneo em que a individualidade de cada organismo desaparece: taes são as cellulas epitheliaes (fig. 3), fixadas juntas para formarem um tecido, nutrindo-se em todas as mesmas condições e soffrendo cada uma a mesma sorte que as suas visinhas.

1 Os leucocytos levam atravez do organismo uma vida errante,

As fórmãs e as dimensões das cellulas variam, não só segundo o papel que lhes está consignado individualmente, mas ainda entre as cellulas dos diversos grupos d'um mesmo animal. Compare-se sob este

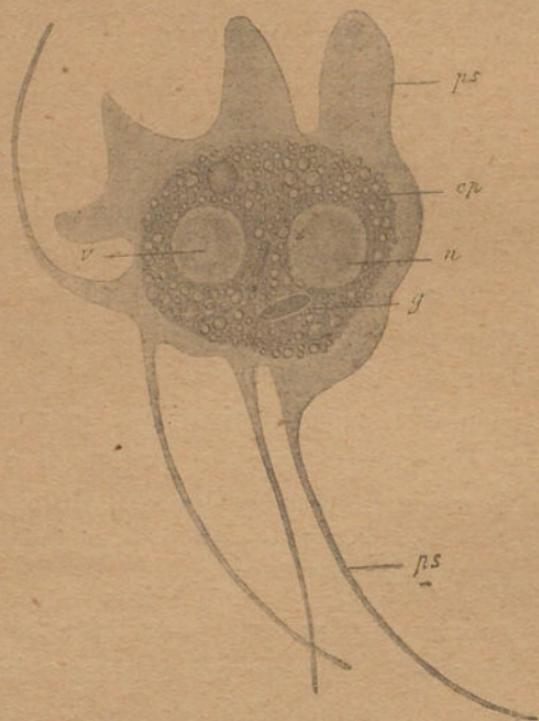


Fig. 1.— Amiba com prolongamentos, uns largos e pseudopodicos, os outros filiformes e flagelliformes; *cp*, corpo protoplasmico; *v*, vesicula contractil; *ps*, pseudopodes; *n*, nucleo; *g*, particulas alimentares. 250 vezes maior que o natural.

ponto de vista a figura 2 que representa um globulo branco do sangue humano com a figura 4 que representa, com o mesmo augmento, uma cellula nervosa, e apreciar-se-ão as differenças.

A grande maioria das cellulas possui, todavia, uma fórma definida; a mais simples é a fórma espherica que é a das cellulas-ovos de muitos animaes (fig. 5); mas sob a influencia da pressão, essa fórma torna-se polyedrica nos agrupamentos de cellulas — (exemplo: o tecido da pelle, as glandulas). O que afasta algumas d'entre ellas do typo original, é a



Fig. 2. — Globulos sanguineos do homem: *h*, hematias ou globulos vermelhos; *l*, leucocytos; *tr*, trombocytos. 250 vezes maiores que os naturaes.

adjuncção ou de fibras (cellulas ganglionares do systema nervoso) ou de cilios (cellulas epitheliaes, infusorios), e o estiramento filiforme d'ellas (cellulas musculares).

Mas, qualquer que seja a fórma das cellulas, o seu tamanho fica sensivelmente o mesmo: desde que attinge o maximo do tamanho, a cellula divide-se.

Todas estas fórmas tão variadas tem elementos essenciaes invariaveis que vamos descrever successivamente, de fórma a constituir um schema da cellula.

Distinguem-se, effectivamente, em toda a cellula, tres partes principaes: o protoplasma, o nucleo e geralmente um involucro. Os dois primeiros elementos são sempre constantes na cellula; e os organismos mais simples, mais microscopicos, como as *Bacterias* (fig. 6) possuem o equivalente d'um nucleo. BÜTSCHLI,¹ coadjuvando-se com grandes augmentos e córantes especiaes, revelou n'ella duas substancias. Os globulos vermelhos do sangue que não conteem nucleo são, por este facto, considerados como organismos muito desgradados, tendo perdido os caracteres que permittiriam classificar-os entre os organismos vivos. Esta decadencia é o resultado da



Fig. 3. — Cellulas epitheliaes da bexiga do *Triton alpestris*. Vistas em toda a largura e no estado de frescas. Augmentadas 250 vezes.

especialisação, porque seguindo-se a sua evolução, do estado embryonario ao estado completo, vê-se que vão perdendo com as funcções caracteristicas, o órgão que parece ser-lhes o substrato: o nucleo.

¹ BÜTSCHLI, *Über den Bau der Bakterien und verwandter Organismen*. Leipzig, 1890 (Da constituição das Bacterias e outros organismos parentes).

O Protoplasma, sua estrutura. — O protoplasma só se encontra na cellula, e de resto em parte mais alguma na natureza.

Assim como o indicára KÜNSTLER, o proprio protoplasma possui uma organização; constitue uma somma d'elementos morphologicos diversissimos. É formado d'uma substancia fluida, homogenea e transparente chamada *paraplasma*, alojada nas malhas d'uma rede ou *hyaloplasma*, que dá ao protoplasma uma consistencia variavel, segundo as malhas forem mais ou menos apertadas (fig. 7).



Fig. 4.—Cellula nervosa do cortex cerebral d'um cão: *cn*, corpo cellular com o nucleo; *dl*, *dp*, prolongamentos (dendrites lateraes e dendrite principal); *a*, prolongamento que se continua até á medula espinal (axona); *c*, collateraes da axona. 250 vezes maior que o natural.

Composição chimica. — Os elementos chimicos

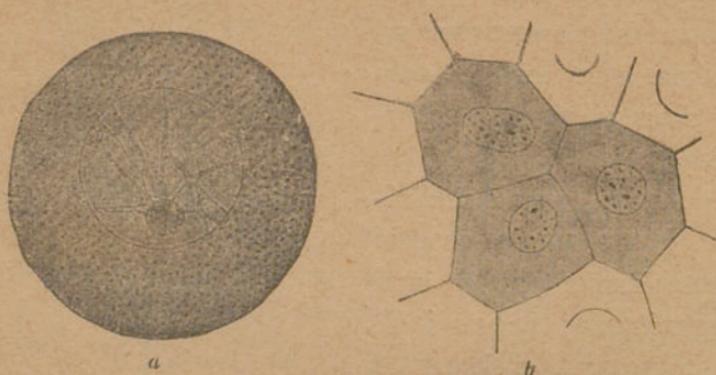


Fig. 5 — *a*, cellula-ovo do ovario do ouriço do mar; *b*, cellulas epidermicas da ra.

que constituem o protoplasma não são diferentes dos

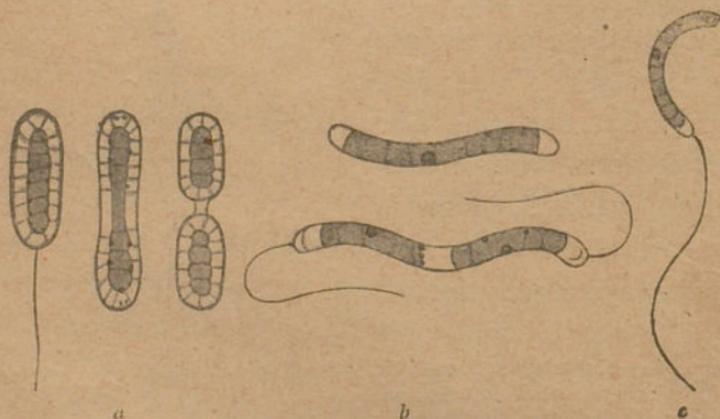


Fig. 6. — Estructura de diferentes bacterias: *a*, *Bacterium lincola*, normal e prestes a dividir-se; *b*, *Spirillum ondula*; *c*, Bacterias d'aguas pantanosas.

que se encontram, em diversos estados, nos corpos brutos. Sómente a complexidade molecular dos cor-

pos que o compõem é tal como nunca a tornamos a encontrar na natureza inanimada, e cuja synthese ainda não foi possível fazer-lhe. ¹ A materia viva revela-nos pois agrupamentos atomicos que lhe são especificos, e de constituição tão complexa que a chimica não chegou ainda a elucidar as relações de posição no espaço apresentadas pelos atomos nas suas moleculas.

A materia viva revelou á analyse trez grupos principaes de corpos chimicos com os seus productos de transformação: as materias albuminoides, os hydratos de carbonio e as gorduras. Mas pôde demonstrar-se d'uma maneira certa que, só as substancias albuminoides e os seus derivados se encontram em todas as cellulas no estado constante, e tornavam-se, por esse character, opposentes aos outros productos organicos que entram na composição da materia viva.

Os hydratos de carbonio e as gorduras, desprovidas d'azoto, não se encontram em todas as formas organicas; as primeiras interveem, sobretudo, na composição das cellulas vegetaes, as outras na composição

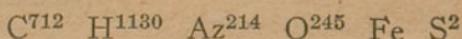


Fig. 7. — Cellula cartilaginosa da parte mais grossa do femur d'uma larva de salamandra com estrutura filiar do cytoplasma. Exame em estado fresco no humor aquoso. Aumentada 250 vezes.

¹ Voltaremos ao assumpto, ao tratarmos da geração espontanea (Livro IV. Cap. I.)

das cellulas animaes. Como não podemos entrar na minudencia de todas as questões que interessam a chimica, não insistiremos aqui sobre os elementos constitutivos, essenciaes da cellula viva, isto é, as materias albuminoides.

Estas materias albuminoides são caracterisadas, primeiro, pela presença do azoto, que permittiu oppol-as sob os nomes de corpos azotados, aos dois outros compostos desprovidos d'azoto. Conteem, além d'isso, carbonio, hydrogenio, enxofre e oxygenio; estes cinco elementos, que constituem a molecula d'albúmina, repartem-se, dada a complexidade da molecula, em um numero de atomos que muitas vezes passa de mil. É o que resulta de diversas formulas; apenas citaremos a que ZINOFFSKY encontrou para a hemoglobina extrahida do sangue do cavallo, que é igual em complexidade ás que se propuzeram para a albúmina da clara do ovo. ¹



Estas enormes dimensões da molecula conferem-lhe certas propriedades, a mais importante das quaes é não diffundir, contrariamente ao que se produz para os outros corpos, atravez das paredes das membranas animaes ou atravez do pergaminho artificial. A de-

¹ ZINOFFSKY, *Über die Grösse des Hemoglobinmolekuls*. (Do tamanho da molecula d'hemoglobina). *Zeitschrift für physiologische Chemie*, vol. X, 1885.

monstração pôde ser feita com a ajuda d'um instrumento especial, o dialysador (fig. 8) que comprehende um tubo de vidro fechado na base por uma folha de pergaminho; este tubo contém uma solução de sal marinho e mergulha n'um vaso ou crystallizador cheio d'agua destillada. Passado tempo vê-se que a solução salina diminuiu no tubo de vidro, enquanto que a agua do recipiente adquiriu um igual conteúdo de sal. D'aqui se deduz que o sal se diffundiu atravez da membrana até ficar estabelecido o equilibrio nos dois vasos.

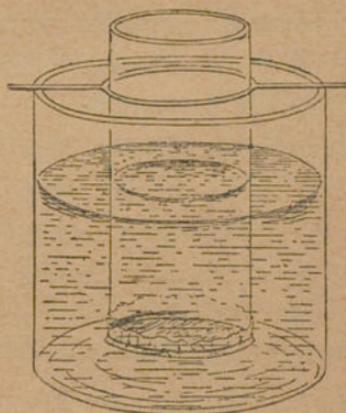


Fig. 8. — Dialysador.

Se se empregar, em vez d'uma solução salina, uma solução d'albumina d'ovo, os resultados serão muito diferentes. Qualquer que seja o tempo durante o qual se abandonar esta solução nova, não se encontrará na agua do vaso exterior vestigio algum de albumina. É, pois, evidente que a massa albuminoide é muito volumosa para se diffundir atravez da membrana.

Classificou-se sob o nome de *materias colloides* ¹

1 GRAHAM, em 1861.

as que participam d'este caracter de não se diffundir atravez das membranas, e que, em vez de formarem verdadeiras soluções na agua, teem a propriedade de absorver grandes quantidades d'agua e de soffrer uma turgidez muito accentuada. A principio recusou-se-lhes a propriedade de crystallisar, como aos corpos chamados *crystalloides*, mas foi preciso reconhecer que certos albuminoides, como a hemoglobina dos globulos vermelhos do sangue, collocados em determinadas condições, depositavam-se n'uma placa de vidro em cristaes de fórma tetraedrica.

Emfim, sob a influencia de certos reagentes, pode-se levar estas materias albuminoides a soffrer taes transformações, que possam diffundir-se atravez das membranas, conservando sempre as propriedades chemicas que lhes são proprias. Basta para isso que os reagentes dividam a molecula d'albumina n'um grande numero de moleculas mais pequenas. ¹ No proprio organismo animal, vê-se como sob a acção de succos, como os do estomago e do pancreas, a molecula albuminoide se transforma em peptonas, e, tornada dialysavel, póde d'ahi em diante diffundir-se atravez das membranas.

Uma outra propriedade da substancia albuminoide é poder coagular-se. Todavia certas influencias, a

1 Estas experiencias revelaram que a molecula albuminoide, longe de ser simples, era *polymera*, isto é, consistia n'uma associação de multiplos grupos atomicos semelhantes.

ebulição, a presença do álcool entre outras, fazem passar a albumina do estado dissolvido ao estado sólido; toma então a apparencia d'uma geleia consistente.

Além dos trez elementos principaes do protoplasma: os hydratos de carbonio, as gorduras e as materias albuminoides, encontram-se tambem compostos inorganicos, os mais essenciaes dos quaes são: a agua, os saes e os gazes. Encontra-se-lhes agua em tal quantidade que representa em pezo mais de 50 por cento em media da materia viva; contém em dissolução um grande numero de saes, indispensaveis a qualquer substancia organica.

Os gazes são o oxygenio e o acido carbonico, que as mais das vezes se encontram em dissolução na agua.

O protoplasma não é, pois, um composto chimico determinado, é uma mistura de substancias mineraes ternarias e sobretudo albuminoides. Este agrupamento é sem cessar modificado pelo funcionamento do sêr que constitue. Observa-se que é coagulavel pelo calor, mas comtanto que perca, chegado a esse estado, as suas proprias qualidades, isto é a possibilidade de concorrer na célula á manifestação da vida.

Caracteres physicos do protoplasma. — O estudo da estructura physica do protoplasma apresenta a um tempo grandes difficuldades e um grande interesse. É bastante arduo expôr, sob uma fôrma fa-

cilmente accessível a espiritos pouco preparados para estes estudos, as diversas theorias scientificas relativas a tal assumpto. Felizmente que possuímos uma exposição da questão apresentada por uma forma notavelmente clara e concisa: é a que fez MR. PRENANT na sua obra.

Trasladaremos, pois, textualmente essa passagem, porque resumil-a seria tornal-a obscura e diminuir-lhe o interesse que representa para o nosso trabalho.

Theoria granular. — O exame da cellula viva mostrou-nos o protoplasma sob a fórma d'uma massa granulosa, d'uma substancia molle, amorpha, semeada de grãos mais solidos conservados por assim dizer, em suspensão. Foi sob este aspecto granulado que o protoplasma appareceu aos primeiros observadores. Foi tambem sob a fórma d'um agregado de granulos que os theoricos representaram primeiramente o protoplasma.

MAGGI e ALTMANN, collocando-se em certas condições de technica, usando processos especiaes de fixação e de coloração, constataram a existencia no protoplasma de grãos muito nitidos que ALTMANN chamou *granula*, *bioblastos*. Elle encontrou este aspecto nas cellulas mais diversas, generalisou a existencia dos granula e fundou uma *theoria granular* do protoplasma. No protoplasma (e mesmo no nucleo), ALTMANN não encontra senão *granula* separados por *substancia intergranular*. O protoplasma de todas as cellulas offerece esta constituição granular; é, pois, essencial. O

granulum encontra-se por toda a parte, como particula ultima revelada pela analyse histologica; é, pois, o elemento constante do protoplasma. Só elle vive na cellula; é, pois, o seu bioblasto. Elle só e não a cellula se divide; a formula *omne granulum e granulo* deve substituir a antiga, *omnis cellula a cellula*. A theoria d'ALTMANN obteve um grande exito, porque os factos de observação sobre os quaes ella pretende apoiar-se podem ser facilmente reproduzidos, e têm sido verificados por um grande numero de autores, que, por terem visto o facto, isto é os grãos, se apressaram a adoptar a theoria. Infelizmente esta não se adequou á observação. Os factos não são para pôr em discussão; mas não authorisam a interpretação theorica que ALTMANN lhes deu, e de que muitos autores (Ehrlich, Galeotti, por exemplo) se abstiveram. É que, de facto, os granula d'ALTMANN não são bioblastos, isto é unidaes constantes e elementares da substancia viva, porque são inconstantes nas cellulas e são muito volumosos para poderem representar os elementos de estructura fundamentaes e irreductiveis do protoplasma. Será preciso dizer, por isso, com certos autores, que elles não são agentes, mas simples productos da vida cellular, e que não são senão a fórma banal e geral que tomam em qualquer cellula os productos da actividade protoplasmica? Ahi está um exagero em sentido inverso, em que é preciso não cahir, e que J. ARNOLD evitou, admittindo que os granula são elementos vivos, mas que derivam por sua vez de elementos mais sim-

ples e mais primitivos, a que chamou «plasmomas». Põe elle em evidencia esses plasmomas colorindo as cellulas vivas ou em estado de supervivencia por tinturas taes como o vermelho neutro, o azul de methyleno, etc. (methodo da coloração vital). Os granula representam de certo modo esses elementos augmentados ou aggregados, e em todo o caso diferenciados em vista de os formarem, e por outro lado funcionando como productores das substancias especiaes fabricadas pela cellula; occupam assim entre os elementos fundamentaes do protoplasma e os productos elaborados por elle uma posição intermediaria; são parcellas de substancia protoplasmica individualisadas para a producção, isto é plastidas que mais ao deante se encontrarão.

Theorias filar e reticular. ¹ — Cedo se distinguiram, no protoplasma de certas cellulas, estrias que se attribuiram á existencia de fibrillas isoladas ou anastomosadas n'uma rêde. Generalisaram-se os resultados e d'elles se fizeram as theorias filar ou reticular, segundo se admite que as fibrillas são separadas umas das outras ou reunidas n'uma rêde (fig. 7 e 9). A substancia fibrillar, mais densa, mais refringente, mais solida, recebeu os nomes de *mitoma* (substancia filar), de *reticulum* e de *spongioplasma*, emquanto que a materia interposta, mais fluida e menos refringente, foi

¹ A construcção areolar entra n'esta classe. Scientificar-se-hão dos aspectos do protoplasma pelas figuras.

designada como *paramitoma* (*substancia interfilar*) e como *enchylema* ou *hyaloplasma*.

Varios autores introduziram n'esta theoria uma modificação, que a reaproxima um pouco da precedente; viram que os filamentos que formam as fibrillas isoladas, ou antes os espaços da rêde, não são homogêneos, mas distinguiram n'elles granulos mais escuros e mais coloridos.

Fizeram-se graves criticas ás theorias filar ou reticular; entre outras a arguição insufficientemente justificada de tomar por formações normaes simples artefactos. A critica mais seria que, parece, possa dirigir-se-lhes, tanto como á

theoria granular, é de não fazerem vêr senão fórmias secundarias dos elementos fundamentaes do protoplasma; as fibrillas e as rêdes não são, como mais adeante se verá, senão partes diferenciadas e preenchendo na cellula uma função especial.

Theoria alveolar ou espumosa. — Na theoria reticular, o reticulum é completamente aberto, pois que é formado, como uma renda, de simples fios anastomosados juntos e deixando entre si malhas que communicam. Occorreu a um certo numero de histologistas que os fios podiam não ser senão o corte optico de



Fig. 9. — Espermatozoide d'*Ascaris megalocephala*, com estrutura reticular do cytoplasma: *n*, nucleo; *p*, protoplasma do cytoplasma, offerecendo uma rêde; *cr*, corpo refringente, situado na parte caudal do espermatozoide. Augmentado 1.000 vezes.

laminas mais ou menos altas, e que, por consequencia, as communicações entre as malhas deviam ser estreitas ou mesmo falharem. D'ahi as theorias da estru-

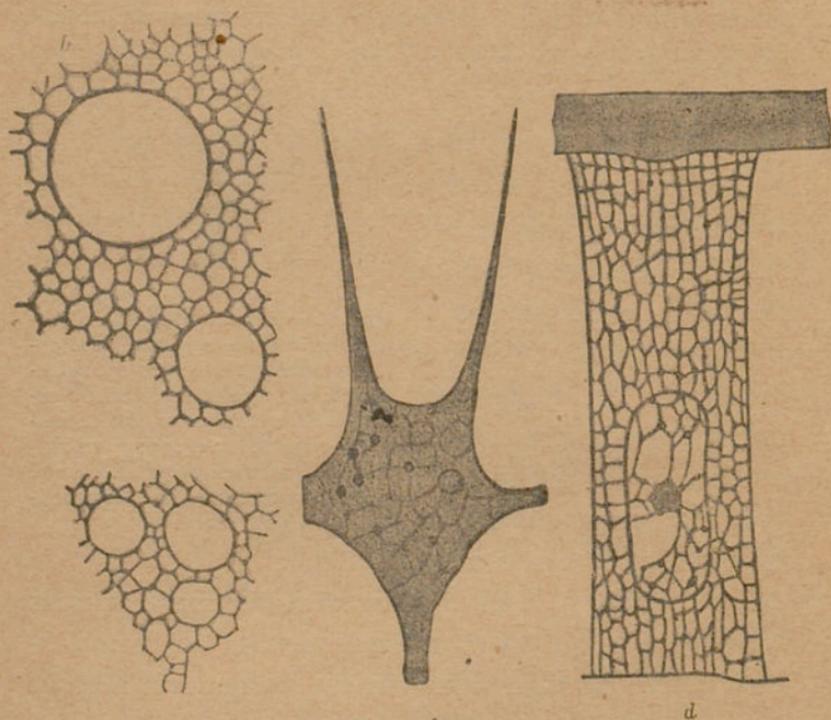


Fig. 10. — *a*, Estructura espumosa do protoplasma intra-capsular da *Thalassicola nucleata*; *b*, emulsão d'azeite e assucar de canna; *c*, estrutura do protoplasma n'uma expansão pseudopodica d'um foraminifero (*milida*); *d*, estrutura protoplasmica d'uma célula epidermica da lombriga.

ctura *areolar* ou *espherular* (KUNSTLER), *tubular* (NANSEN), *alveolar* ou *espumosa* (BÜTSCHLI). Todas têm de commum o facto de que comprehendem, em

cavidades mais ou menos fechadas e de fórmias variáveis, cujas paredes são feitas d'uma substancia relativamente compacta e densa, uma materia que é mais molle e mais fluida do que essas paredes. BÜTSCHLI procurou verificar a exactidão d'esta theoria pela observação d'uma porção d'objectos e sobretudo tentando apoiá-la em factos experimentaes exactos. Pôde, de facto, como o demonstram as gravuras annexas á sua memoria principal (fig. 10), observar a estructura alveolar do protoplasma sobre protozoarios, sobre ovos, cellulas epitheliaes, fibras nervosas, cellulas vegetaes, etc. Realisou além d'isso artificialmente a propria estructura do protoplasma, tal como a concebiam e julgavam vêr na natureza; fez um protoplasma artificial de estructura alveolar. Misturando azeite condensado a carbonato de potassa ou a chloreto de sodio de modo a formar uma pasta espessa, depois juntando uma parcella d'essa pasta a uma gota d'agua glycerinada, produziu uma emulsão oleosa, cujas gottas examinadas ao microscopio, em fortes augmentos, têm uma estructura alveolar ou espumosa de todo o ponto semelhante á que apresentam os objectos naturaes (fig. 10). Emfim, n'uma terceira ordem de factos, BÜTSCHLI estuda, n'uma obra recente que é consideravel, as partes não cellulares do organismo, os eixos corneos dos coraes, a concha chitínosa do caranguejo, a substancia intercellular das cartilagens, por exemplo, e compara-as a materias inorganicas, ao amido, a cristaes; em todos os casos, elle encontra a estructura alveolar,

e tira photographias microscopicas admiraveis de nitidez.

Numerosos autores, depois de haverem repetido com exito as observações e os ensaios de BÜTSCHLI, decidiram-se pela theoria alveolar.

Comtudo esta theoria, no terreno positivo da observação, não é inatacavel e soffreu diversas criticas fundadas. Entre outras, o exame das figuras apresentadas por BÜTSCHLI (fig. 10 e 11) não pôde convencer ninguem da realidade d'uma estrutura alveolar. Porque essas figuras não mostram senão rêdes, que BÜTSCHLI admitte serem o corte optico ou real das paredes dos alveolos; ora, é exactamente isso o que seria preciso e o que não se

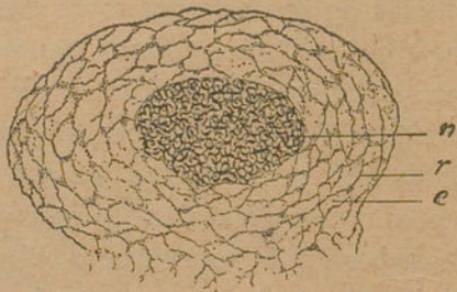


Fig. 11. — Cellula do testiculo do bicho de conta para a distincção do reticulum e do enchylema. Maceração durante 48 horas n'um liquido digestivo, artificial. O reticulum *r* persistiu; o enchylema *e* quasi desapareceu e d'elle só restam alguns granulos enroscados d'encontro ás trabéculas do reticulum; *n*, nucleo com filamento nucleiano enovelado. Augmento de 400 vezes.

pôde provar. A theoria alveolar e a theoria reticular não passam, pois, de duas interpretações differentes d'uma mesma imagem histologica.

Não é, de resto, no terreno da observação que a theoria alveolar é realmente solida. A sua solidez

vem-lhe precisamente de que, transportada além da observação histologica, para o dominio puramente physico, fica em termos de explicar «tudo o que é protoplasmatico» na cellula e dá conta da fórma como o protoplasma se comporta physicamente (RHUMBLER).

A estructura alveolar ou espumosa é a que, de facto, sob o ponto de vista physico-mathematico, torna possivel o desenvolvimento maximo da superficie entre a substancia da parede da espuma e da massa do conteúdo alveolar. Faz do protoplasma um aparelho osmotico d'um rendimento possante, em que cada alveolo funciona como uma cellula osmotica (no sentido da physica). A pequenez dos alveolos multiplica muito a extensão das superficies entre a parede e o conteúdo alveolares, dá por consequencia, n'esse aparelho microscopico que é a cellula, um valor enorme á tensão superficial, que ella introduz no microcosmos, a par das energias electrica, calorifica e outras, como uma energia nova potentissima, que quasi não tem valor e que é quasi totalmente desprezada no mundo macroscopico (OSTWALD, RHUMBLER).

A theoria alveolar ou espumosa tem a vantagem de se transportar do terreno histologico para o terreno physico, sem soffrer modificação alguma do facto da transplantação; a espuma histologica, os alveolos histologicos, tornando-se em espuma e alveolos physicos, não têm necessidade senão de ser diminuidos de dimensão. A theoria alveolar explica, pois, da mesma fórma o que vemos e o que não vemos do protoplas-

ma. D'ahi a sua superioridade sobre todas as outras.

As diversas interpretações relativas á estrutura do protoplasma: *granulada*, *fibrillar* ou *alveolar*, não são contradictorias, porque, assim como o demonstrou MR. HENNEGUY, ² apenas se constataam diferenças d'aspecto, produzidas pelas diversas soluções em que as cellulas foram observadas.

Em resumo, o protoplasma possui uma composição chimica e physica determinada; chimicamente, é um complexo albuminoide; physicamente, é um corpo de estrutura espumosa, semelhante á que resulta da mistura de dois liquidos granulados, não misciveis, e de viscosidade differente.

O estado colloidal da materia viva. — Estes caracteres puderam ser approximados dos dos colloides, e demonstraram as mais recentes observações da chimica que a materia viva se encontra no estado colloidal, e que as propriedades que d'ellas adquire são de natureza a dar-nos uma explicação, senão com-

1 A. PRENANT, P. BONIN, L. MAILLARD, *Traité d'histologie*, tom. I. *Cytologie générale et spéciale*. Schleicher frères, editores, Paris, 1904, p. 51 a 55.

2 Os liquidos empregados, osmosando-se mais ou menos fortemente com os liquidos cellulares, podem-se vêr ao microscopio differentes aspectos: granular, fibrillar, alveolar, etc.

Vêr: HENNEGUY, *Coloration du protoplasma vivant*, *Bulletin de la Société philomatique*, 1881. Vêr tambem: *Leçons sur la Cellule*, Paris, Masson, 1896.

pleta ainda, pelos menos approximativa da materia viva.

As propriedades dos colloides. — As propriedades dos colloides, pela maior parte recentemente descobertas, ¹ encontram-se todas na materia viva.

A estructura indefinidamente esponjosa caracteriza e define o estado colloidal. Um corpo é um colloide quando tem essa estructura, seja ou não coagulado, e deixa de ser um colloide quando cessa de ter essa estructura. Estas soluções colloidaes, pelo seu aspecto turvo, opalescente, e a sua faculdade de coagular, fazem lembrar bastante a agua de sabão; definem-se, pois, assim: soluções que se parecem com agua de sabão, ficando turvas como ella e como ella coaguladas pela addição d'um qualquer sal. ²

As soluções colloidaes encontram-se muitas vezes na chimica: «sabe-se por exemplo quantas vezes succede, nas operações de chimica analytica, obter-se

1 Resumimos aqui as idéas emittidas por M. JEAN PERRIN, *Mécanisme de l'électrisation de contact et solutions colloïdales*, «Journal de chimie et de physique», 1904, p. 602 a 651; 1906, p. 50-110.

2 JEAN PERRIN, *Mécanisme de l'électrisation de contact*, «Journal de chimie et de physique», 1905, p. 51. A agua de sabão, effectivamente não é *soluvel* na agua salgada. Mas a agua de sabão pode *coagular* com qualquer outro sal, e tanto mais facilmente quanto mais elevada é a valencia (*) do metal.

(*) Chama-se valencia ao numero dos atomos que pôde fixar um atomo dado.

precipitados amorphos, flocosos, que se lavam mal e atravessam os filtros sob a fórma de solução turva logo que a agua de lavagem se torna pura. Estas soluções, que se precipitam por addição d'um qualquer sal, são precisamente soluções colloidaes.» ¹

Á estructura d'estas soluções distingue-as dos liquidos fluorescentes. N'uma solução colloidal, o percurso d'um raio de luz torna-se lateralmente visível por meio da luz diffundida, sendo as particulas illuminadas por elle; enquanto que nos liquidos fluorescentes a luz, visível lateralmente e diffundida, não é polarisada.

As particulas que tornam a luz visível receberam o nome de granulos; por muito tempo não foram perceptíveis ao microscopio, porque as observavam com uma illuminação directa. Siedentopf e Zsygmondy ² descobriram-as, observando lateralmente a solução. N'estas condições, aperfeiçoadas ainda por M. M. Cotton e Mouton, ³ percebe-se em toda a solução colloidal «como um formigueiro d'estrellas brilhantes sobre um fundo relativamente escuro; estes pontos brilhantes estão em movimento incessante...» ⁴

1 JEAN PERRIN, ob. cit., p. 51.

2 M. M. SIEDENTOPF e ZSYGMONDY, *Drude's Annalen*, vol. 10.

3 M. M. COTTON e MOUTON, 1903, p. 1. *Revue générale des sciences*, 1903, t. XXIII, p. 1184, e *C. R. Acad. des Sciences*, 1903, t. I, p. 1657-1659.

4 M. JEAN PERRIN, Ob. cit. p. 55.

Estes granulos, ¹ de dimensões ultra-microscópicas, são agitados por um movimento ininterrupto, o movimento browniano, cuja irregularidade permite a diffusão segura, comquanto muito lenta, dos corpos em solução colloidal. Demais os colloides, como vimos com as materias albuminoides da substancia viva, não podem atravessar o dialysador; ² GRAHAM foi o primeiro que caracterizou (por 1860) os colloides com este duplo character: a lentidão da diffusão e a impossibilidade de atravessarem um dialysador.

As soluções colloidaes teem outra propriedade que lhes é commum com as suspensões: «os elementos que as compõem são carregados electricamente. A existencia d'esta carga electrica demonstra-se fazendo passar uma corrente na solução colloidal: constata-se então um transporte das particulas, quer no sentido positivo, quer no sentido negativo, segundo o signal da sua carga. Mas póde ser, como indicou FREUNDLICH, ³ que esta carga electrica das particulas dos colloides seja devida a uma dissociação electrolytica d'essas particulas ou de certos de seus elementos. Effectivamente, os colloides que teem um character

1 Admitte-se geralmente que as soluções colloidaes não são verdadeiras soluções: tratar-se-ia na realidade d'um systema de duas phases d'uma suspensão de particulas n'um liquido. (LÖB, *La Dynamique des Phénomènes de la Vie*, p. 75).

2 Os cristoaloides, pelo contrario, diffundem-se facilmente.

3 FREUNDLICH, *Zeitschr. f. physik-chemie*, vol. XLIV, 1903.

acido estão carregados negativamente, os que têm alcalino estão carregados positivamente. Hardy ¹ demonstrou que a albumina da clara do ovo, depois de ter sido dialysada torna-se electro-positiva, se se lhe juntar um pouco d'acido, e electro-negativa, se se lhe juntar um pouco de alcali.» ²

O liquido intergranular, nas soluções colloidaes, é sensivelmente agua pura, o que lhes dá uma conductibilidade muito fraca; porque se constata que os colloides são carregados electricamente por o contacto com a agua. Todavia sendo esta conductibilidade sensivelmente superior á da agua, julgou-se dever attribuir este facto aos desvios dos granulos provavelmente carregados. Os granulos são carregados electricamente por contacto com o liquido, desde que um campo electrico é estabelecido na preparação, e n'elle se movem.

Mas outras experiencias permittiram constatar que as soluções colloidaes pódem realizar-se em outros liquidos além da agua (na glycerina, no acido sulphurico puro, nos alcoóes methylico e ethylico), mas sempre em liquidos ionisantes.

A coagulação dos colloides é provocada por certos saes em pequenissima quantidade; vê-se formar um coagulo esponjoso; os granulos disseminados no liquido agglutinam-se uns com os outros, taes quaes,

1 HARDY, *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXVI, 1901.

2 LÆB, obr. cit., p. 76.

sem mudança notavel de composição, mas segundo o principio enunciado por Hardy e corrigido por Perrin «a coagulação é sempre consecutiva a um abai-xamento da carga dos granulos.»¹

Segundo os caracteres dados, se se examinar a es-
tructura das substancias vivas, pódem formular-se
estas observações: «*a materia viva está no estado col-
loidal, e acha-se formada por uma mistura de solu-
ções colloides realisadas na agua (ou hydrosols) e de
coagulos, mistura variavel segundo a cellula estudada,
e segundo o estadio no qual se observa essa cellula.*

A *insolubilidade* da materia viva no seio do meio
aquoso em que evolua é uma condição evidente-
mente necessaria da sua existencia, e isso corresponde
á insolubilidade reconhecida da maior parte dos col-
loides.

A *extrema divisão* d'esta materia permite, todavia,
que se prosigam reacções chimicas rapidas no seio
d'essa mistura complexa, quasi como n'uma solução
verdadeira. *Ora, a possibilidade d'esta divisão tem
sua origem na electrisação de contacto, a qual opera
constantemente como uma causa de crescimento de
superficie, portanto de deslocação.*

Emfim a presença de colloides hydrophylos im-
pede esta electrisação de ser muito sensivel a pequenas
variações da solução salina intergranular.

1 JEAN PERRIN, obr. cit. p. 87, e *passim*, p. 73 a 106.

Estas indicações são geraes. Penso que seria occasião de se ter em grande consideração a biologia da cellula, e que talvez lá se encontrasse com que esclarecer bastantes pontos escuros. Por exemplo, os biologistas observaram na cellula differentes especies de grãos, que é permittido crer homogeneos, e que, logo que passam d'um certo tamanho, se segmentam, produzindo duas metades que engrossam e se segmentam por sua vez, e assim successivamente. Tal é o caso dos differentes *leucoplastos*. Dizem mais ter observado até, no momento da karyokinese, a segmentação do *centrosomo*, e dos *chromomeros* dispostos em filas que formam os *chromosomos*.¹ Parece-me possivel attribuir taes segmentações a um crescimento da electrificação do grão, crescimento produzido por uma leve mudança do liquido em que elle está mergulhado, tornado, por exemplo, *um pouco* mais acido ou alcalino. Porque, *se uma diminuição de carga facilita a coagulação, um crescimento d'essa carga facilita a deslocação.*»²

1 Segundo *Fischer*, os *astrospheros* da divisão cellular formar-se-iam tambem por coagulação.

2 M. JEAN PERRIN, obr. cit. p. 107-108.

CAPÍTULO III

O INVOLUCRO

O involucro da cellula é constituído por uma membrana azotada, ¹ formada pela condensação do protoplasma na sua parte peripherica. A condensação encontra-se em diversos graus, derivando d'um estado quasi nullo para um estado muito nitido. Nos sêres inferiores em que o protoplasma se encontra sob a sua apparencia mais simples (nas amibas, nos leucocytos) distingue-se já todavia, uma ligeira condensação do protoplasma na peripheria. ² É uma camada hyalina, differente da massa do protoplasma que, de per si, tem uma apparencia granulosa.

A existencia d'esta membrana resulta do estudo dos pseudopodos que formam os protozoarios, e que não podem existir senão se a cellula fôr rodeada d'uma camada superficial solida.

1 A membrana azotada que constitue o involucro da cellula, tratada pelo iodo, apparece em amarello nas preparações histológicas.

2 Esta laminazinha superficial póde de resto ser extremamente delgada, como o demonstram as observações de Quincke.



RAMSDEN, ¹ recentemente, estudou de mais perto esta formação de laminazinhas superficiaes, e demonstrou a razão porque uma massa de protoplasma nua deve dar logar a este phenomeno. Ramsden tinha observado que agitando uma solução d'albumina do ovo, pôde-se determinar a sua coagulação. Mais tarde, encontrou a explicação d'este facto constatando que independentemente de qualquer evaporação, todas as soluções d'albumina formam na sua superficie livre pelliculas solidas ou muito viscosas que apparecem mais ou menos rapidamente. Se se fazem desaparecer estas pelliculas — por exemplo agitando o liquido — novas particulas veem constantemente á superficie e ahi reformam membranas. Este phenomeno é uma consequencia do principio exposto a proposito das emulsões, e segundo o qual as substancias que fazem baixar a tensão superficial d'uma solução de- vem reunir-se na sua superficie: os colloides de que se trata diminuem a tensão superficial do systema de que fazem parte.

Não seria impossivel que, em certos casos, os processos de oxydação contribuam para a formação d'estas laminazinhas.

Mas ha tambem, n'outros casos, producção de membranas solidas *ao contacto de duas soluções colloidaes*,

¹ RAMSDEN, *Arch. f. Anat. u. Physiol., Phys. Abteil.* 1894, p. 517, *Zeitschr. f. Physik. Chemie*, vol. XLVII, 1901, p. 336.

e é provavel que este processo desempenhe um grande papel em biologia. A descoberta e a verificação experimental d'este facto são devidas a MORITZ TRAUBE. TRAUBE não só descobriu as membranas de precipitação, como ainda assignalou uma propriedade physica fundamental d'essas membranas: a sua semi-permeabilidade... Se essas membranas são impermeaveis aos seus constituintes, são permeaveis para muitas outras substancias — e elle viu a importancia fundamental d'essa propriedade sob o ponto de vista biologico: «A membrana cellular, limitando a cellula sem a fechar a toda a acção de fóra, faz d'ella um pequeno laboratorio, e torna-a capaz de levar uma vida especificamente diferente da das cellulas que a rodeiam 1».

1 J. LOEB, *La Dynamique des phénomènes de la vie*, trad. franc., Paris, 1908, p. 82-83.

CAPITULO IV

O NUCLEO E O CENTROSOMO

— **O nucleo.**— O nucleo apparece no protoplasma como um corpusculo arredondado, que se differencia da substancia visinha, pelo seu poder refringente differente. Chega-se a tornal-o visivel no protoplasma, colorindo-o por meio de certas materias tinturiae: o carmim, a hematoxylina, etc. Eis como se faz a experiencia, e o que se observa:

«Se se fizer chegar á cellula uma solução de verde de methylo, o nucleo colora-se só d'uma fórmula electiva. Esta reacção colorida é característica d'uma substancia particular, contida no nucleo e chamada *chromatina nuclear*. Com um mais forte augmento, reconhece-se que a coloração verde tomada pelo nucleo não se estende a toda a massa nuclear, mas que se limita a corpos de fórmula e de numero variaveis, que se podem chamar corpos figurados do nucleo ou *caryosomas*. Vê-se ao mesmo tempo, que o nucleo se delimita em face do protoplasma por uma linha de contorno nitido, semelhante a uma membrana e chamada effectivamente *membrana nuclear*. Emfim, pôde-se descobrir no interior do campo nuclear um ou

diversos corpos arredondados brilhantes, os *nucleolos*. Chamar-se-ha *suco nuclear* a substancia fundamental molle ou muito fluida na qual estão mergulhados os corpos figurados do nucleo.

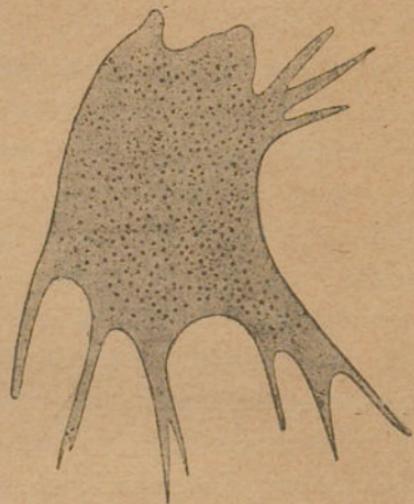
Se se tratar a cellula por um agente fixador que coagule as materias albuminoides, e se em seguida se fizer uso de reactivos córantes, revela-se no nucleo uma estructura complicada. ¹

A sua composição chimica. — A composição chimica do nucleo é sensivelmente a mesma que a do protoplasma: como para o protoplasma, a estructura do nucleo não é homogenea; apresenta tambem os mesmos aspectos *esponjosos* ou *reticulados*. O liquido que se encontra nas malhas da rêde — o suco nuclear — é chamado *substancia achromatica*, porque não se deixa impregnar por certas materias córantes, de que elementos fibrillares; por contraposição, se mostram muito avidos, o que lhes valeu o nome de *substancias chromaticas*. Estas fibrillas entrecruzando-se um grande numero de vezes, concorrem para dar um aspecto mais denso ao nucleo. No nucleo, é pois o filamento que toma côr mas esse mesmo, á observação, apparece formado de pequenos grãos dispostos em fórmula de ro-

¹ A. PRENANT, P. BONNIN, L. MAILLARD, *Traité d'histologie*, tomo I, *Cytologie générale et spéciale*. Schleicher frères, edit. Paris, 1904, p. 112.

sario que tem affinidade para as materias córantes. São pois elles, em ultima analyse, que tomam a côr.

Fórmãs e funcções do nucleó. — Como a cellula, em geral, o nucleó tem fórmãs muito variaveis, segundo a especie cellular a que pertence; e tambem segundo o grau d'actividade da cellula. Mais ordinariamente o nucleó apresenta-se no centro d'uma massa protoplasmica diffusa com uma fórma mais ou menos arredondada (vêr, por exemplo, as fig. 1, 4 e 5). Este typo encontra-se na maior parte das cellulas de vida livre, e nas cellulas dos tecidos do reino animal e vegetal. Umas



vezes esse nucleó (relativamente pequeno) está rodeado d'uma

Fig. 12. — *Pelomyxa pallida*. Rhoziopode de substancia nuclear finamente dividida.

massa abundante de protoplasma (foraminiferos), e outras apresenta uma massa abundante com uma minima quantidade de protoplasma (espermatozoides).

Em outros casos, o das cellulas polynucleadas (fig. 12), o organismo pode possuir um numero considera-

vel de nucleos, espalhados no protoplasma como uma fina poeira.

O nucleo parece ter na cellula funcções importantes: é elle que desempenha o principal papel na repro-



Fig. 13. — *Stentor-Roeselii*, infusorio em forma de trombeta *A*, cortada atravez; *B* e *C*, os dois fragmentos regeneraram individuos completos. A massa clara, erguida ao alto no interior do infusorio, representa o nucleo.

ducção, na fecundação, na conjugação, etc.... Os phenomenos de karyokinése de que é o centro, são do mais vivo interesse. É elle que, com o mesmo titulo que o protoplasma, acondiciona a vida na cellula; tem-se observado de facto, nas experiencias chamadas de

merotomia, que toda a cellula anucleada não podia viver, em quanto que toda a cellula truncada, contendo ainda o nucleo, podia recuperar as suas fórmulas específicas e sobreviver.

Se, por exemplo, se cortar uma Amiba de tal fórma que uma das partes possua sómente um nucleo, esta continua a viver, enquanto que a parte desprovida de nucleo morre. O pedaço vivo, se bem que truncado, não se distingue da amiba completa e d'ella conserva todos os caracteres específicos.

Se se dividir um *Stentor*, de tal sorte que, sobre as suas quatro partes, duas pelo menos possuam um pedaço do seu longo nucleo em fórma de rosario, assiste-se a phenomenos semelhantes aos do caso precedente (fig. 13). Os dois fragmentos desprovidos de nucleo destroem-se, os outros dois que continuam a viver recuperam, depois das etapas successivas, a vida do stentor ordinario, e os artigos do nucleo, depois d'uma união espheróide, segmentam-se n'um numero d'anneis que se quizer. Póde-se pois concluir d'aqui, que aonde o colloide se mantiver, impõe ao conjuncto do corpo a sua fórma geometrica.

Este facto observa-se com todos os Protozoarios, excepção feita d'um caso só, o da *Paramecia*: dividida em fragmentos, o bocado privado de nucleo morre, o que o tem vive, mas o animal fica truncado, porque n'elle, observa-se um elemento a mais do que nos monocellulares precedentes: é o esqueleto. Ora, todo o ser segue a fórma do esqueleto já existente.

D'um modo geral o nucleo reage a seu modo contra os excitantes e essas reacções asseguram a conservação da especie celular, pela descendencia dada á cellula mãe. É assim que as funcções dos dois ele-



Fig. 14. — Divisão e expulsão do centrosomo no nucleo das cellulas seminaes do *Ascaris megalocephala*. Em cima duas filas d'estados successivos do nucleo (*n*, nucleolo; *c*, centrosomo). Em baixo, duas cellulas seminaes depois da sahida do centrosomo fóra do nucleo.

mentos essenciaes da cellula parecem oppôr-se; o protoplasma, por meio de movimentos internos ou externos (pseudopodos), reage contra o meio exterior, enquanto que o nucleo tem por papel assegurar a con-

tinuidade do individuo por sua descendencia. É preciso deixarmo-nos de schematizar com excesso estas duas funcções, e corrigir o que a expressão: se oppõem, tem de absoluto, — porque o nucleo e o protoplasma estão em relações d'estreita dependencia. Se, effectivamente o nucleo representa a criação nutritiva no que ella tem de mais aperfeiçoado: a geração, emquanto que o protoplasma representa o dispendio energetico no que elle tem de mais manifesto: o movimento exterior, é preciso não esquecer que são aspectos differentes do cyclo vital, mas não phenomenos isolaveis. São bem caracterizados ambos pela continuidade d'esse cyclo sem cessar renascente. ¹

O centrosomo. — Uma cellula examinada em fortes augmentos revela ainda, a mais do protoplasma e do nucleo, diversos elementos. Quiz-se ver ² n'um d'elles, o *centrosomo* ou *corpusculo polar*, um terceiro elemento fundamental da cellula. Mas além de que parece não existir n'um grande numero de cellulas, é d'uma dimensão tão minima que não se pôde estudar facilmente. Não se manifesta verdadeiramente senão no momento da divissão cellular em que o protoplasma se dispõe em fórma de raios em volta d'elle (fig. 14).

Este organismo tão simples na apparencia: a cellula, apparece-nos depois da analyse dos seus elemen-

¹ Vêr MORAT in : *Traité de Physiologie* de Morat et Doyon.

tos, como um ser muito complexo, tendo uma physiologia delicada e funcções tão aperfeiçoadas que certos sabios, JENNINGS, ¹ por exemplo, puderam ser levados a vêr nos actos d'esses sêres microscopicos, uma actividade voluntaria, um embrião de consciencia.

Um estudo circunstanciado dos sêres monocellulares informar-nos-ha, no seguinte capitulo, ácerca da natureza d'estes factos.

¹ VAN BENEDEN, FLEMING, SOLGER, HEIDENHAIN.

LIVRO SEGUNDO

Os caracteres communs dos sêres vivos

Com a maior parte dos biologistas daremos como caracteres communs aos sêres vivos: 1.º a constituição chimica que lhes é propria; 2.º a unidade morphologica, isto é a unidade essencial da sua fôrma, que de resto é um resultado do primeiro caracter; 3.º a irritabilidade e o movimento; 4.º o crescimento sob as suas diversas fôrmas: *a)* nutrição, *b)* reproducção; 5.º o caracter evolutivo.

Vamos estudar successivamente estes diversos caracteres com a ajuda dos quaes nos ha-de ser possivel definir a vida. Mas, para os dois primeiros, bastar-nos-ha fazer uma simples resenha, porque a composição chimica e a unidade morphologica fôram estudadas tão completamente quanto possivel nos capitulos consagrados á cellula.

CAPÍTULO PRIMEIRO

A CONSTITUIÇÃO CHIMICA DA MATERIA VIVA

Um dos caracteres essenciaes dos sêres vivos é a sua unidade de constituição chimica. A materia viva é, effectivamente, composta d'uma substancia chamada *protoplasma* que apresenta em todos os organismos vivos uma analogia fundamental de composição. É uma mistura de substancias albuminoides, d'hydratos de carbonio e de gorduras. O facto sobre o qual é preciso insistir é que os albuminoides se encontram em todos os corpos vivos e faltam em todos os corpos inorganicos.

Esta composição chimica da materia viva condiciona em si uma propriedade essencial: a de reagir d'uma maneira *una e homogenea*. «A disposição das suas moleculas constituintes é regida pelas leis que regem as misturas chemicas, porque o protoplasma em suas reacções em face das influencias exteriores comporta-se como um complexo chimico completo, como uma materia homogenea e una.» ¹

1 PRENANT, *Traité d'Histologie*, p. 19-20.

CAPÍTULO II

A UNIDADE MORPHOLOGICA

O segundo character dos sêres vivos é a sua organização; encontra-se d'uma maneira sensivelmente constante em todos os graus da escala dos sêres. Esta *unidade morphologica* é o resultado da *unidade chimica*.

Estudos cada vez mais minuciosamente investigados, em grande parte coadjuvados pelo uso do microscopio, permittiram reduzir todos os sêres vivos a um complexo d'elementos simples: as cellulas. É na cellula que podemos conhecer a fórma elementar da vida.

Effectivamente todo o ser não é outra coisa senão uma cellula (os sêres monocellulares) ou senão um agregado de cellulas (os sêres pluricellulares); cada cellula compõe-se de protoplasma e d'um nucleo, e os *phenomenos da vida não se observam e não se mantem senão n'uma tal organização*. É o que já demonstramos com mais minudencias no nosso estudo da cellula, no primeiro livro d'este trabalho.

CAPÍTULO III

A IRRITABILIDADE E O MOVIMENTO

A irritabilidade. — Definição provisoria. — Chama-se *irritabilidade*, a propriedade que possui a *materia viva de responder ás excitações*. Assim definida, poder-se-ia estender a irritabilidade á materia bruta considerando que toda a acção exercida na materia faz-lhe soffrer transformações. Mas estudando de mais perto este phenomeno, vamos encontrar um character mais especial que completará a nossa definição, distinguindo sempre as reacções da materia viva das da materia bruta.

Sua importancia. — As diversas funcções dos animaes pódem reduzir-se a factos de irritabilidade; todos os seus actos, effectivamente, são determinados por excitantes; as nossas sensações, a nossa sensibilidade, tão complexas, tão differenciadas de per si, tem a sua origem n'essa propriedade geral da materia viva. ¹

1 VERWORN, *Physiologie générale*, p. 387.

Os irritantes. — Definiu-se d'esta maneira o *excitante*: «Toda a modificação dos factores exteriores que operam sobre um organismo.»¹ No estado actual da evolução, podemos distinguir duas categorias d'excitantes: os excitantes geraes, que têm uma acção sobre todos os tecidos; taes são os abalos mechanicos, as descargas electricas, e os excitantes especiaes que não affectam senão certas cellulas; taes são, por exemplo, a luz que não impressiona senão os bastonetes e os cônes da retina, e os sons que não operam senão sobre as membranas papillares do ouvido.

Uma tal differenciação, que implica, não sómente órgãos dos sentidos especializados, mas todo um systema de centralisação: o *systema nervoso*, é o confiante d'uma longa evolução. Desde o ser mais inferior da escala animal, entre os sêres monocellulares, todas as excitações são recebidas da mesma maneira, facto que prova bem que a irritabilidade é uma propriedade fundamental da materia viva; a especialisação não se faz senão progressivamente.

Fórmias da resposta. — O sêr vivo reage ao ataque d'uma excitação conveniente. A reacção mais geral é um movimento mecanico: a *contractão*. Sob uma

1 A descoberta da irritabilidade da materia viva e a sua primeira analyse são devidas a GLISSON.

acção apropriada uma amiba, por exemplo, contrae-se (fig. 15) e então reveste uma fôrma espherica; cellulas musculares que, excitadas pela acção nervosa, se contraem, cumprem um acto da mesma natureza, mas como são o resultado d'uma differenciação ana-

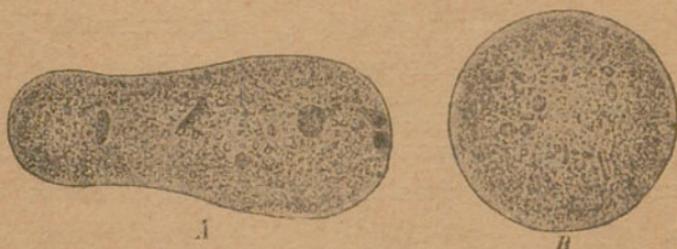


Fig. 15. — *Peloxyma palustris*: A, não excitada e rastejando tranquillamente: B, excitada e contrahida.

tomica e funcional muito desenvolvida, a sua resposta toma um aspecto differente. Não podemos dar a escala das reacções desde as dos sêres monocellulares, até ás reacções intellectuaes, ¹ bastar-nos-ha indicar algumas fôrmas de reacções entre as que pertencem a todos os organismos, do mais simples ao mais evolucionado.

Limite da irritabilidade. — Existe uma relação de quantidade entre o excitante e o effeito produzido. Uma excitação de fraca intensidade pode não ter effei-

¹ Isto está exposto minuciosamente no volume do auctor, *La Pensée et les phénomènes de conscience*.

to algum sobre a materia viva; mas se se augmentar a sua força, ver-se-ha a resposta apparecer, crescer, attingir um maximo d'intensidade, depois diminuir ou mesmo cessar de se manifestar, ainda que a excitação augmente sempre.

Esta observação pode ser feita sobre tecidos muito diferenciados dos mammiferos, assim como sobre os sêres mais inferiores. N'estes ultimos, as *Bacterias* e os *Infusorios* por exemplo, observa-se um facto especial: a resposta pode tornar-se inversa. Os exemplos que vão seguir-se melhor farão comprehender estes phenomenos, porque vamos fallar das fórmás elementares da resposta da materia viva aos excitantes e ver-se-ha que n'estas fórmás se notam grandes analogias com as reacções complexas dos sêres elevados em organização.

Tropismos ou tactismos. — Estas diversas respostas particulares receberam o nome de *tropismos* ou *tactismos*.¹ Ha tantas taxias como excitantes, d'ahi os nomes particulares de: *thermotaxia*, de *chimiota-xia*, de *galvanotaxia*, d'*heliotaxia*, etc....

¹ Para o estudo desta questão particularmente interessante, mas que não póde entrar em toda a sua minudencia, nos limites restrictos do presente volume, reportar-se a VERWORN: *Physiologie générale*, p. 385 a 524, e particularmente a LÖEB, *da dynamique des Phénomènes de la Vie*, Paris, Alcan, 1908, p. 203 a 293 e H. S. JENNINGS, *The Behavior of the Lower organisms* (O comportamento dos organismos inferiores), I vol. 366 p. New York, Mac Millan, 1906.

Estas reacções podem tomar dois aspectos diferentes. São *positivas*, quando ha attracção do individuo pelo excitante; negativas, quando o excitante repelle o individuo.

Um mesmo organismo pode reagir das duas maneiras, pois que, assim como deixamos indicado: quando o excitante passa além d'um certo limite d'intensidade a resposta torna-se inversa do que era normalmente.

A *chimiotaxia*. — Entende-se por *chimiotaxia*, o

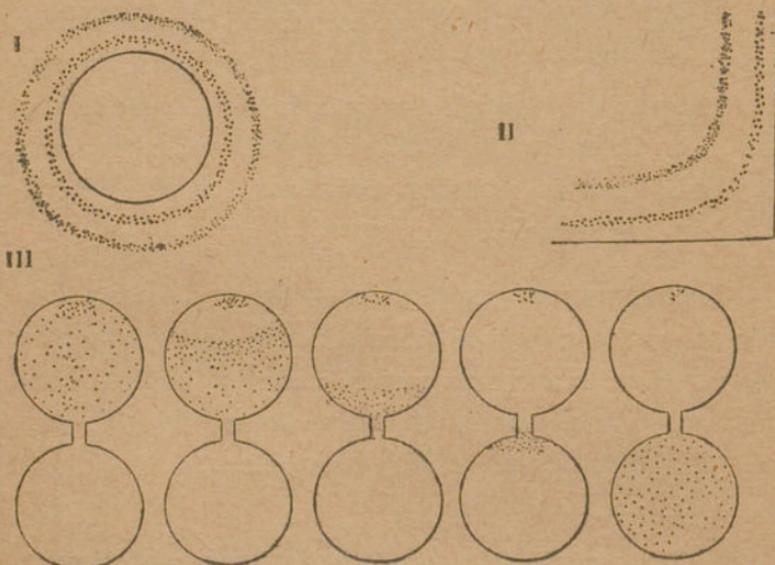


Fig. 16. — Chimiotaxia das bacterias e infusorios: I. Bôlha d'ar sob a campanula, rodeada de duas zonas, a mais approximada das quaes é composta d'*Anophrys*, e a outra, a mais afastada, de *Spirillos*. II. Bordos da lamina, com as mesmas zonas d'*Anophrys* e de *Spirillos*. III. Duas gotas d'agua reunidas uma á outra n'um ponto de circumferencia. Na gota superior encontra-se chloreto de sodio. Os *Anophrys* que ella contém emigram para a gota d'agua pura á medida que o sal se váe dissolvendo.

phenomeno em virtude do qual os organismos activos

submettidos á influencia d'um excitante chimico dirigem-se para a origem de excitação ou d'ella se afastam.

Explicaremos este phenomeno com a ajuda d'um exemplo tomado nas Bacterias e nos Infusorios. N'um liquido que contenha bacterias, introduz-se uma pequena bolha d'oxygenio que se difunde em parte



Fig. 17.—Dois ovulos d'uma planta, rodeados d'um enxame de espermatozoides.

no liquido. As bacterias, attrahidas pelo oxygenio, penetram nas zonas successivas, cada vez mais cheias d'oxygenio. N'um momento dado, ellas param, e formam em volta da bolha um circulo que não ultrapassam; este circulo representa o estado d'attracção optimo (fig. 16, I, II, III).

Este optimo varia com as especies. ¹ Pode-se ava-

¹ J. MASSART. *Recherches sur les organismes inférieurs*. Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3.^e serie, tom. XXII, 1891.

liar examinando a figura I, II; a bolha d'ar poisada na lamella do microscopio está rodeada por duas zonas; a primeira e a mais approximada é composta d'*Anophrys*, a outra mais afastada de *Spirillos* (I). Na figura III, notam-se duas gotas d'agua, reunidas uma á outra n'um ponto da sua circumferencia; na gotta superior em que se encontram os *Anophrys* deita-se chloreto de sodio; á medida que o sal se dissolve, os *Anophrys* emigram para a gotta d'agua pura superior.

É a phenomenos d'este genero que é preciso ligar a acção dos leucocytos, absorvendo uma bacteria de carbúnculo, ou ainda a attracção dos espermatozoides para o ovulo, o que determina a fecundação (fig. 17).¹ As bellas e methodicas investigações de PFEFFER sobre a chimiotaxia estreiaram-se com o exame dos antherozoides dos fétos, nos quaes apparecem relações chimiotacticas com o ovulo,² que elle estendeu em seguida ás bacterias, aos infusorios, e a outras especies.

A Barotaxia.— A *barotaxia* é a reacção motora das mudanças de pressão do meio; e reuniu-se sob o

1 Foi por factos tão simples como este que alguns auctores relacionaram a origem do instincto sexual, e consequentemente do amor. Vêr JOANNY ROUX. *Psychologie de l'instinct sexuel*, p. 27.

2 Estas relações têm suas analogias em quasi toda a natureza viva e representam uma condição indispensavel para a fecundação do ovulo pelo espermatozoide entre os animaes e as plantas (*Verworn, Physiologie générale*, pag. 480-483).

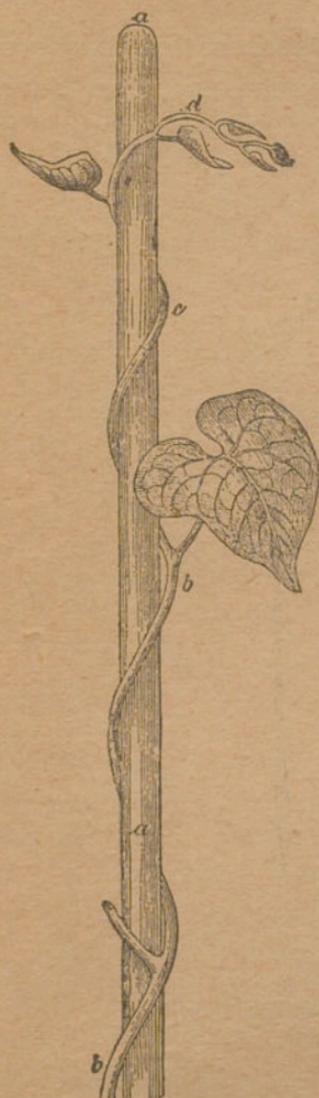


Fig. 18. — Thigmotaxia positiva d'uma planta; a, estaca; b, b, c, d, haste que se enrola em volta da estaca.

nome de *thigmotaxia* as reacções que se produzem por contacto mais ou menos forte da substancia viva com os corpos solidos. O contacto póde attrahir o protoplasma (tal é o caso da planta enrolando-se em volta da estaca) (fig. 18), mas attingida a intensidade maxima da excitação, o sêr vivo reage negativamente, isto é, afasta-se do excitante (fig. 19).

Certos animaes teem a propriedade de se mover em sentido inverso da corrente, quando se põem em contacto com ella (*rheotaxia*.) Graças a essa propriedade é que os espermatozoides do homem pódem tomar o caminho que os conduz ao ovulo.

Emfim a differença de pressão que existe entre dois pontos de altura differente faz com que certos

organismos se deslocam e se movem dirigindo o seu grande eixo n'um sentido determinado, com relação ao centro da terra (*geotaxia*). É a uma acção d'este

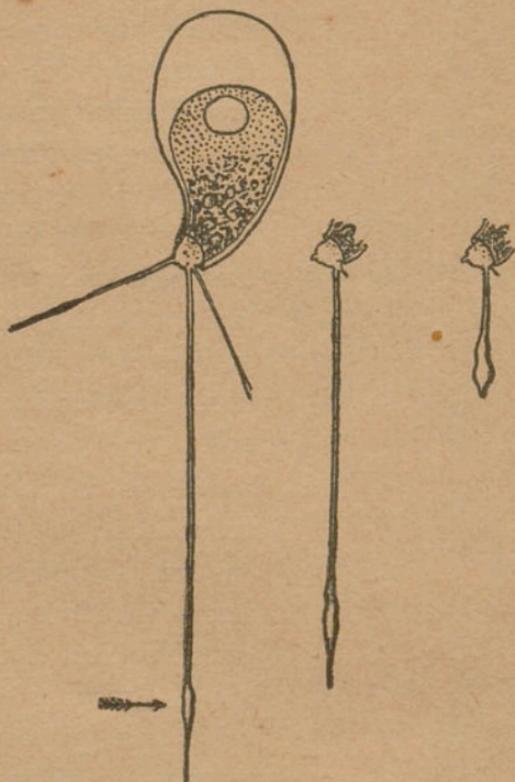


Fig. 19. — Cyphoderia, com pseudopodos em extensão. Excitado em \rightarrow . O protoplasma retira-se e afasta-se do ponto irritado.

genero que é devida a direcção das raizes das plantas dirigidas para o centro da terra (*geotaxia positiva*) ou a de hastes em sentido inverso (*geotaxia nega-*

tiva), ou a dos ramos e das folhas paralelas á superficie do solo (geotaxia transversal).

A phototaxia. — A excitação luminosa produz tambem nos organismos effeitos de direcção de movimentos muito pronunciados. As plantas, os animaes

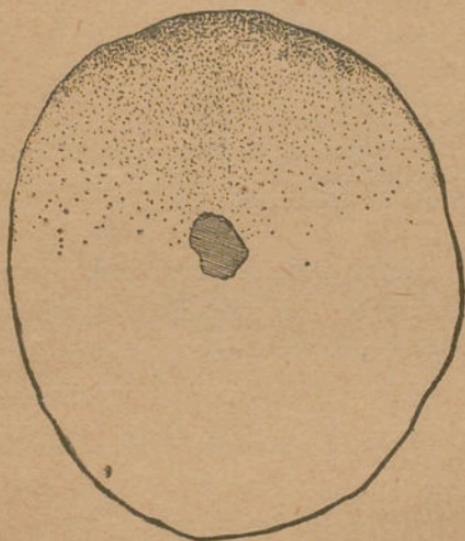


Fig. 20. — Phototaxia das diatomadas. No meio d'uma gota d'agua encontra-se uma parcella de lodo que, desde principio, estava guarnecida com uma camada espessa de diatomadas. Estas transportaram-se todas para a borda da gotta que está voltada para a luz.

são attrahidos pelos raios luminosos; se n'um lugar escuro, mas aonde todavia, passar um raio de luz, se collocar uma planta, ver-se-ha que ella se orienta crescendo na direcção d'esse raio de luz. Quando no cen-

tro d'uma gotta d'agua se encontrar uma parcella de lodo guarnecida de *diatomadas*, notar-se-ha logo que estas se deslocam e vão collocar-se na borda da gotta que está virada para a luz. (fig. 20). Certas algas que se movem nos fundos dos mares com a ajuda d'um

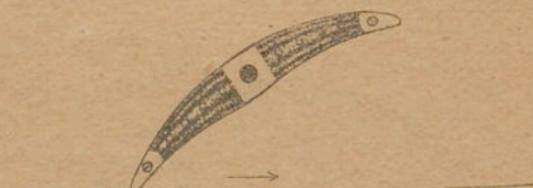


Fig. 21. — Prototaxia do *Closterium*. A luz vem da direita. A flecha indica a direcção de deslocamento do *Closterium*.

filamento que segregam, dispõem o seu eixo longitudinal parallelamente á incidencia dos raios luminosos (fig. 21) e deslisam ou para a origem luminosa, ou em sentido contrario, segundo a intensidade da luz. Apresentam, pois, uma phototaxia positiva e negativa.

A thermotaxia. — Tambem o calor, segundo o seu grau d'intensidade, attrahe ou repelle certos organismos. Se se aquecer até á temperatura de 24, 28 graus, uma cuveta d'ebonite em que se encontre um grande numero de *Paramecias*, vê-se que ellas se transportam todas, em enxame, na direcção do lado mais frio.

A galvanotaxia. — A corrente galvanica é uma origem d'excitações própria para exercer acções dire-

ctoras de movimento. *Paramecias* collocadas n'um liquido homogeneo atravessado por uma corrente electrica deslocam-se no sentido da corrente, isto é do polo positivo ou anodo, em direcção do polo negativo ou cathodo (fig. 22). Este phenomeno esclarece-nos ácerca do mecanismo do movimento entre os sêres

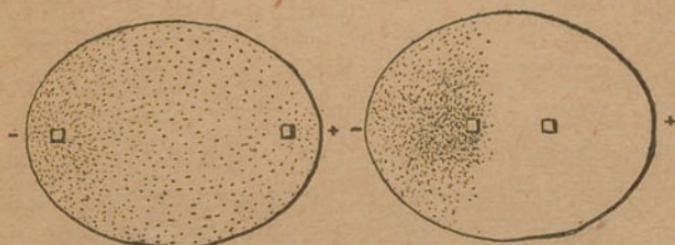


Fig. 22. — Curvas do movimento galvanotactico das *Paramecias*, por applicação d'electrodes ponteagudos n'uma gotta d'agua; A, começo do movimento; B, accumulção das *Paramecias* no pólo negativo.

inferiores, pois que podemos observar que a *Amiba*, por exemplo, segue em seus movimentos de reptação a direcção da corrente (fig. 23).

Esta questão dos tropismos que tivemos de expôr summariamente, apresenta um interesse enorme; o seu estudo leva logicamente a formular-se o problema da origem da consciencia.

Segundo as suas interpretações pessoaes ácerca d'estes phenomenos, os diversos autores tem-lhes dado soluções differentes. M. H. S. JENNINGS,¹ por

1 H. S. JENNINGS, *The Behavior of the Lower organisms*

exemplo, julga encontrar o germen da consciencia nos actos de taxismo dos sêres mais inferiores, enquanto que M. J. LÆB¹ não vê nos sêres vivos senão *machinas chemicas*.

Alguns dos phenomenos d'irritabilidade systematisada, que acabamos d'expôr e que demonstram uma das propriedades essenciaes dos sêres vivos, tendem a provar, como as outras funcções vitaes, que o *organismo é um transformador d'energia*. Para conceber assim o papel dos taxismos, é mistér não encarar este phenomeno isoladamente, mas o cyclo dos phenomenos ao qual é submettido o organismo que reage assim. Os movimentos do ser vivo são devidos á reserva d'energia potencial que accumulou graças á absorpção das substancias nutritivas; mas esta propria absorpção só pelos taxismos é que se tornou possivel. Os factos vitaes estão n'uma dependencia tão estreita que não se póde determinar aquelle que é um facto de inicio; os phenomenos da vida apresentam-se, pois, bem sob

(O comportamento dos organismos inferiores), Mac Millan, 1906, Nova York.

Poder-se-ha ler um relatorio minucioso deste trabalho no artigo de M. LALOY, *La Théorie des Tropismes (Revue scientifique, 1906, II, p. 490, 497)*. Mas convém notar que Mr. Laloy, que é finalista, utiliza os trabalhos de Jennings para apoiar uma theoria que lhe é cara. Encontrar-se-ha n'essa mesma revista (p. 498-500) um relatorio de M. HENRI PIÉRON que põe as coisas no verdadeiro ponto.

1 LÆB, *La dynamique des phénomènes de la vie*, Alcan, 1908.

a fôrma d'um cyclo em que se distinguem sómente estados diversos que se acondicionam uns com os outros. Se se comparar o dispendio d'energia potencial accumulada no organismo á descarga electrica d'uma garrafa de Leyde, descobre-se o caracter distinctivo dos dois mecanismos. A garrafa de Leyde, sob a influencia d'um excitante exterior, despende, em condições fixas, a sua energia potencial; sob a acção egual-

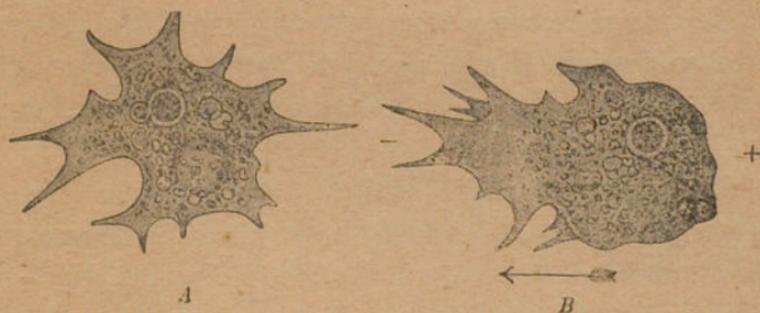


Fig. 23. — Galvanotaxia do *Amoeba diffluens*: A. *Amoeba diffluens* não excitado e rasteiro; B, depois de fechada a corrente constante. A flecha indica a direcção do movimento de reptação.

mente d'um excitante, o ser vivo despende a sua energia, mas as condições do seu movimento são variadas e complicadas por outra fôrma que não as da descarga electrica; a fôrma da resposta não é fixa e certa, e a prova de que o sêr vivo póde variar a sua resposta, é que se verifica a sua faculdade de adaptação. Póde-se modificar sob a influencia das condições exteriores desfavoráveis, de maneira a sustentar a lueta com mais probabilidades de exito, emquanto que a materia bruta

não dá em condições identicas senão reacções identicas. Esta observação é ainda mais caracterizada examinando-se os sêres superiores; as suas adaptações testemunham muitas vezes uma tal perfeição, que fôram levados a attribuir-lhe uma causa extra-natural; quiz-se vêr na consciencia um phenomeno á parte, sem relação possivel com a materia; ensina-nos a biologia, ao encontro d'essa theoria, que os phenomenos elementares deram origem a estes phenomenos complexos, e que se a consciencia apparece como um facto novo no decurso da evolução, nem por isso tem menos a sua raiz nas fórmulas primarias da irritabilidade.

Definição da irritabilidade. — Sômos assim levados a precisar a definição que no principio deramos, da irritabilidade da materia viva, e a dizer: *a irritabilidade é a propriedade que tem a materia viva de reagir ás acções exteriores e internas, no sentido que parece ser-lhe favoravel.* Seria preciso não vêr na definição assim dada uma tendencia finalista. O caracter d'utilidade da reacção, não é nem a causa, nem o fim dos movimentos do organismo.

A apparencia d'utilidade da reacção provém da adaptação das respostas. Porque, assim como já temos constatado, a materia viva tem, entre os seus caracteres essenciaes, o de evolucionar; está em perpetuo movimento progressivo, e evoluciona com uma rapidez que não constatamos na materia bruta. A sua constituição chimica particular, a sua instabilidade

molecular, permitem-lhe transformar-se sem cessar. Instavel por natureza, amolda-se com os excitantes sem os destruir; ou antes, no estado actual das nossas observações, não damos por ella senão nos estados em que resistiu ás condições exteriores; cada vez que não póde adaptar-se a certas excitações, eliminou-se. As irritações a que ella se adaptou parecem-nos assim ser-lhe favoraveis e uteis. Parecem escolhidas para o sêr vivo quando não são senão supportadas — e que só sobreviveram os sêres que puderam supportal-as adaptando-se-lhes. Não podemos, no momento actual, conceber estas noções senão por um esforço de inducção, porque a materia viva tal qual a conhecemos adquiriu, em consequencia da hereditariedade, uma quantidade enorme de adaptações.

Como a explicação da irritabilidade nos é fornecida por uma outra parte do cyclo vital: a armazenagem e o dispendio d'energia, vamos estudar agora como é que se operam as permutas d'energia no sêr vivo.

CAPITULO IV

AS PERMUTAS D'ENERGIA

A energia no organismo. — A força ou a energia representa na linguagem scientifica a causa do movimento. Não conhecemos senão o termo ultimo do cyclo energetico no organismo vivo; sabe-se, de facto, que a energia alli se realisou sob a fôrma *potencial* (ou *força de tensão*) pela absorpção dos alimentos, e que d'ella resulta sob a fôrma de actividade vital, isto é de *energia actual* (ou *energia cinetica*, ou *força viva*) que se despende.

Quando um animal se move, gasta uma certa quantidade d'energia (*energia cinetica*) que tinha armazenada n'elle por meio do seu alimento, no qual ella estava reunida sob a fôrma *d'energia potencial*. O organismo d'este animal transformou pois energia potencial em energia actual.

O movimento no sêr vivo. — A manifestação da energia que mais nos é familiar, é o movimento ou energia mechanica. Todo o sêr vivo se move, isto é que os diversos pontos do seu systema material modificam a sua posição no espaço.

Esta modificação póde produzir-se quer d'uma maneira activa, isto é, por meio da acção propria do sêr, quer d'uma maneira passiva, quando a causa reside fóra da parte deslocada. Os movimentos passivos não exprimem os phenomenos vitaes da substancia viva, são, pois, completamente differentes d'aquelles que teremos que estudar. O movimento do sangue, que tem a sua causa nas pulsações cardíacas, póde ser um acto passivo, porque o sangue não é de per si o seu proprio motor. Eguaes movimentos se observam nos sêres monocellulares. Nos *pseudopodos* filiformes de certas especies marinhas, nota-se, effectivamente, uma *corrente granular* formada pelas granulações que o liquido do protoplasma flue e reflue. Taes são tambem os *movimentos brownianos* dos granulos da alga *Closterium* (fig. 24) analogos aos das pequenas particulas em suspensão n'um liquido.

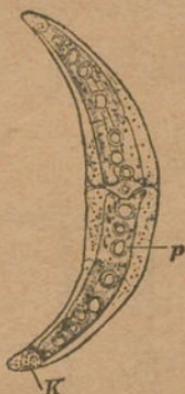


Fig. 24. — Movimento molecular ou browniano. *Closterium*. Nos vacuolos *k*, situados nas duas extremidades do corpo celular, encontram-se numerosos granulos, animados d'um vivo movimento molecular.

Os movimentos por enchimento das paredes cellulares. — São os movimentos que resultam da

atração da agua pelas moléculas seccas d'um corpo. Observam-se sobretudo nas plantas, e em particular, nas plantas chamadas revivescentes, como as *rosas de Jericó* e a *Selaginella*, que, no estado de completa dissecação, pôdem conservar-se annos, até que ao contacto da agua, desabrocham de novo, por enchimento.

Movimentos por modificação do turgor cellular.

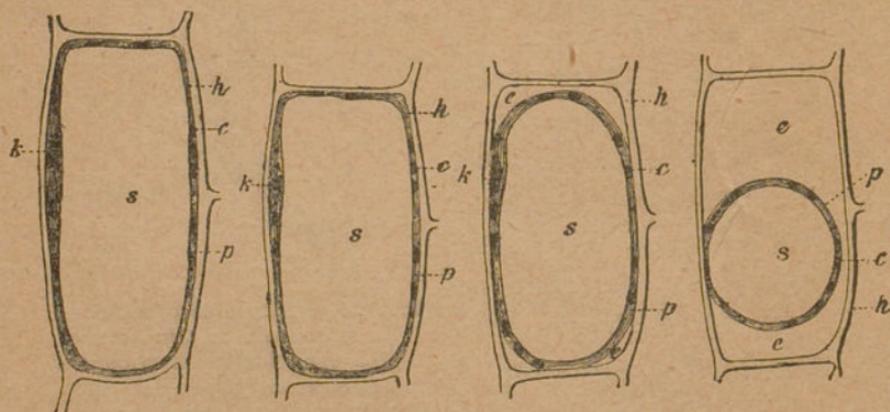


Fig. 25. — Schéma do turgor cellular d'uma cellula vegetal: *h*, membrana cellular; *p*, utrículo primordial; *k*, núcleo; *c*, corpos chlorophyllianos; *s*, succo cellular; *e*, solução salina que penetra na cellula. Em A, a cellula está em plena turgescencia, o utrículo primordial está junto á membrana cellular. Em B, o turgor diminuiu sob a acção da solução salina, a cellula tornou-se mais pequena, mas o utrículo primordial está ainda junto á membrana cellular. Em C, o turgor diminuiu ainda, o utrículo primordial começa a destacar-se do involucro da cellula, que attingiu a sua dimensão mais fraca. Em D, o utrículo primordial retrahiu-se completamente, porque a acção osmotica da solução salina (a) attingiu o seu mais alto valor.

— Estes movimentos, chamados de *turgescencia*, supõem, sem reserva, a integridade da vida no objecto

em que se manifestam. Aham-se muito espalhados no reino vegetal. A cellula vegetal em fórma de capsula é formada interiormente d'uma fina camada de protoplasma ou *utriculo primordial* que encerra o liquido ou *succo* cellular. Nos phenomenos de osmose, o utriculo deve distender-se de dentro para fóra, e esta tensão que se exerce na parede elastica de cellulose, é o *turgor* da cellula. O resultado d'isso é uma contracção ou uma extensão do utriculo primordial (fig. 25).

Um dos exemplos mais conhecidos do movimento de turgescencia cellular é o da sensitiva (*mimosa pudica*) que, durante o dia, e no *estado de vigilia*, abre e desenrola as folhas, emquanto que de noite, no *estado de somno*, conserva-as enroladas. Sob a acção d'um choque, no estado de vigilia, as folhas tomam de repente a sua posição de somno.

Movimentos por modificação do peso especifico.

— Certos animaes marinhos são dotados da faculdade de subirem ou descerem lentamente na agua, sem a ajuda de nenhum orgão de locomoção. N'este caso, sendo o protoplasma um pouco mais denso que a agua, os animaes deveriam, pois, permanecer nas profundidades. Mas, esses animaes associam-se substancias menos densas que a agua. É assim que certos rhizopodos, as *Arcellas* e as *Diffflugias*, que vivem nos fundos putridos dos pégos e dos charcos, desenvolvem em seu corpo protoplasmico uma bôlha d'acido car-

bonico. Eis um curioso caso, relatado por Verworn, que devemos citar textualmente, porque demonstra ao vivo o processo mecanico d'estes phenomenos.

«Eis como se opéra a ascensão e a descida dos Ra-

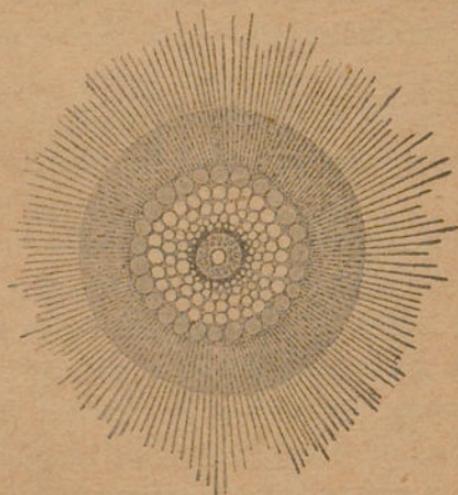


Fig. 26. — *Thalassicola nucleata*, radiolario de forma espherica, visto em corte transversal. A meio da capsula central, rodeada de pigmento negro, encontra-se o nucleo vesiculoso. A capsula central está rodeada d'uma camada vacuolar envolvida n'uma zona gelatinosa, e envia atravez d'esta ultima pseudopodos filiformes dispostos como os raios d'um sol.

diolarios, dos Cteriophoros e de muitos outros animaes pelagicos. A *Thalassicola nucleata*, por exemplo, é um grande radiolario espherico de 3 a 4 millimetros de diametro, formado de uma cellula unica, cujo nucleo rodeado de protoplasma está situado

n'uma «capsula central» redonda (fig. 26). Todo o protoplasma extra-capsular é recamado de numerosos vacuolos, de sorte que apparece como uma massa espumosa limitada exteriormente por uma solida camada gelatinosa. Esta camada de vacuolos é a parte constituinte da cellula que é menos densa que a agua e que mantem a thalassicola á superficie do mar quando este está tranquillo. ¹ D'isto se pôdem perfeitamente convencer, desagregando por uma viviseccão cada uma das partes constituintes do animal, isto é pela ablação da camada gelatinosa, pelo isolamento da camada vacuolar, e pela extirpação da capsula central com o seu conteudo. Todas estas partes, tomadas isoladamente, vão sempre ao fundo da agua; só a massa vacuolar fluctua á superficie a ahi volta sempre apoz a immersão. ² Resulta d'ahi que a thalassicola deve começar a afundar-se logo que a camada vacuolar se comprime por terem rebentado e fundido os vacuolos, como se produz em seguida a uma excitação, e especialmente na natureza, sob a influencia do choque violento das ondas. A cellula cae então nas

1 K. BRANDT, *Die coloniebildenden Radiolarien des golfes von Neapel* (As colonias de radiolarios do Golpho de Napoles). Publicado pela estação zoologica de Napoles, Berlin, 1885.

2 VERWORN, *Über die Fähigkeit der Zelle, und ihr spezifisches Gewicht zu ver ändern*. (Das propriedades da cellula e das mudanças do seu peso especifico), (*Pflüger's Archiv*, vol. LIII, 1892).

profundidades mais tranquillias e encontra-se por esse motivo protegida contra uma destruição total: a camada vacuolar póde, effectivamente, regenerar-se, e enquanto que augmenta de volume, a thalassicola deixa em tempo calmo o abrigo que encontrava na profundidade para se elevar de novo á superficie só-lheira do mar. A grande importancia d'esta especie de movimento para a vida dos organismos pelagicos é aqui que apparece com evidencia.»¹

Os movimentos por secreção. — Os movimentos produzidos d'esta maneira são bastante raros, mas são curiosos. Para se mover, o animal projecta n'uma direcção opposta ao seu movimento de progressão uma secreção de mucus em fôrma de filamentos, com a qual se dirige, á guisa d'um barqueiro que se auxiliasse com uma vara para fazer navegar o seu barco. É assim que se movem as *Diatomadas*, pequenas algas castanhas em fôrma de barquinha (fig. 27).

Os movimentos por crescimento. — Crescer é proprio de todo o organismo vivo, portanto mudar a sua posição no espaço. Estes movimentos de crescimento são tão lentos que difficilmente se notam, a não ser que se observe o mesmo organismo em intervallos de tempo bastante afastados. Todavia em

1 VERWORN, *Physiologie générale*, p. 258-259.

certos casos, como no da semente da balsamina, accumula-se n'essa semente uma grande quantidade d'energia potencial que se despende bruscamente sob o effeito d'um simples choque.

Movimentos por contracção e expansão. —

Estes movimentos estão ligados aos deslocamentos das moleculas da materia viva em relação umas das outras, e comprehendem duas phases: uma phase de *contracção* e uma phase de *expansão*. Só os corpos de constituição fluida ou quasi fluida pôdem apresentar estes movimentos; é o caso da materia viva, em razão da grande quantidade d'agua que contém. Estes movimentos dividem-se em tres grupos; são: os *movimentos amiboides*, *musculares* e *vibrateis*.

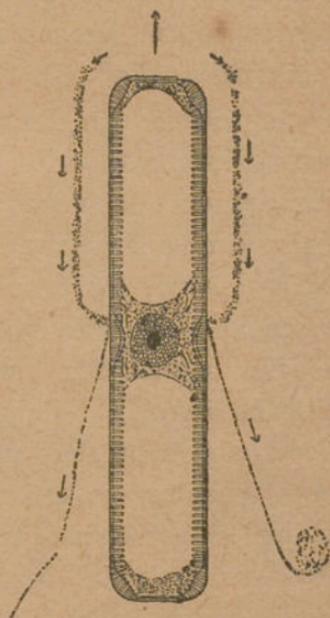


Fig. 27. — Diatomada com os filamentos de mucus.

Os movimentos amiboides. — Os movimentos *amiboides* observam-se nos animaes monocellulares desprovidos de membranas d'involucro: os rhizopodos, os leucocyots, e outras cellulas migratorias, as

cellulas-ovos amiboides da esponja, as cellulas pigmentares de diversos orgãos, as cellulas epitheliaes do intestino cuja actividade é muito curiosa, porque é, graças aos movimentos amiboides, que essas cellulas epitheliaes pódem apoderar-se dos alimentos, ingeril-os e triturar-os (fig. 28).

As amibas que deram o seu nome a este movimento, fornecem-nos o typo. «N'uma gotta d'agua d'um charco e deposta n'uma lamina de vidro, a Amiba aparece-nos ao microscopio como uma gottasinha acinzentada, semi-transparente, d'uma fórma espherica mais ou menos regular, no centro da qual se encontra o nucleo e as mais das vezes uma vacuola contractil, rodeada d'um «endoplasma» mais ou menos granuloso, emquanto que a camada peripherica é formada d'um «exoplasma» mais hyalino. Se observarmos essa gotta de substancia viva por algum tempo, vemos apparecer n'um ponto qualquer da superficie da massa espherica uma saliencia em fórma de lobulo, que engrossa e se estende cada vez mais, reunindo em si uma quantidade cada vez maior de protoplas-

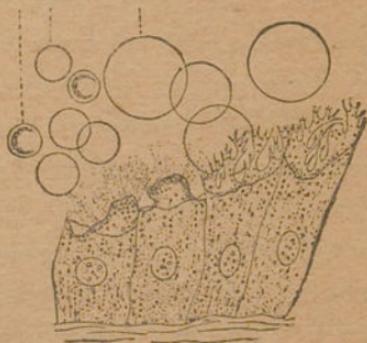


Fig. 28. — Cellulas epitheliaes da fasciola do figado, com prolongamentos protoplasmicos pseudopodicos no ponto de absorverem globulos de sangue *a*, *b*, e gottasinhas de chylo *c*.

ma; este processo propaga-se das partes periphericas para o centro, de tal sorte que uma corrente persistente se estabelece do centro para a periphèria no prolongamento designado sob o nome de *pseudopodo* (fig. 20). Muitas vezes toda a massa protoplasmica

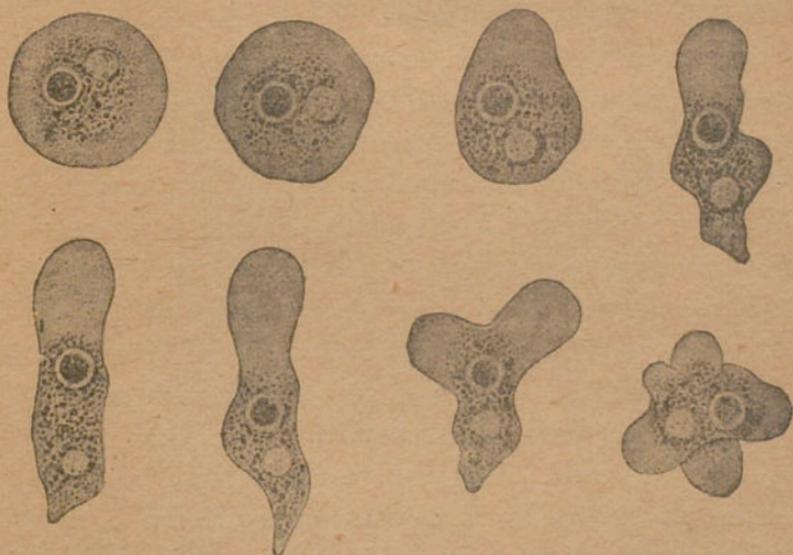


Fig. 29.—Amiba nos oito estadios successivos de movimento.

escorre para uma unica saliencia lobular, de maneira que o corpo da amiba fórma uma massa estirada ao comprido, como particularmente se observa na *amæba limax*; mas muitas vezes tambem, a corrente protoplasmica centrifuga do pseudopodo já formado é interrompida, enquanto que ao mesmo tempo se produz, em qualquer outro logar da superficie, um segundo pseudopodo da mesma fórma, por projecção

centrifuga do protoplasma; e a este pôde succeder-lhe um terceiro, de sorte que a amiba projecta a sua substancia nas mais variadas direcções, ora d'um lado, ora do outro, e augmenta assim notavelmente a sua superficie. Este *alongamento dos pseudopodos*, esta projecção da substancia viva no meio ambiente representa a *phase d'expansão*. Emquanto que um novo pseudopodo se estende, o protoplasma d'um outro pseudopodo reflue de ordinario da peripheria para o centro, afim de fornêcer ao primeiro o seu material de formação, e o antigo prolongamento retrae-se. Este *retrahimento dos pseudopodos*, o refluxo centripeto do protoplasma e a redução de superficie que elle comporta, representa a *phase de contracção*. Se todos os pseudopodos se retraem a amiba recupera a fôrma espherica. *É pois a fôrma espherica que exprime a contracção mais completa para as massas protoplasmicas nuas*. Mas, no estado normal, a amiba apresenta de ordinario simultaneamente ora contracções, ora expansões em differentes pontos da sua superficie. Os pseudopodos não são, pois, preformados; a substancia da amiba projecta-se ora por aqui, ora por alli, reflue e mistura-se sem cessar, e é n'isso que consiste o movimento amiboide.»¹

Todos os movimentos que acabamos de enumerar são a resposta do organismo a uma excitação; reen-

1 VERWORN, *Physiologie générale*, p. 265-266,

tram, pois, na cathegoria dos taxismos. Os que vamos estudar agora são muito mais complexos, mas dependem do mesmo mecanismo elementar.

Os movimentos musculares. — O movimento muscular é característico dos animaes e diferencia-os



Fig. 30. — *Stentor caeruleus*. A, em descanso e em extensão completa; B, no estado de média contração, como quando nada em liberdade; C, completamente contraído.

dos vegetaes. Distingue-se do movimento amiboide em que é coordenado no espaço, e em que é o pro-

ducto d'orgãos specialisados. No *Stentor* são já fibrillas verticaes e parallelas que se contraem em diversos graus e permittem ao animal uma mudança



Fig. 31. — *Vorticella*: *a*, em extensão; *b*, contrahida (o filamento muscular do estylo não se vê em *a* e *b*); *c*, bainha do estylo e seu filamento muscular, com um forte augmento.

de fôrma (fig. 30); na *Vorticella* o movimento é devido a uma só fibra muscular (fig. 31).

Nos animaes superiores o mecanismo d'estes movimentos musculares é muito mais complicado, mas não differe de natureza, não sendo, em definitiva, uma fibra, *lisa* ou *estriada* senão a totalisação de simples

cellulas musculares. É o que nos demonstram os diversos estadios do desenvolvimento embryologico dos musculos. Constata-se, effectivamente, que a cellula *contractil*, isto é, a que em si especialisa a propriedade geral da materia viva de se contrahir, é a que se desenvolve no primeiro estadio. Depois, pela justa posição de cellulas semelhantes soldadas ponta com ponta, de modo a formarem uma fibra varicosa com nucleos alongados, dá nascimento aos *musculos lisos*. Distinguem-se n'estas fibras todos os elementos da cellula. Emfim estas cellulas accumulam-se e a sua fusão torna-se completa; os involucros parciaes desapareceram para apenas deixarem subsistir o involucro do musculo: tem-se então uma *fibra estriada*. N'este grau, a complicação das funcções tornou-se tal que a fibra pôde receber o nome de *fibra voluntaria*, porque está sob a dependencia do systema nervoso.

A actividade muscular nos sêres superiores é uma fórmula de transformação da energia que é mesmo susceptivel de medida. Sabe-se effectivamente que o musculo se alimenta mais quando se acha em estado de contracção, isto é quando trabalha mais; a circulação é mais activa e produz-se um desenvolvimento de calôr, uma combustão interna das materias ternarias (carbonio, oxygenio, hydrogenio). Se se estabelecer um coefficiente respiratorio, sob a fórmula $\frac{CO^2}{O}$ (relação do gaz carbonio para o oxygenio), acha-se que esse coefficiente é mais elevado na actividade do que no repouso do musculo. Pôde-se tambem estudar

o valor energetico dos alimentos medindo o rendimento mecanico do musculo em condições geraes fixadas. «Nos movimentos da materia viva, sobretudo nos phenomenos da contracção, vê-se muito nitidamente a energia potencial introduzida no corpo com os alimentos transformar-se em força viva.»

Os movimentos vibrateis. — *Os movimentos vibrateis* são os movimentos dos cilios de certas cellulas (os infusorios, os espermatozoides, as cellulas epitheliaes da trachêa). Um dos seus caracteres mais salientes é o seu rythmo. A *metachronia* do movimento vibratil fornece-nos um exemplo. N'uma serie de cilios vibrateis, todos os cilios batem partindo d'uma extremidade para se communicarem aos outros gradualmente e imprimir-lhes um movimento de onda. O mecanismo é o mesmo, mas mais complicado, nas especies de cilios que não oscillam n'um só plano.

Os diversos movimentos que acabamos de examinar, se parecem á primeira vista muito dissemelhantes, «baseiam-se todos no mesmo principio, no principio *d'uma diminuição e d'um augmento alternativos da superficie (contracção e expansão) por modificações na posição das particulas da propria materia viva.* Que esse deslocamento das particulas seja agora completamente irregular como no movimento amiboide, e, pelo contrario, rigorosamente em ordem como no movimento muscular e vibratil, isso prova simplesmente que estes dois ultimos representam um mais

alto grau de differenciação que o primeiro. Mas que apresentam uma estreita relação genetica com o movimento amiboide e que sejam oriundos d'este ultimo por desenvolvimento philogenético, é tambem o que provam numerosos casos de transição entre o movimento amiboide e o movimento muscular, por um lado, e por outro lado, entre o movimento vibratil...

«Os phenomenos de contracção da substancia viva seguem por toda a parte o mesmo principio. Ou porque a materia viva rasteje aqui e alli como uma *amiba* pelas folhas putridas d'um pantano, ou que penetre como *globulos brancos* do sangue atravez das lacunas dos tecidos, ou que circule como rêde protoplasmica na capsula de cellulose d'uma *cellula vegetal*, ou que realise como *fibra muscular* as contracções infatigaveis do coração, ou que enfim, sob a fórma de epithelium de *cilios vibrateis*, transporte o ovulo atravez do oviducto até ao utero para o entregar á fecundação, em todos os casos nos encontramos em presença do mesmo phenomeno: a contracção e a expansão, alternativas da materia viva por transposição reciproca das suas particulas.»¹

A producção de luz. — A producção de luz no organismo é uma das fórmas mais perceptiveis da energia; é designada em geral sob o nome de *phos-*

1 WEBWORN, *Physiologie générale*, p. 282-283.

phorescencia. Todavia não intervem phosphoro n'este phenomeno; é uma luminosidade devida ás permutas que se operam na materia viva de certos animaes, e que se produz sob a influencia d'uma excitação como, por exemplo, nos Pylilampos.

Esta luminosidade é bem um caracter especifico da materia *viva* em estado de funcionamento. Quando ella é observada nas carnes putrefactas dos peixes, é que bacteriãs, isto é organismos vivos, n'ella se desenvolveram aos milhares e espalham a sua luz. A phosphorescencia do mar provém dos innumeraveis infusorios e radiolarios que n'elle estão reunidos.

Esta luminosidade, já o dissemos, resulta das permutas de materias da cellula viva. Está ella ligada a uma oxydação lenta, porque essa propriedade não se mantem senão aonde se encontra oxygenio, e desapparece quando não o ha. As experiencias de SCHULTZE¹ sobre os pylilampos provaram, effectivamente, que as cellulas luminosas d'esses animaes estão sempre em relação com os tubos d'ar: as trachêas, que põem o oxygenio em contacto com essas cellulas, que teem por função absorver e utilizar a producção da luz. Demonstrou-se effectivamente que, tratadas pelo acido osmico, tiram-lhe o oxygenio, o que é comprovado pela formação d'um precipitado negro.

1 SCHULTZE, *Zur Kenntnisse der Leuchtorgane von Lampyris splendidula*. (Do conhecimento dos órgãos luminosos da *Lampyris splendidula*). *Archiv. fur mikroskopische Anatomie*, vol. I.

A producção de calor. — A producção de calor é mais difficil de constatar; é menos accessivel aos nossos sentidos, e não póde observar-se n'uma cellula isolada, dada a insufficiencia dos nossos meios e a pequenez d'esse organismo. Não se póde todavia duvidar que cada cellula não seja um centro de producção de calor, em razão dos processos chimicos e energeticos que n'ella se realisam. PFLÜGER pôde observar que em certas moleculas das cellulas, no momento da formação do acido carbonico, a temperatura eleva-se até 8.000 calorias, mas essa mollecula pequenissima está em contacto com elementos de temperatura muito baixa que neutralisam a sua acção; assim se estabelece uma temperatura média que é a do corpo. ¹

Constata-se esta producção de calor com a ajuda de diversos instrumentos; um thermometro collocado sob a campanula de vidro em que germinam as plantas, eleva-se a 1 grau e 5 nas ervilhas e a 15 graus nas aroïdeas. No homem, opera-se approximadamente tambem, por meio do calorimetro, o mais conhecido dos quaes é o de d'Arsonval. Marca o numero de calorias ² que um corpo vivo produz n'um tempo determinado.

Os diversos methodos d'investigação tendem a

1 Por exemplo: 37 graus no homem, 44 nos passaros.

2 Uma caloria é a quantidade de calor necessario para elevar a temperatura d'um kilogramma d'agua de 0 a 1 grau centígrado.

provar que o calor da materia viva deriva da energia chimica introduzida no corpo pelos alimentos; graças ás experiencias feitas sobre os organismos que, em estado de equilibrio de nutrição, não forneciam trabalho algum, pôde constatar-se mais uma vez a lei da conservação da energia.

A producção d'electricidade. — Da mesma maneira que para o calor, não se pôde constatar a pro-

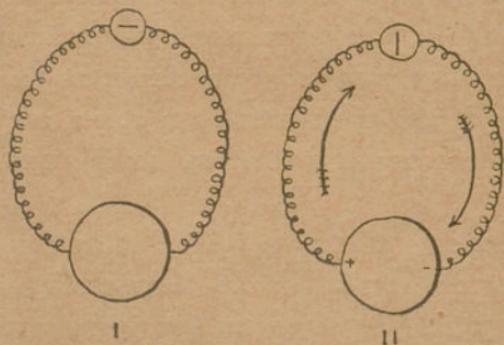


Fig. 32. — Schema: I. Gotta liquida na qual os processos chimicos são eguaes em todos os pontos: nenhuma corrente; II. gotta liquida, na qual se passam em dois logares distinctos processos chimicos diferentes, dá uma corrente. O grande circulo é a gotta de liquido, o pequeno é o multiplicador com a agulha magnetica. Estão ambos ligados por um conductor.

ducção da electricidade na cellula, mas sómente nos grupos de cellulas. A descoberta da electricidade animal é devida a GALVANI e a VOLTA. As suas experiencias em rãs são muito conhecidas para que n'ellas insistamos, e não ha tratado elementar de physica que

não as explique pormenorizadamente. As investigações da *electrochimica* fizeram observar nos corpos

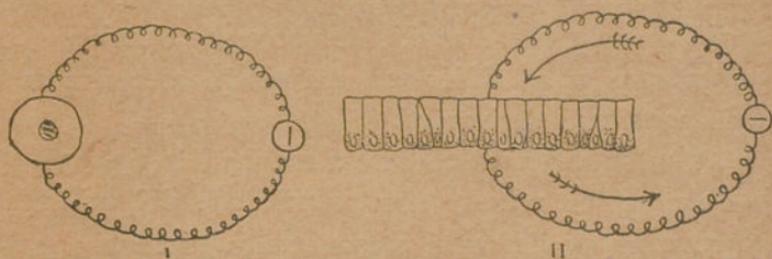


Fig. 33. — Schema: I. Cellula cuja substancia viva é a sede em todos os seus pontos de processos chimicos eguaes: nenhuma corrente. II. Cellulas diferenciadas no seu polo (por exemplo, células d'uma mucosa), de que um dos polos é a sede de processos chimicos diferentes dos do outro polo, dão uma corrente.

brutos, no momento das transformações chimicas, uma tensão electrica entre os grupos atomicos carregados

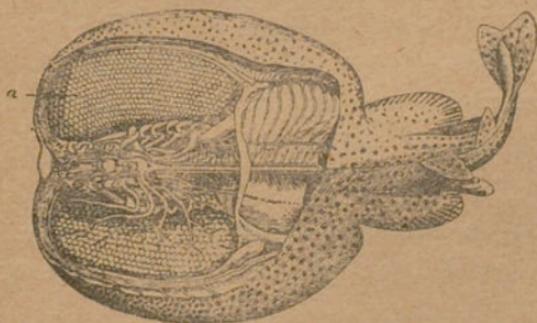


Fig. 34. — *Torpedo marmoratus* (tremelga). A pelle está arrancada em parte para-se vêr o órgão electrico α , que consiste na reunião de columnetas polygoaes de que aqui não se vê senão o corte transversal.

positivamente e os grupos atomicos carregados negativamente. Da tensão electrica entre os dois grupos

separados, deriva uma corrente galvanica (fig. 32) por tanto tempo quanto data o processo, d'ahi esta lei: uma corrente póde ser derivada d'um systema material, quando este é a séde de processos chimicos que engendram uma differença na tensão electrica nos dois pontos de derivação. ¹

A substancia viva obedece á mesma lei (fig. 33).

Em certos peixes, essa propriedade foi utilizada como meio de defeza e creou órgãos especiaes; veremos fallar das tremelgas (fig. 34), dos gymnotos, etc. Esses órgãos electricos desenvolvem-se á custa de verdadeiras pregas musculares, estrillas contracteis.

O estudo summario que acabamos de fazer das permutas d'energia na substancia viva, demonstrou-nos que a energia penetra no organismo sob a fórma d'energia chimica, de calor e de luz; resolvendo-se ahi de per si estas duas ultimas fórmas em energia chimica. D'esta força unica procede, por transformação, a energia que restitue a materia viva, sob a fórma de luz, de calor, d'electricidade, e de energia mecanica.

Assim se encontra confirmada, para os organismos vivos, a lei geral de conservação da energia.

1 VERWORN, *Phys. gén.* p. 297.

CAPITULO V

OS PHENOMENOS DE CRESCIMENTO E DE REPRODUCCÃO

O crescimento. — Todo o sêr vivo possui a faculdade de *desenvolver-se*, isto é de augmentar por meio das substancias que encontra no seu meio, o seu protoplasma, de transformar ou de encorporar-se esses elementos, depois deital-os fóra, em seguida a ter-lhes feito soffrer certas modificações.

Esta propriedade, a mais geral dos organismos vivos, é um acto vital essencial, porque acondiciona a maior parte dos outros phenomenos da vida: a reproducção pôde ser considerada como uma consequencia do crescimento. Effectivamente, quando uma cellula attinge a medida do seu desenvolvimento individual, como para ella ha excesso de crescimento, divide-se, portanto reproduz-se.

O cyclo das permutas. — Este crescimento, já o dissemos, faz-se á custa do meio exterior. Se examinarmos, effectivamente, um corpo vivo abandonado no seu meio, notar-se-ha bem depressa que se passa, pelo facto das suas relações, um duplo phenomeno,

um dos quaes é dependente e solidario do outro; por um lado um phenomeno *d'assimilação*, em virtude do qual o corpo vivo recebe do meio exterior partes que hão-de servir á sua alimentação e á constituição da sua materia viva; por outro lado, um phenomeno de *desassimilação*, que lhe faz restituir, depois de as modificar, as partes que recebeu.

Graças a este duplo motu continuo de combinações e descombinações, a materia viva é a séde d'uma perpetua circulação de materias, e como os empréstimos e as restituições tambem affectam o meio, d'ahi resulta que o sêr e o seu meio fórnam juntos um systema de que cada um representa uma parte.

O cyclo das permutas é duplo: faz-se entre o sêr e o meio, e no proprio sêr em que a materia e a energia circulam sem interrupção.

A nutrição. — Este duplo mecanismo da assimilação e da desassimilação constitue no seu conjuncto o phenomeno da *nutrição*, que não é de per si senão uma fórma da irritabilidade.

Todo o organismo vivo contém, effectivamente, energia concentrada no estado potencial; submettido á acção d'um excitante, depende essa energia, que deve logo recuperar. A toda a phase de dispendio d'energia, succede, pois, uma phase de nutrição. ¹

¹ Estes factos foram estudados primeiro por VIRCHOW: *Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und*

A nutrição póde tomar logar entre as operações physico-chimicas, porque a cellula fabrica alternativamente, por acções chimicas, o protoplasma, e d'elle expulsa as partes não assimiladas, assim como os residuos. A nutrição tem, pois, duas phases que se distinguem á analyse, mas que se apresentam com funcionamentos parallelos: uma phase de composição ou synthese, e uma phase de destruição.

As permutas nutritivas, desde a entrada dos alimentos na materia viva até á sua expulsão, consistem n'uma serie de transformações e de acções chimicas muito complexas; em primeiro logar a construcção da materia viva que remata na formação das combinações organicas mais complexas: os *albuminoides*; em segundo logar a destruição d'esses corpos albuminoides e de suas combinações, até em seus compostos mais simples.

A nutrição caracteriza-se pela *permanencia*; é um acto ininterrupto, que não póde suspender-se sem arrastar a paragem da propria vida. É, pois, effectivamente, segundo a definição de CLAUDE BERNARD: *o caracter absoluto da vitalidade* porque aonde ella existir ha vida, e aonde ella se interromper, é a morte.

Este caracter de permanencia da nutrição, junto ao cyclo d'emprestimos e de rejeições ininterruptas que necessita no meio, põe-nos em presença d'um con-

pathologische Gewebelehre (A pathologia cellular com a histologia physiologica e pathologica). Berlin, 1858.

juncto de reacções indefinidas. O ser vivo que vae buscar ao ar partes d'oxygenio que absorve restitue-lhe gaz carbonico que, por sua vez, vae modificar a composição da atmosphera, mas estas substancias que o ser vivo expulsa pelo acto da respiração, bem depressa as recupera pela nutrição: a serie dos phenomenos não tem paragem.

A escolha dos alimentos. — A nutrição não tem por fim ultimo ingerir alimentos, mas alimentar todas as cellulas do organismo. Ora, cada grupo de cellulas reconstitue-se por meio de substancias determinadas que lhe são apropriadas. Cada cellula tem, pois, de escolher, entre os materiaes que lhe são apresentados, os que lhe conveem e que pódem servir-lhe de alimentação. Esta escolha é bem visivel e proval-o-hão melhor ainda exemplos classicos. Eis como, segundo CIENKOWSKI, certos rhizopodos, sêres monocellulares, procuram as partes d'algas vivas que constituem a sua alimentação: «Se bem que as monadas não apresentam senão um corpo protoplasmico nú, todavia a sua maneira de se comportarem na procura e na absorpção do alimento é tão maravilhosa que se imaginaria estar-se em presença d'actos executados por sêres conscientes. Assim, por exemplo, a *Colpodella* fura a cellula do *Chlamydomonas*, suga a chlorophylla que d'ella se escapa, depois abandona-a. Um outro caso notavel do mesmo genero é-nos fornecido pela *Vampirella* (fig. 35). Esta fórma amiboide fixa-se n'uma

cellula sã de *Spirogyra*, perfura-lhe a parede de cellulose e absorve lentamente o utriculo primordial que d'ella se escapa com o seu cordão de chlorophylla.

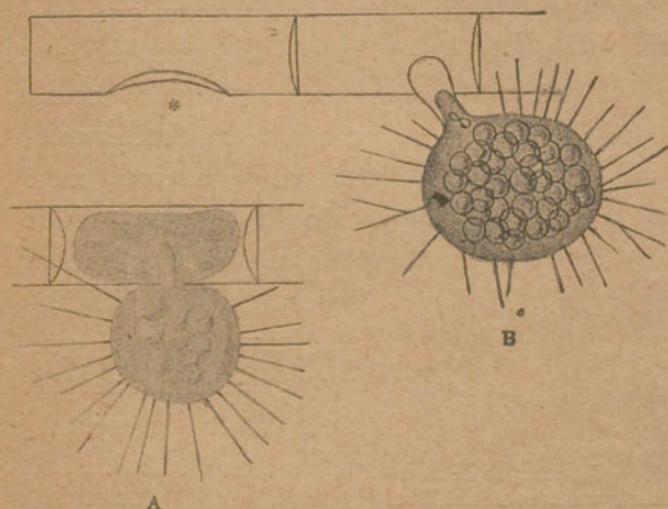


Fig. 35. — *Vampyrella Spirogyrae* perfurando uma cellula de *Spirogyra* e sugando-lhe o conteúdo: A, a cellula de *Spirogyra* é furada e o seu conteúdo passa para o corpo da *Vampyrella*; B, a cellula de *Spirogyra* está completamente esvasiada. * Uma cellula de *Spirogyra* perfurada e já devorada.

É só as cellulas da *Spirogyra* é que lhe podem servir de alimento.»¹

No nosso proprio organismo, como no d'outros

¹ CIENKOWSKI, *Beiträge zur Kenntniss der Monaden*, (Estudo relativo ao conhecimento das Monadas). *Archiv. fur mikroskopische Anatomie*, t. I, 1865.

vertebrados, passam-se as coisas d'uma maneira analogã; os globulos brancos do sangue (leucocytos) es-

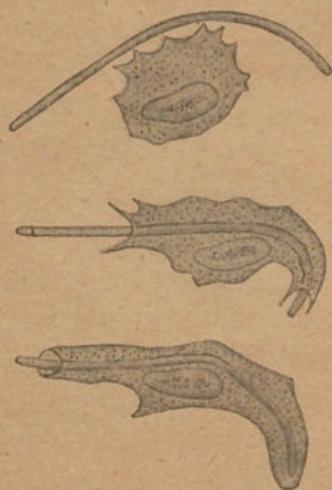


Fig. 36. — Leucocyto de rã ingerindo uma bacteria. Tres estadios successivos do processo.

colhem entre as bacterias (fig. 36) que penetram no nosso corpo as que lhes conveem, devoram-as e abandonam-as, por compensação d'outras bacterias. ¹ Da mesma maneira cada tecido do corpo retira do sangue, d'entre todas as substancias nutritivas que elle contém, as que lhe são precisas; as cellulas epitheliaes do intestino, entre outras, apoderam-se das gorduras e despresam os outros materiaes introduzidos no intestino.

Se cada celluia absorve certas substancias perfectamente determinadas, com exclusão d'outras, é que cada uma apresenta uma composição e permutas nutritivas que teem relações chimicas com ella, e que

¹ O Dr. METSCHNIKOFF, segundo estudos que fez sobre os leucocytos, demonstra a importancia d'estas cellulas na protecção do organismo contra as doenças infecciosas. Devorando as bacterias que penetraram n'uma chaga, estas cellulas oppõem-se á sua multiplicação e detêm a extensão da doença.

permitterão a manutenção das permutas. Em compensação, não procura nem absorve as materias que não tem affinidade com a sua substancia. Esta escolha dos alimentos é a consequencia directa da composição especifica de cada cellula, e das permutas nutritivas especiaes de que ella é a séde, pelo mecanismo já explicado dos taxismos.

Mas, além de que cada fórma cellular tem os seus materiaes proprios de consumo, pódem-se todavia dividir os differentes organismos em alguns grupos geraes, segundo o modo de nutrição que lhes convêm.

A nutrição das plantas e dos animaes.— As plantas e os animaes não se servem dos mesmos materiaes para recuperar a usura da sua materia viva. As plantas tiram do solo e do ar as materias inorganicas com que se ha-de construir a sua substancia protoplasmica; mas os animaes têm necessidade, além d'estas materias, de alimentos organicos d'uma grande complexidade.

Uma planta retirada do seu meio póde viver, se lhe mergulharem a raiz n'uma solução que contenha os saes inorganicos que compõem a sua alimentação; sob a condição, todavia, de ficar ao ar livre, afim de tomar d'elle o carbonio.

Os animaes submettidos a semelhante regime não tardam a morrer, quando mesmo se façam entrar na solução todos os elementos chimicos incluidos na materia viva. Mas os mesmos animaes pódem continuar

a viver com uma alimentação composta exclusivamente d'albumina, e pódem realisar durante esse tempo um trabalho arduo. Estas materias, effectivamente, só conteeem todos os productos necessarios á constituição do protoplasma, e possuem tambem só o azoto indispensavel á nutrição dos animaes.

Estados intermediarios d'alimentação são-nos fornecidos pelos cogumelos e por certas bacterias. Em vez de irem buscar ao ar, como as plantas de chlorophylla, o carbonio do acido carbonico, os cogumelos tiram-o de certas materias organicas; e em vez de absorverem substancias organicas como os animaes, certas bacterias que vivem na terra nutrem-se de materias puramente inorganicos.

Mas qualquer que seja o seu modo de nutrição, todos os organismos, sem excepção, absorvem agua e com ella certos saes necessarios á conservação da vida.

O alimento-oxygenio; a respiração. — Um outro alimento indispensavel a todos os sêres vivos é o oxygenio; a sua absorpção, que constitue o phenomeno da *respiração*, representa um processo commum a todos os organismos, se bem que todos os sêres não absorvam o oxygenio do mesma fórmula e na mesma origem. Os sêres terrestres absorvem-o do ar sob fórmula gazoza; os sêres aquaticos da agua onde está dissolvido; as cellulas dos animaes da circulação sanguinea, assim como grande numero de parasitas, extra-

hem-o de combinações chimicas: as cellulas dos tecidos, por exemplo, absorvem-o na hemoglobina do sangue.

Mas, da mesma maneira que todo o organismo precisa de oxygenio para viver, assim tambem não pôde absorver senão uma certa quantidade; se lhe é fornecida de mais, não se serve d'ella.

Absorpção dos alimentos segundo as suas diversas fórmãs.— Os alimentos que o organismo deve ingerir apresentam-se debaixo de tres fórmãs: no estado gazozo, no estado liquido, isto é dissolvido, e no estado solido.

Designa-se pelo nome de *reabsorpção*, a passagem das substancias gazozas e dissolvidas na cellula. Se as cellulas não possuem membrana, esses alimentos entram immediatamente na superficie do protoplasma, em relação de permutas chimicas com a materia viva; se as cellulas possuem uma membrana, é mister que as substancias dissolvidas possam diffundir-se atravez d'essa membrana para, uma vez tornadas diffusíveis, penetrarem no interior da cellula.

Os alimentos solidos ou figurados não são absorvidos senão pelos rhizopodos, pelos infusorios ciliados e flagellados, nos sêres monocellulares; e pelos leucocytos ou globulos brancos do sangue, nos animaes superiores.

Entre estas cellulas, umas ingerem as materias nutritivas por um ponto qualquer da sua superficie (ami-

bas, leucocytos...); outras por um orifício particular que desempenha o papel de bôca (a *Vorticella*).

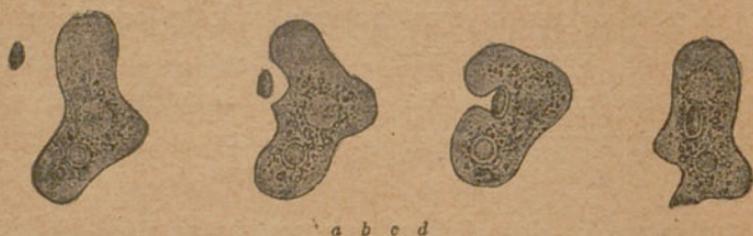


Fig. 37 — Amiba ingerindo uma alga. Quatro estadios successivos da captação do alimento.

Quando a *Amiba* se encontra em presença d'uma alga de que pôde alimentar-se, rasteja para ella por

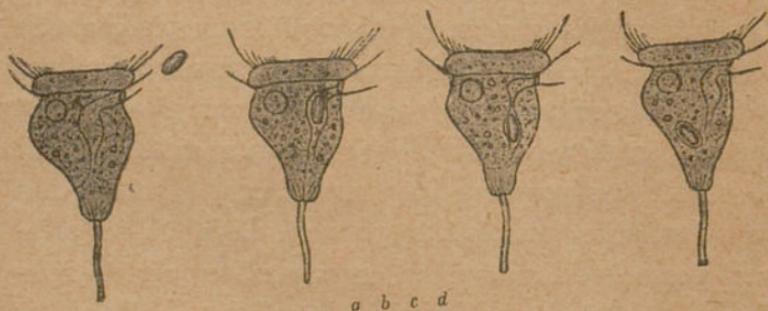


Fig. 38. — *Vorticella* em quatro estadios successivos da absorção alimentar. Uma cellula d'alga é attrahida á bocca pelo turbilhão dos cilios vibrateis e impellida atravez da pharynge para o endoplasma.

meio dos seus pseudopodos, attinge-a, tenta cercal-a, e depois de algumas tentativas, agarra-a com os seus pseudopodos em fôrma de lobulos, e envolve-a com o seu protoplasma (fig. 37); a alga acha-se d'est'arte

no interior da amiba, rodeada d'uma tenue camada d'agua que constitue a *vacuola nutritiva*.

A *vorticella* ingere os seus alimentos d'outra fórma (fig. 38). Na extremidade do seu corpo dilatado em fórma de sino, possui ella uma corôa de cilios vibráteis aonde se encontra a bocca, que se prolonga para o interior do endoplasma n'uma especie de pharynge. A agitação contínua dos cilios vibráteis attrahe para a bocca detricos contidos na agua, algas, bacterias... Da bocca, essas materias são introduzidas na pharynge e em seguida no endoplasma. O processo é quasi o mesmo nos animaes superiores.

A transformação das materias absorvidas.—

Uma vez absorvidas, as substancias alimentares sofrem no organismo uma serie de transformações. Umás finalisam na constituição da materia viva, em consequencia do phenomeno d'assimilação; outras que não puderam ser transformadas em albuminoides, são destruidas em consequencia do phenomeno da desassimilação.

Mas antes de estarem aptos a tornarem-se substancia viva, uma parte dos alimentos, os alimentos solidos, devem passar ao estado solúvel; ¹ esse será todo o papel da *digestão*. Quando a passagem

¹ É preciso acceitar os casos, precedentemente estudados, da amiba, e da *vorticella*, em que a cellula pôde ingerir directamente alimentos solidos.

dos alimentos se faz do estado solido para o estado dissolvido, fóra da cellula, a digestão é chamada extra-cellular; quando, pelo contrario, a transformação se faz no interior da cellula (caso da *amiba* e da *vorticella*), a digestão é chamada intra-cellular.

Os fermentos.— A transformação das materias solidas em materias soluveis é devida á fermentação que Pasteur definia: «um acto chimico correlativo do acto vital, começando e parando com este ultimo.» Effectivamente, o acto vital arrasta a fermentação; toda a cellula é atravessada por uma corrente energetica graças á qual fica apta a realisar os seus trabalhos interiores e exteriores.

Os *fermentos*¹ são de duas especies; distinguem-se fermentos soluveis ou *enzimas* ou *diastases* (por exemplo a pepsina das glandulas do estomago), e *fermentos figurados* ou *organismos-fermentos*.

Designam-se sob o nome de fermentos figurados ou organizados a propria substancia viva, á vida da qual a acção fermentaria está ligada. Os fermentos soluveis são corpos, não visivelmente organizados, que derivam dos fermentos figurados ou de todas as cel-

1 «Entendemos por fermentos uma serie de corpos organicos d'uma grande complexidade, pertencente ao reino animal e vegetal, que possuem a notavel propriedade caracteristica de produzir certas transformações chemicas sem parecer que propriamente experimentem modificações.»

lulas. As diastases por exemplo, são elaboradas por cellulas que, especialmente nos animaes, as derramam á superficie do tubo intestinal onde operam as fermentações digestivas.

Estes phenomenos são bem conhecidos, porque pôde-se imital-os artificialmente; fez-se succo gastrico. Esta producção artificial, posta em presença da fibrina ¹ fal-a inflar; torna-se transparente, depois dissolve-se no liquido. No seu lugar encontra-se então a *peptona*, producto de transformação das materias albuminoides, e a *albumose*, producto intermediario entre a albumina e a peptona. Duas acções chemicas resultam, pois, da fermentação: uma operação analytical que é uma phase destructiva; uma operação synthetica que é uma phase restauradora. As operações analyticals dos fermentos são:

Desdobramentos da molecula do corpo;

Hydratações, isto é, fixação d'agua nas moleculas mais simples que resultam do desdobramento;

Oxydações, isto é, fixação d'oxygenio sobre os productos da fermentação.

As operações syntheticas são: *polymerisações*, ou condensação da molecula; *deshydratações*: *reducções*.

Em resumo, eis aqui a acção de conjuncto da fermentação. Ao contacto dos fermentos, as moleculas d'albumina, de gelatina, d'amido, ...e as massas figu-

¹ Chama-se fibrina a materia albuminoide que resulta da coagulação expontanea do sangue fóra dos vasos.

radas são desdobradas, subtilizadas, e ficam aptas a passar, por diffusão, atravez da parede cellular.

A assimilação.—Quando a dissolução das materias alimentares se operou sob a influencia dos fermentos, ficam em estado de exercer uma acção chimica e pôdem d'ahi em diante servir para a construcção da materia viva; é esse phenomeno que se designa sob o nome da *assimilação*.

A assimilação comporta antes de tudo a ideia d'uma mudança de ordem chimica das substancias absorvidas, e d'uma ligação, egualmente de ordem chimica, das suas substancias com a materia viva preexistente. Esta operação é uma *synthese*: effectivamente o meio fornece ao ser vivo elementos que este transforma. Esses elementos adquirem n'elle um agrupamento particular e finalmente fusionam-se com elle.

O facto capital a observar é que o ser vivo não absorve nenhuma das materias no estado em que ellas lhe são apresentadas: primeiro destroe-as, redul-as a substancias simples, com as quaes recompõe e edifica a sua propria substancia. Não assimila, pois, senão principios chimicos: uns chamados *plasticos*, são corpos azotados quaternarios que constituem o protoplasma; os outros chamados *energeticos*, são hydratos de carbonio e de outros corpos terciários destinados a fornecer a energia que o protoplasma utiliza.

É pelo phenomeno de *osmose* que os productos dissolvidos se põem em estado de atravessar a mem-

brana organica e de se incorporarem nas cellulas. «Por diffusão ou osmose, entende-se, como se sabe, o facto de dois gazes ou liquidos, de differente natureza e misciveis, formarem de per si uma mistura homogenea, quando se põem em contacto um com o outro. Falla-se ordinariamente de diffusão, quando os gazes ou os liquidos estão em contacto immediato: d'osmose quando estão separados um do outro por uma membrana.»¹

Graças a este mecanismo, a substancia viva que tem affinidade para as materias gazosas ou dissolvidas, absorve-as depois da sua diffusão atravez da membrana cellular. A substancia viva, essa não diffunde — porque faz parte dos colloides que, são os unicos que têm a propriedade de não se diffundirem atravez d'uma membrana. Assim as materias nutritivas entram na cellula e n'ella se incorporam, mas a substancia viva não sae de lá.

O processo da assimilação differe segundo os differentes alimentos absorvidos. Assim a formação da substancia viva da cellula das plantas é mais demorada que a do animal, porque a planta deve construir a albumina tão complexa com a ajuda das combinações organicas mais simples: o acido carbonico, a agua, os saes, o oxygenio.

O animal, pelo contrario, recebe o alimento albu-

1 VERWORN, *Physiologie Générale*, pag. 579.

minoide todo preparado. Depois de ter soffrido as transformações que precedentemente indicamos, a albumina dissolvida nos tecidos, e depois arrastada no sangue e retiradã d'elle pelas cellulas, é utilizada quer directamente, mas em parte minima, para construir a materia viva, quer na sua quasi totalidade como reservas.

A desassimilação. — Enquanto que na assimilação elementos differentes da materia viva lhe são tornados semelhantes, e n'ella são incorporados, na *desassimilação* principios que faziam parte da materia viva são transformados até tomarem um estado que, sem ser absolutamente o dos corpos d'origem mineral, d'elles se aproxima pela propriedade *de crystallisar* (taes são: a uréa, o acido urico...)

Mas se sabemos muito exactamente que a propria materia viva se decompõe, conhecemos mal a maneira como se faz a destruição, desde os albuminoides complexos até aos seus ultimos productos.

O que ha de certo é a relação que existe entre os dois phenomenos de construcção e de destruição da materia viva. Ao mesmo tempo que se compõe, essa substancia viva decompõe-se; o equilibrio jámais póde n'ella produzir-se, porque fica em relação incessante com o meio, e, por isso, novas combinações interveem sem cessar.

A destruição da molecula d'albumina dá logar a certos productos. Entre os materiaes azotados: a

urêa, o acido urico, o acido hippurico, a creatina e as bases nucleínicas; entre os productos não azotados: as gorduras, os hydratos de carbonio, o acido lactico e o acido carbonico. Estas transformações fazem-se por desdobramentos e syntheses tanto na cellula vegetal como na cellula animal.

A eliminação.— A cellula *elimina* os seus materiaes pelo processo inverso por que os absorveu.

Os monocellulares excretam os seus productos segundo uma ordem de contracções que deriva da vacuola contractil; esta enche-se e esvasia-se rythmicamente, segundo as contracções das paredes.

Nos sêres complexos, além de cada cellula eliminar os seus productos, ha cellulas diferenciadas encarregadas por todo o corpo da excreção das outras substancias; as cellulas do rim, por exemplo, que se apoderam da urêa misturada no sangue e a lançam fóra.

Distinguem-se na eliminação das materias duas especies de productos: os productos de *secreção* que têm ainda um papel a desempenhar na vida do organismo, e os productos *d'excreção* que são inutilisaveis ou prejudiciaes, e, como taes, lançados fóra.

Os productos de secreção.— Entre os productos de secreção, uns são mantidos ou na propria cellula, ou na sua superficie. N'um ou n'outro caso teem multiplos papeis a desempenhar. Entre os que abandonam

a cellula, collocam-se os fermentos, cuja acção essencial se pôde ver. A mucina (da qual se compõe o

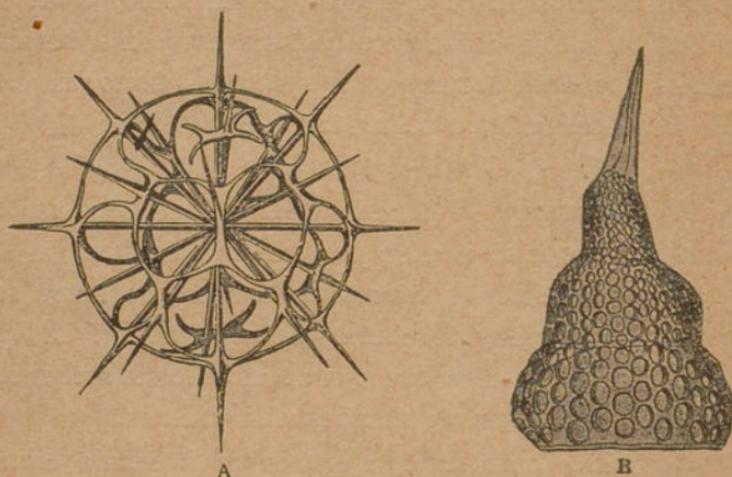


Fig. 39.—A. Esqueleto cilicioso de radiolarios : B, *Dorataspis* ;
B, *Theoconus*.

mucus), que tem por papel proteger a cellula dos contactos exteriores e das suas influencias nocivas, serve,

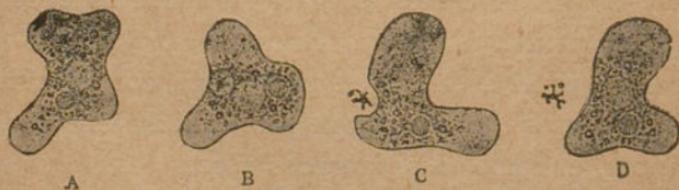


Fig. 40. — Amibas em quatro estadios successivos da excreção
d'um residuo alimentar não digerido.

na saliva, para facilitar a passagem do bôlo alimentar no esophago.

O cheiro exhalado de certas secreções serve para proteger o animal contra os seus inimigos, ou permite á flor attrahir os insectos que ajudarão á diffusão do pollen.

Nos monocellulares, as secreções operadas na superficie do corpo ajudam-as a fixar-se e a reter as suas prêsas.

As partes esqueleticas são productos de secreção: a mór parte não tomam a sua fôrma solida senão depois da sua sahida da materia viva; taes são a cellulose das cellulas vegetaes, a concha de chitina dos insectos, o involucro calcareo dos foraminiferos, que se depositam á superficie n'uma camada superficial. Outros productos esqueléticos ficam no organismo depois da sua producção; são lançados fóra da cellula apoz um lapso de tempo mais ou menos longo sob a fôrma d'agulhas calcareas, de conchas, etc.; taes são, entre outros, os elegantes esqueletos dos radiolarios (fig. 39). As substancias figuradas são lançadas fóra, na amiba, entre outros, segundo um processo que faz lembrar a sua absorpção. As massas alimentares não assimiladas ficam na vacuola d'onde são alijadas pelos movimentos de reptação da amiba (fig. 40). A secreção do mucus representa uma fôrma intermediaria entre a eliminação das substancias liquidas e a eliminação das substancias solidas.

Os productos d'excreção. — A expulsão das materias excrementicias, ou residuos, opera-se de diversos modos:

1.º Sob a fôrma d'elementos *gazozos* com o acido *carbonico* (pela respiração), producto da oxydação da albumina ou da fermentação dos hydratos de carbonio.

Pensasse-se o que se pensasse durante muito tempo, o mesmo phenomeno realisa-se todavia com as plantas. Basta, para nos certificarmos, analysar os productos da respiração vegetal com a ajuda d'um gazometro, emquanto que a funcção chlorophylliana não se effectua, isto é na escuridão. Á luz, effectivamente, a *seiva bruta* levada desde o solo até ás folhas alli se transforma em *seiva elaborada*; e, ao mesmo tempo que da respiração resulta uma eliminação d'acido carbonico, opera-se, do facto da funcção chlorophylliana, uma excreção d'oxygenio que mascara o precedente phenomeno.

2.º Pela excreção d'elementos *liquidos*. É primeiro a agua que se elimina com os saes que ella contém em dissolução. Não se póde observar esta excreção n'uma cellula isolada, mas sómente em grupos de cellulas. Nas plantas, é pelos *estomatos* da folha que se opera a transpiração; no animal é pelas glandulas sudoriparas e sobretudo pelo rim.

Os productos *não azotados* dos albuminoides são, na maior parte, completamente oxydados e eliminados sob a fôrma de gaz carbonico e d'agua.

Os productos *azotados*, salvo uma fraca parte transportada no suor e nas materias excrementicias solidas, são transformados em *urêa*, *acido urico*, *acido*

hippurico, creatina, etc., ou em bases xanthicas que se encontram na urina.

Póde-se, pois, analysando esses productos da excreção, medir, com relação aos ingesta, o trabalho de transformação que se operou no organismo, em condições dadas.

Encontram-se ainda nas permutas nutritivas, productos devidos ás bacterias que são chamados *ptomáinas*, as mais conhecidas das quaes são as *toxinas*.

3.º Emfim as materias solidas expulsam para fóra, além dos corpos indigeriveis, alguns vestigios d'azoto.

As permutas da cellula. — Fóra dos movimentos de conjuncto que constituem o phenomeno da nutrição (ingestão, digestão, assimilação, desassimilação), cada cellula é o centro d'um cyclo de permutas que se realisam entre ella e o seu meio, e entre o nucleo e o protoplasma que a constituem. O mecanismo d'estas permutas é d'uma extrema complicação, e mesmo todas as suas phases não são ainda conhecidas. Pódem-se reduzir a um schema as relações reciprocas dos tres factores em presença: o meio, o protoplasma, o nucleo. «A cellula recebe de fóra certas substancias, uma parte das quaes (*a*) soffre desdobraimentos e syntheses no protoplasma pelo seu encontro com as substancias que já lá existem. Das substancias resultantes d'estas transformações, uma parte (*b*) é logo eliminada como inutilisavel; uma outra parte (*c*) fica no

protoplasma para ali ser ulteriormente utilizada; uma terceira parte (*d*) é, em compensação, levada ao nucleo. Além d'isso, o nucleo recebe ainda uma parte das substancias vindas de fóra e que atravessaram o protoplasma (*e*) sem soffrerem modificação. As ma-

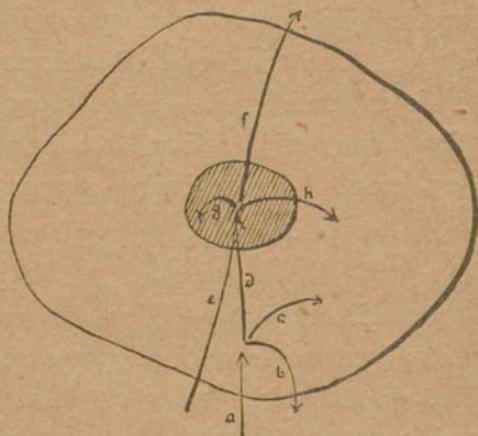


Fig. 41. — Schema das permutas da cellula. As flechas indicam a direcção do curso das materias.

terias entrando no nucleo (*d + e*), soffrem de seu lado, no interior d'este ultimo, certas modificações d'on-de resultam outras substancias que, em parte, são lançadas para fóra sem terem sido modificadas pelo protoplasma (*f*), em parte regressam ao protoplasma para ali encontrarem um emprego ulterior (*h*) e ficam em parte no próprio nucleo (*g*) (fig. 41).»¹

1 VERWORN, *Physiologie générale*, p. 577-578.

Este schema dá uma idéa approximativa das relações estreitas que existem entre o protoplasma e o nucleo, e de que complicações complexas são o centro. Este encadeiamento é tão estreito, que se um dos elos d'esta cadeia das permutas chega a modificar-se, d'ahi resultam perturbações taes que póde sobrevir a morte.

Notou-se, todavia, que a despeito da estreita ligação do protoplasma e do nucleo, certos processos persistiam ainda no protoplasma depois do arrancamento do nucleo; é que existem no protoplasma certas quantidades de substancias oriundas do nucleo que ainda operam; consumidas ellas, cessam as permutas e a célula morre.

Resumo. — O phenomeno da nutrição demonstranos que a vida é um facto de ordem primeiro que tudo molecular e que, por outro lado, não conhece o estado estatico. As substancias plasticas ou albuminoides, como as substancias energeticas (gorduras e hydratos de carbonio), são submettidas a um perpetuo renovamento: soffrem uma desassimilação contínua contrabalançada por uma assimilação parallela. Constantemente a trama dos tecidos desagrega-se molecularmente e reconstrue-se; no ser vivo, a energia evoluciona atravez dos proprios órgãos submettidos a uma evolução interior. O estudo do phenomeno da nutrição, põe em evidencia o facto de que a machina viva funciona graças a uma entrada de combustiveis que ella transforma, por processos physico-chimicos,

em energia potencial ou actual, que acondiciona em seguida a sua actividade. De resto, já demos, ao estudarmos o movimento, que é a phase de dispendio d'energia accumulada pela substancia viva na sua phase de nutrição, uma outra demonstração concordante d'estes factos.

A reproducção. — Um outro character, commum a todos os sêres vivos, reside na geração. Todo o sêr vivo, qualquer que seja, sae d'um outro sêr vivo semelhante a elle, que por sua vez tem a faculdade de se reproduzir, e de dar nascimento a um individuo que tambem lhe é semelhante.

A geração manifesta-se sob duas fórmulas: é sexuada ou asexuada. Mas n'um ou n'outro caso, produz-se sempre por divisão cellular, e não é senão uma consequencia do phenomeno de crescimento.

A divisão directa. — Estudando a cellula, vimos precedentemente de que maneira se reproduziam esses organismos elementares. Quando, em consequencia das entregas nutritivas, a cellula, em que os desperdicios são menores do que as acquisições, attingiu o tamanho maximo que não pôde ultrapassar, divide-se, portanto, reproduz-se. Durante a divisão o nucleo e o protoplasma são successivamente a séde das mesmas transformações; primeiro tomam uma fórmula alongada, depois adelgaçam-se a ponto de apenas serem ligados por um tenue fiosinho, que bem depressa

se rompe. Vê-se então manifestarem-se duas cellulas-filhas, mais pequenas que a cellula-mãe, que não tar-

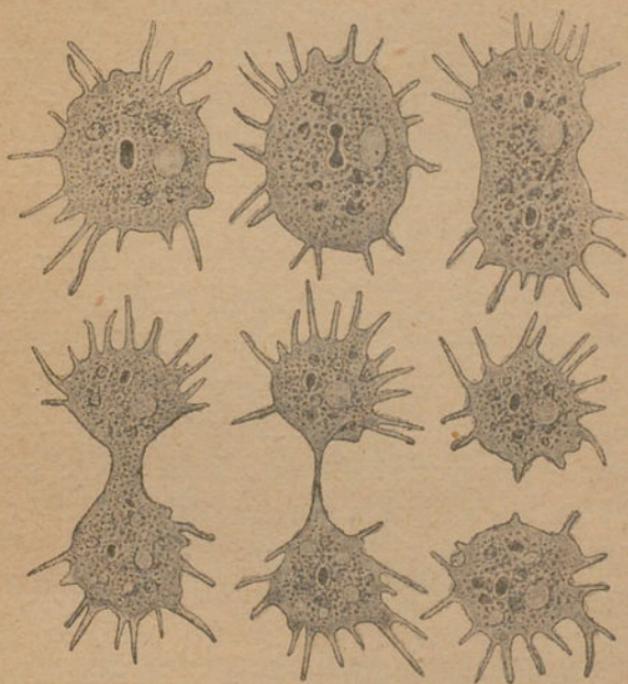


Fig. 42. — *Amoeba polypodia* em seis estadios sucessivos de divisão. O corpo escuro rodeado d'um halo claro no interior da cellula é o nucleo, o corpo pallido é a vacuola contractil.

darão a crescer, para, logo que attingem a maxima dimensão, se scindirem de novo: é o phenomeno da *divisão directa* (fig. 42.)

A divisão indirecta. — A divisão chama-se *indirecta*, quando se acompanha, no nucleo d'uma serie de

transformações definidas chamadas phenomenos de *karyokinese*, todo o processo das quaes tem por termo a separação da cellula-mãe em duas cellulas-filhas, ambas providas egualmente d'uma parte de nucleo e d'uma parte de protoplasma. Este phenomeno de *karyokinese* é, com o da nutrição, a mais importante actividade da cellula; a minudencia demonstra ao mesmo tempo que a complexidade, a perfeição da actividade dos organismos elementares.

Chama-se *karyokinese*, ¹ (de *karyos*, nucleo, e *kinesis*, movimento) o acto pelo qual uma cellula se divide de per si em duas cellulas identicas, depois de ter sido o centro d'uma serie de transformações sempre pouco mais ou menos semelhantes. Não nos importaremos com variedades de minudencia, e submetteremos todos os typos a um unico processo.

Para facilidade da exposição e para nos conformarmos com o methodo da maioria dos autores, distinguiremos na *karyokinese* quatro periodos, recordando todavia que são puramente artificiaes:

1.º A *prophase*, ou phase preparatoria para a divisão;

2.º A *metaphase*, durante a qual os elementos do nucleo tomam o seu logar para a divisão ulterior;

1 A palayra *karyokinese* applica-se exclusivamente á divisão do nucleo. É n'elle que se realisa o acto essencial. Certos authores designam-o sob outros nomes: *mitose* (FLEMMING), *cinese* (CARNOY); HENNEQUY chama-lhe *cytodicrese* para recordar os actos de separação que se effectuam em toda a cellula.

3.º A *anaphase*, no decurso da qual o material nuclear é distribuído ás duas futuras cellulas-filhas;

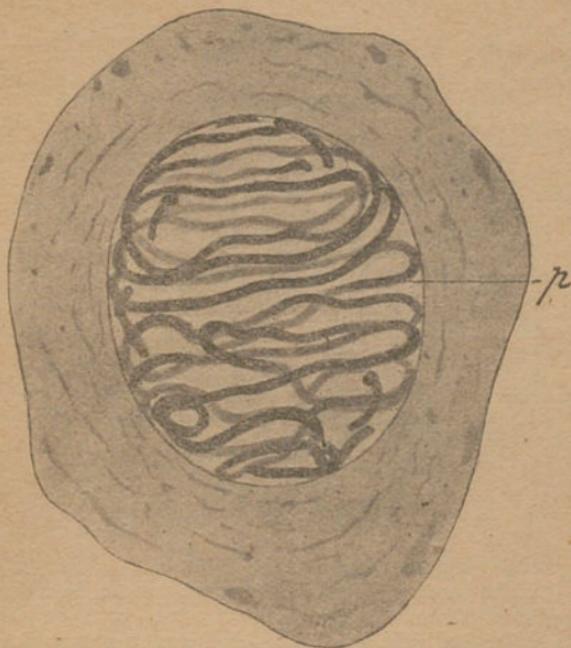


Fig. 43.—Grossa espermatogonia de *Salamandra maculosa* no estadio espirema. A chromatina dispõe-se seguindo um filamento continuo e enovelado. Augmentada 1.500 vezes.

4.º A *telophase*, em que as duas cellulas filhas se separam uma da outra e regressam ao estado de repouso cellular. ¹

¹ Tiramos esta divisão do livro de PRENANT, pag. 685. Encontra-se n'essa obra desde a pagina 681 até á pagina 770, uma exposição, tão completa quanto possivel e d'uma grande clareza, do phenomeno da karyokinese.

Mas em vez de traçarmos o schema geral d'este acto, como de ordinario se faz nos livros classicos, ¹



Fig. 44. — Espermatogonia da Salamandra. O espirema dividiu-se transversalmente n'uma serie de chromosomos diversamente enlaçados uns com os outros *ch*. Ao lado do nucleo, os dois centrosomos desviaram-se um do outro; distingue-se entre elles um ponto claro limitado lateralmente por dois bordos escuros e lineares. É o esbôço do fuso *f*. Em volta d'essas formações irradiam finos filamentos cytoplasmicos que constituem o primeiro rudimento da figura asterianna. Augmentada 1.500 vezes.

preferimos expôr um dos casos melhor estudados de karyokinese. Encontramos n'isso tres vantagens: 1.º

¹ A questão está particularmente bem tratada sob esta forma na obra classica de M. M. MATHIAS DUVAL e PAULO CONSTANTIN, *Anatomie et physiologie animales*. Paris, Baillièrre, 1 vol.

o acto relatado integralmente dá uma ideia mais exacta do phenomeno do que um schema geral que não passa d'uma approximação affastada; 2.º este processo de descripção real é mais conforme ao plano e ao fim d'este livro; 3.º poderemos, graças a esta escolha, servir-nos das bellas figuras de MR. PRENANT.

Tomaremos, como exemplo d'este estudo, a karyokinese das cellulas d'um batrachio, da grossa espermatogonia da «Salamandra maculosa», porque essa cellula é bastante elevada em organização para que possamos seguir-lhe os diversos momentos do acto, e encaral-a na sua complexidade.

1.º *Prophase*. — O filamento do nucleo que chamamos *chromatico* augmenta d'uma maneira consideravel (fig. 43). Se o submettermos á acção dos corantes, afim de o tornarmos visivel ao microscopio, vê-se ao mesmo tempo crescer a sua avidéz para as materias corantes. Os grãos chromaticos cujo rosario constitue o *filamento*, engrossam, depois soldam-se; esse filamento, uma vez fechado, secciona-se em fragmentos chamados *chromosomos*¹ (fig. 44). A membrana nuclear desaparece e o suco nuclear mistura-se com o protoplasma da cellula. Este facto prova bem que se o nucleo desempenha um papel capital na reproducção da cellula, a sua actividade está todavia ligada, e estreitamente, á do protoplasma.

1 Palavras synonymas: *chromosomos* (WALDEYER), *segmentos nucleares* (O. HERTWIG), *bastonnetes chromaticos*.

Os chromosomos assim constituídos dividem-se no sentido do seu comprimento, conservando a fôrma d'um V cuja ponta está voltada para o centro da cellula (fig. 45). Ao mesmo tempo que se realisam estes phenomenos, vêem-se apparecer no protoplasma dois corpusculos, muito avidos das materias corantes: os



Fig. 45.—Esbôço mais desenvolvido do fuso central; na sua massa differenciam-se um grande numero de fibras, as futuras fibras do fuso central. Augmentado 1.200 vezes.

centrosomos (fig. 46); distinguem-se em redor d'elles irradiações que augmentam até á periphèria, repellindo o nucleo do centro da cellula. Em seu logar apparece uma formação radiada: o *aster*.

Ao mesmo tempo fibrillas nascidas dos elementos do nucleo unem os dois centrosomos aos diversos chromosomos e fôrman assim as *fibras do manto*.

Os dois centrosomos affastam-se um do outro, mas ficam unidos por uma especie de *fuso* (fig. 47) sobre o qual os chromosomos veem collocar-se dois a dois,

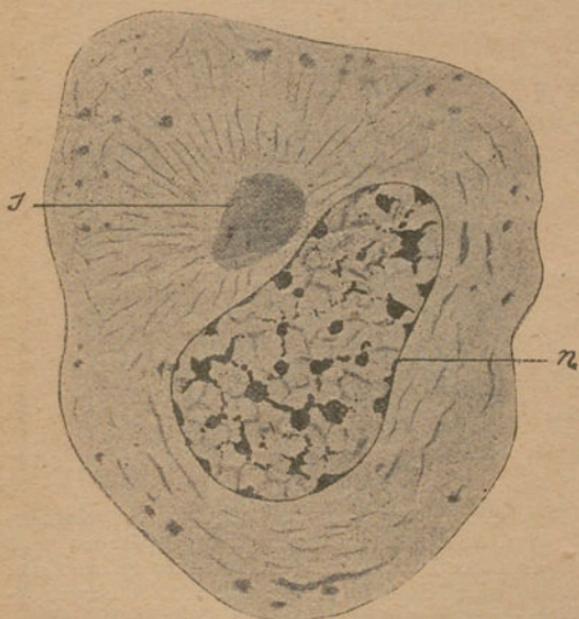


Fig. 46. — Grossa espermatogonia de *Salamandra maculosa*. A chromatina do nucleo em repouso está distribuida irregularmente á superficie do reticulo de linena. Ao lado do nucleo *n*, encontra-se uma massa escura, a esfera ou idiosoma *s*, na qual se notam dois grãos negros. São os centrosomos. Augmentada 1.500 vezes.

com a ponta do seu V fixada na parte equatorial dos filamentos do fuso (fig. 48 e 49).

«Segundo a explicação geralmente adoptada sobre a *collocação no fuso* dos chromosomos, estes são attra-

hidos em volta do equador fusorial pela tracção das fibras do manto, que pouco a pouco se vão tornando mais curtas, rodeiam á maneira d'um cone filamentososo



Fig. 47. — Grossa espermatogonia de salamandra. A membrana nuclear desapareceu e os chromosomos disseminaram-se no cytoplasma, ao nivel da area nuclear. Entre os corpusculos centraes encontra-se uma figura fusiforme, d'aspecto claro: é o esbóço do fuso central. Em tôrno dos centrosomos estão ao centro um grande numero de filamentos achromaticos: são os asters. Augmento de 1.200 vezes.

as duas metades do fuso central e arrastam assim os segmentos chromaticos, sobre os quaes estão primitivamente ligadas.» ¹

2.º *Métaphase*. — N'este momento, a cellula em via

¹ PRENANT, *Traité d'histologie*, p. 687-688.

de seccionar-se apresenta um aspecto especial, que é reproduzido schematicamente na figura 50. Ahi se vêem as relações d'actividade do protoplasma e do nucleo, pois que as fibras do fuso central (em plenos

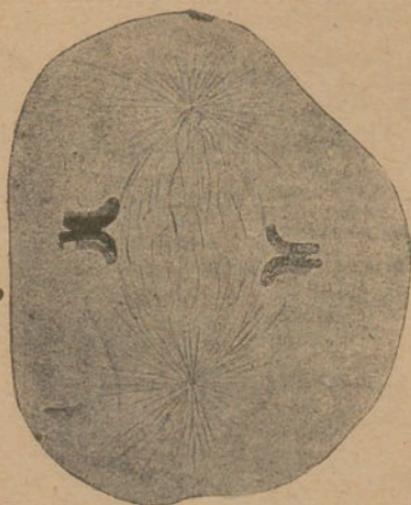


Fig. 48. — Grossa espermatogonia de salamandra. Estudo da placa equatorial. Para melhor fazer comprehender as relações dos chromosomos com o fuso central, representaram-se sómente dois duplos chromosomos vistos de perfil. Aumentada 1.200 vezes.

traços na figura) são de origem protoplasmica, e que as fibras do manto são d'origem nuclear.

3.º *Anaphase*. — Dissemos que as ansas em fórmula de V (chromosomos) se separam no sentido do seu comprimento, desde o começo do acto. N'esse momento, essas ansas gêmeas separam-se, e seguindo uma n'um sentido, e outra no sentido opposto, as

fibras do fuso central, sobem para os centrosomos (fig. 51 e 52). Em vez d'uma corôa equatorial, distinguem-se-lhes duas que se affastam em sentido inverso, e regularmente. A cellula alonga-se ao mesmo tempo que as fibras do fuso central, mas como cessa

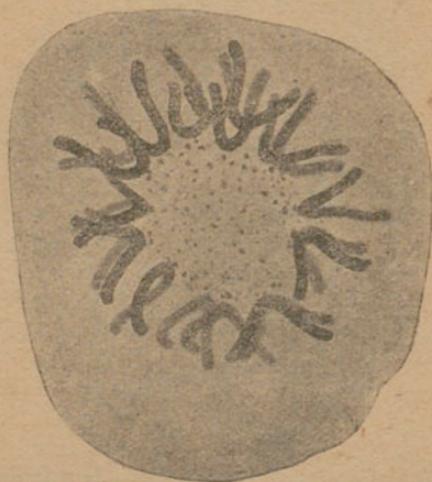


Fig. 49.—Placa equatorial vista de frente. No centro da figura observa-se um grande numero de pontos que representam o corte das fibras do fuso central. Em volta d'essa zona encontram-se os chromosomos em forma de V, cujos vertices são orientados para a periphéria do fuso central. Augmentada 1.200 vezes.

de crescer mais depressa do que as fibras, estas tomam uma fôrma ondulada (fig. 52).

4.º *Telophase*.—As duas corôas d'ansas chromaticas, tendo attingido os centrosomos, perdem a sua configuração regular; as ansas enlaçam-se, soldam-se pelas suas extremidades (fig. 54) e, rodeando-se da

membrana nuclear, tomam o aspecto de dois nucleos identicos ao da cellula-mãe. Ao mesmo tempo que as fibras do fuso central se attenuam e desaparecem, a esphera ou *idiozoma*, d'onde mais tarde sahirão os dois centrosomos que orientarão uma nova bipartição, apparece na visinhança de cada novo nucleo. Tendo o ultimo tomado a fórma d'uma ferradura, é nas suas ramificações que se collocam os dois centrosomos, já divididos para uma bipartição futura.

A cellula começou a dividir-se logo que as corôas d'ansas chromaticas chegaram aos centrosomos. Produz-se então um estrangulamento na sua parte equatorial, e bem depressa se separa completamente em duas cêllulas filhas. ¹

Estes phenomenos curiosissimos pela sua complicação e regularidade, nada teem todavia de mysteriosos; são puramente physicos, determinados pela constituição da cellula, e tão pouco particulares á materia viva que em cellulas não vivas, Mr. St. Leduc conseguiu reproduzir uma karyokinese experimental (fig. 55 e 56).

Tal é em toda a sua complexidade o phenomeno da karyokinese. É um dos modos da funcção de reproducção, e encontrar-lhe-hemos os germens em todos os seres monocellulares. Não o estudamos senão na

1 Para a explicação, ainda muito difficil de dar, d'estes phenomenos vêr: JACQUES LAEB, *La dynamique des Phenomènes de la Vie*, Paris, Alcan, 1908.

cellula animal, porque quasi identico se encontra nas cellulas vegetaes; é o que prova a figura 57 que mos-

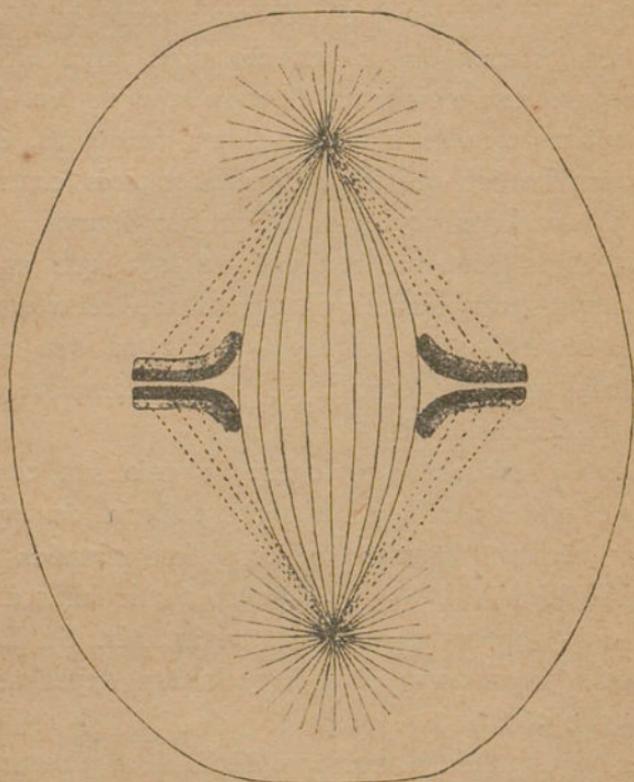


Fig. 50. — Metaphase. Figura schematica. Nos verticees do fuso central, distinguem-se os corpusculòs polares com as suas irradiações asteriannas. As fibras do manto em ponteados inserem-se sobre os chromosomos da corôa equatorial.

tra o fuso central, e aonde se vêem as ansas agruparem-se nos centrosomos. Mas a reprodução não é uma propriedade exclusiva da cellula; todos os sêres

vivos possuem esse caracter de reproducção seguindo analogo processo. Os diferentes modos de reproducção não são outra coisa senão uma divisão celular.

As fórmãs de segmentação na divisão indirecta.
— A divisão indirecta, tão espalhada nas fórmãs cel-

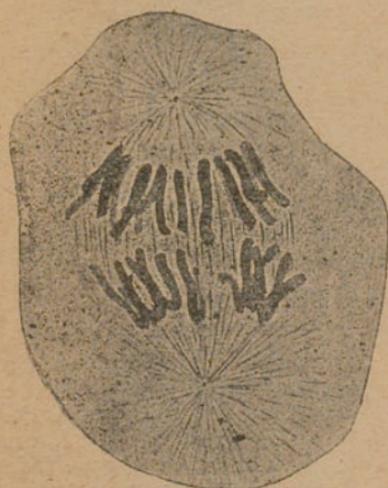


Fig. 51. — Grossa espermatogonia da salamandra. Anaphase. A corôa equatorial desdobrou-se em duas corôas filhas cujos chromosomos constitutivos começam o seu movimento d'ascensão polar. Aumentada 1.200 vezes.



Fig. 52. — Grossa espermatogonia da salamandra. Anaphase. Os chromosomos terminaram o seu movimento d'ascensão polar; as fibras do fuso central cresceram consideravelmente e tomaram uma forma ondulada. Aumentada 1.200 vezes.

lulares, apresenta-se ahi sob aspectos que se pôdem reduzir a quatro typos principaes:

A segmentação é total, e então, as cellulas-filhas,

separadas por uma membrana, apresentam typos perfeitamente acabados, que pódem ser, consoante os ca-



Fig. 53.—Grossa espermatogonia da salamandra. Telophase. Estadio inicial da reconstituição dos nucleos. Aumentada 1.200 vezes.

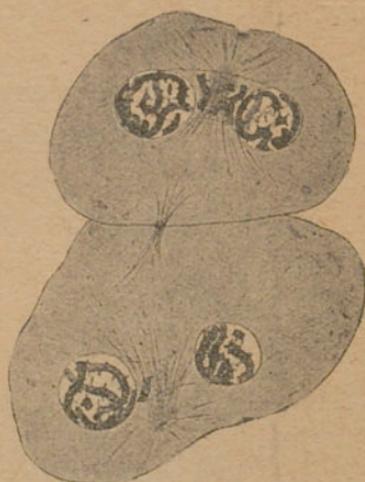


Fig. 54.—Grossa espermatogonia da salamandra. Telophase. Os nucleos estão reconstituídos e rodeados pela sua membrana d'involucro; tomaram a forma de ferraduras na concavidade das quaes se localisam os corpusculos centraes já desdobrados e um aglomerado protoplasmico produzido sem duvida pela condensação das irradiações asteriannas. É a esphera ou idiozoma. Aumentada 1.200 vezes.

sos, de dimensão egual (fig. 58) ou de dimensão desigual (fig. 59). Na separação total por *germinação*, como se nota em certos coelenterados, fórma-se n'um logar do corpo um rebento, que não tarda a

cahir e que é o ponto de partida d'um novo individuo (fig. 60).

A segmentação é parcial, quando as cellulas-filhas



Fig. 55.—Phenomeno de karyokinese artificial. Formação do espirema. Experiencia de Mr. Steph. Leduc. Chapa comunicada pelo author.



Fig. 56.—Phenomeno de karyokinese artificial. Formação do fuso nuclear e orientação dos chromosomos no plano equatorial. Experiencia de Mr. Steph. Leduc. Chapa comunicada pelo author.

adherem pela base a uma massa de protoplasma commum.

A segmentação é simultanea quando, como nos protistas, a cellula dá nascença a *esporos*, que, formados pela decomposição do nucleo n'uma infinidade de pequenos nucleos que se rodeiam de protoplasma,

reproduzem, depois de se tornarem livres, a especie de que derivam (fig. 62).

Estes sêres que se reproduzem pela formação de esporos, e nunca por simples crescimento, como os outros monocellulares, apresentam-nos um estadio d'evolução mais complexa, visinho do desenvolvimento dos organismos de geração sexuada. Com elles pôde-se já seguir a evolução do ovo, porque para se tornarem semelhantes á cellula-mãe, os esporos passam por uma serie de transformações. O facto é muito visivel em certos Infusorios ciliados em fórma de feijões, que, chegados ao seu maximo desenvolvimento, *enkystam-se*, isto é rodeiam-se d'um involucro espesso ou *kisto*, no interior do qual o corpo se reduz gradualmente para se resolver em esporos que, expulsos, dão cada um nascença a um individuo novo. Este, depois de ter passado por uma serie de fórmas, attinge em ultimo grau a de infusorio ciliado (fig. 62).

Emfim, a *segmentação é chamada de redução*, quando remata pela formação dos ovulos e dos espermatozoides, depois de ter dado por divisão primaria e regular cellulas *espermatomeras*.

A geração asexuada. — A geração asexuada é a de todos os sêres monocellulares em que se faz a divisão, como temos visto, pela segmentação d'uma cellula-mãe em cellulas-filhas, e a de alguns sêres pluricellulares inferiores, os vermes por exemplo. Efectivamente certos vermes, reproduzem-se por *scisão*;

o seu corpo segmenta-se em diferentes partes, e cada um dos productos da segmentação dá um individuo

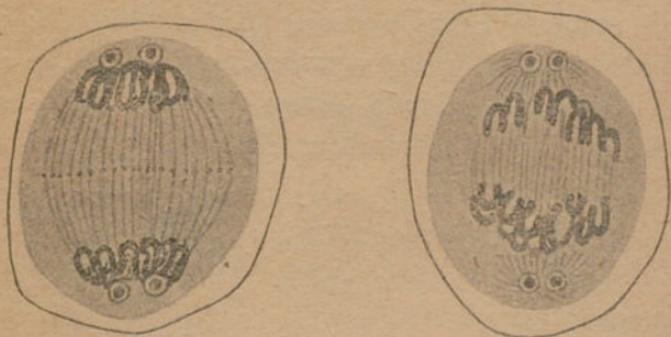


Fig. 57. — Karyokinese das cellulas-mães do pollen no *Lilium*. Anaphase. Nas extremidades fusoriaes, constata-se a existencia dos centros cineticos nitidos e já desdobrados.

completo. N'outros pluricellulares, como o indicamos mais acima, a reproducção faz-se por *germinação*.

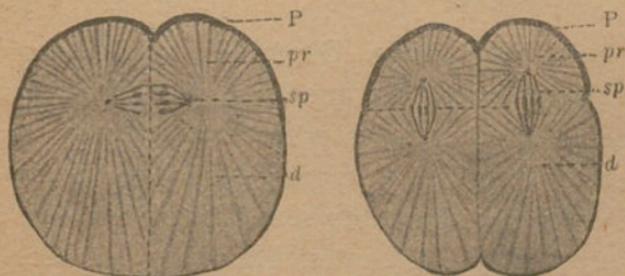


Fig. 58. — Segmentação d'um ovo de rã: *P*, superficie pigmentada do ovo; *pr*, polo protoplasmico; *d*, polo rico em vitellus; *sp*, fuso nuclear.

A geração sexuada. — Nos seres mais elevados em organização, opera-se uma divisão das funções

geradoras, em função-macha e em função-femea. Uma cellula especial, que se diferenciou no decurso da evolução, é caracterizada pela função reproductora. O processo é desde então mais complicado: um órgão fecundante, o *espermatozoide* (fig. 63), e um órgão fecundado, o *ovulo*, devem fundir-se, e é da sua fusão e da divisão celular que ella arrasta, que ha-de

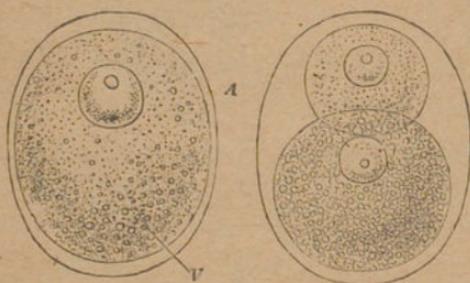


Fig. 59. — Segmentação desigual do ovo d'um verme; A, polo protoplasmico; V, polo rico em vitellus.



Fig. 60. — Formação de rebentos n'um polypo.

nascer o individuo novo. Observa-se todavia um caso, o da *parthenogenese*, em que ovos não fecundados dão nascimento a sêres aptos para viver. Certos crustaceos, certos pulgões asexuados (pseudo-femeas) produzem ovos que não tendo sido fecundados dão crustaceos e pulgões semelhantes. Ha todas as razões para supôr o ovo constituido pela reunião dos dois elementos: um macho e outro femea.

A conjugação.— Este phenomeno de fusão de duas cellulas que resulta, na geração sexual, da divi-

são do trabalho sobrevinda no desenvolvimento das especies encontra-se n'outra parte, e para outros effeitos: isto é o *remoçamento* das cellulas avelhentas.

Em certos organismos inferiores vêem-se, de facto, fusionar cellulas afim de operarem o remoçamento dos seus proprios elementos. ¹ Os Plastidios e os



Fig. 61. — Formação d'um grande numero de cellulas por segmentação do ovo d'um insecto em dois estadios successivos.

Infusorios-ciliados, depois d'um certo numero de bipartições, apresentam signaes de degenerescencia; a assimilação não parece ser-lhes já possivel. D'ahi em diante não pódem crescer nem reproduzir-se mais. Então intervem para elles um phenomeno novo que lhes restitue essas facultades perdidas. Em presença uns dos outros, esses organismos apoderam-se do que

se chamou *uma epidemia de conjugação*; attrahem-se e depois copulam. O seu *nucleo principal* ou *funcional* decompõe-se, depois dissolve-se no protoplasma, enquanto que os seus *nucleos accessorios* que até então não coadjuvaram nenhuma das manifestações da vida,

1 E. MAUPAS. O remoçamento Karyogamico nos Ciliados. *Archives de zoologie experimentale et générale*. 2.^a serie, vol. VII, 1889, p. 150 a 157, fig. 9 a 23.

Cf: *Recherches experimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés*, *ibid.*, 2.^a serie, vol. II, 1888, p. 165 a 277, fig. 9 a 12.

tornam-se activos e dividem-se. Os dois Plastidios permutam então os seus nucleos, de tal sorte que cada individuo após a conjugação contém um nucleo femea que lhe pertence como propriedade sua e um nucleo macho que lhe forneceu o seu associado. Em cada um d'elles se reforma em seguida o nucleo principal ou functional, e o nucleo accessorio de reserva. Desde então o Plastidio remoçado pôde assimilar de novo e dividir-se.

Este phenomeno de conjugação observado nos Protozoarios produz-se tambem nos Metazoarios, com a differença de que, na fecundação, as cellulas ficam ligadas e fórman um sêr dotado de vida. «Além d'isso, n'estes sêres, são apenas alguns dos plastidios da... nona geração que teem a propriedade de se transformar pelo *remoçamento karyogamico* n'um ovo, ponto de partida d'uma nova serie de bipartições, isto é d'um novo metazoario.»¹

É d'este processo que derivam os phenomenos da reproducção nos órgãos sexuos.

A fecundação. — A reproducção sexual apresenta dois estados que se precedem ou se seguem, segundo as especies consideradas: a *maturação* e a *fecundação*. Na *Ascarida* do cavallo, por exemplo, a maturação do ovo só se effectua depois da fecundação e da in-

1 LE DANTEC, *La matière vivante*, p. 179.

troducção do espermatozoide no ovulo; enquanto que com o ovo do ouriço do mar a maturação precede a fecundação; já se encontra realisada á entrada do espermatozoide. Não insistiremos sobre as variantes de minudencia que um e o outro caso acarretam; indicaremos sómente, nas suas linhas geraes, o processo do acto da fecundação. A fecundação pôde ser estudada nos ovos d'ouriço do mar em que as cellulas sexuadas, em vez de estarem encerradas no organismo, encontram-se em estado livre. Chegadas ao estado de maturação, desprendem-se do ouriço e fluctuam na agua do mar aonde se opera a sua fusão.

A cellula femea ou *ovulo* é uma grande cellula, de fôrma arredondada (fig. 64 I) ou amiboide (fig. 64 II), de protoplasma abundante e de nucleo vesiculoso; a cellula mascula ou *espermatozoide*, é, por comparação, uma cellula de pequenissimo tamanho, composta d'um nucleo e d'uma minima quantidade de materia protoplasmica. Ella é formada d'uma cabeça e d'uma cauda, e dotada de movimentos proprios que lhe servem para se mover ao encontro do ovulo. A fecundação consiste na fusão d'um espermatozoide e d'um ovulo; os dois nucleos e os dois protoplasmas misturam-se, depois o ovo segmenta-se nas suas duas primeiras metades, que de per si se subdividem, recebendo cada parte materiaes das cellulas machos e femeas fusionadas, tanto em substancia protoplasmica como nuclear.

Todo o organismo pluricellular tem, pois, o seu

ponto de partida no desenvolvimento gradual d'uma cellula unica: o ovulo fecundado. A evolução do phenomeno da reproducção percebe-se facilmente; nos Mo-

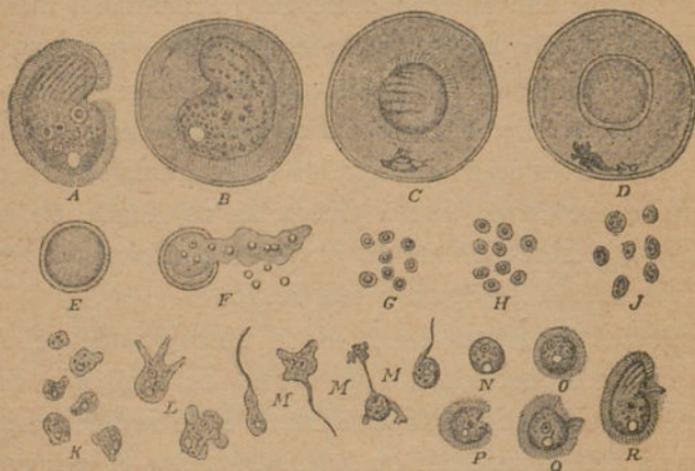


Fig. 62.—Desenvolvimento do *Colpoda cucullus*. A) Colpódio. B) O colpódio, quando da formação dos esporos, rodeia-se d'um involucreo espesso ou *kysto*. C) Depois de ter expulsado todas as particulas nutritivas, retrahe-se n'um corpo esferico. D) Depois de ter perdido os seus cilios envolve-se n'um segundo involucreo mais pequeno. E. F.) O conteudo d'este segundo involucreo resolve-se em esporos que fazem rebentar a capsula e são postos em liberdade. H, I, J, K, L) Cada esporo dá nascimento a um novo individuo que rasteja, come e cresce. M) Guarnece-se d'um appendice vibratil com o qual nada. N) Agglomera-se n'uma pequena cellula globulosa. P, Q, R) A qual se cobre na sua superficie de cilios vibrateis e, crescendo, vão adquirindo pouco a pouco a forma d'um colpódio.

nocellulares faz-se por simples divisão da cellula, mas em alguns, como nos protistas, nota-se já uma phase de complicação com o *enkystamento* e a *formação dos esporos* (fig. 62). Nos Pluricellulares, em consequen-

cia da divisão do trabalho, uma cellula se differencia, que é o orgão sexual macho ou femea. Em certas especies, como nos ouriços do mar, a fecundação é entregue ao acaso, pois que é no mar que se encontram os elementos sexuaes que ahi fluctuam em liberdade. Nos sêres mais elevados em organização, os productos machos são depostos n'uma cavidade especial aonde encontram os productos femeas. Em resumo, eis, segundo a opinião de Mr. le Dantec, a ideia mais geral que se deve ter do phenomeno da reproducção: «A generalidade do processo da reproducção sexual levou-me a pensar que o proprio phenomeno da vida elementar manifestada, a assimilação, contém os elementos do phenomeno sexual; n'outros termos, que a propria substancia viva é *bipolar*, que a sua molecula contém um polo macho e um polo femea, e que um elemento sexual maduro não contém, em vez de moleculas completas, senão os polos do mesmo nome das moleculas do individuo reproductor; por consequencia que dois elementos de sexo opposto e da mesma especie são complementares, e completam-se, effectivamente, no acto da fecundação. ¹

QUADRO QUE RESUME OS DIFFERENTES MODOS
DE REPRODUCCÃO

1.º **A geração asexuada.** — Póde-se defini-la: um modo de crescimento cellular.

1 LE DANTEC, *Les influences ancestrales*, p. 284.

Produz-se:

a) por *germinação* ou *gemmação* (nos polypos, nos vermes...)

Na superfície do organismo produz-se um engrossamento organizado, ou rebento, que cresce e forma um novo indivíduo.



Fig. 63. — Espermatóide d'um peru; *t*, cabeça; *c*, filamento caudal; *i*, peça intermediária na cabeça e na cauda. Aumentado 500 vezes.

Este póde desprender-se (as Hydras) ou ficar unido ao gerador (*colonias* — por exemplo: as corallarias) (fig. 65).

b) por *scissiparidade*. — O órgão gerador divide-se em duas metades, depois desaparece dando nascença a dois organismos novos (polypos, vermes...)

c) por *esporos* ou germens. ¹
— É, como se tem dito, uma «gemmação interna».

Produz-se no interior do organismo uma cellula germinativa, que, posta em liberdade, dá um organismo perfeito (vegetaes cryptogamicos, infusorios).

2.º A geração sexuada. — Contrariamente á geração por esporos, é mister, na geração sexual, o concurso de dois germens: um macho (o espermatozoi-

1 Haeckel chama a esta geração: A Esporogonia.

de), o outro fema (o ovulo). A sua fusão constitue o acto da fecundação. Exceptua-se um caso em que a reproducção se faz sem fecundação, é o da parthenogenese.

3.º A geração alternante ou metagenese. — Nota-se uma alternancia da geração sexual e da geração asexual, em muitos animaes inferiores (polypos, vermes intestinaes...) Na serie das gerações, ha individuos alternativamente sexuados e asexuados; os primeiros nascem por geração asexual (germinação, scissiparidade, esporos), os outros d'um ovulo fecundado por um espermatozoide.

CAPITULO VI

O CARACTER EVOLUTIVO, A SENESCENCIA E A MORTE

O ser vivo evolue; está em via de perpetua mudança. A principio não passa d'uma particula de fraca dimensão, depois cresce, transforma-se, declina e des-troe-se. Derivado d'um individuo antecedente, que de per si procede d'um antepassado, sem que jámais pos-samos remontar ao primeiro gerador, não principia pois com todas as peças. Mas, desde o instante em que o observamos em via de formação, podemos se-guir a marcha das suas transformações até um termo fixado. Os estudos consagrados ao crescimento cel-lular e á reproducção demonstraram-nos, as fórmias primarias do ser vivo, quer elle se forme da scisão d'uma cellula em duas cellulas filhas, quer elle pro-ceda d'um ovo; depois as suas metamorphoses do es-tado ovo ao estado adulto. Não repetiremos o que já está dito; insistiremos apenas sobre os derradeiros caracteres da sua evolução: a senescencia e a morte.

Quando chega a faltar uma das condições vitaes,

os phenomenos vitaes param. A essa cessação da vida, a essa mudança d'estado chamamos nós: *a morte*.

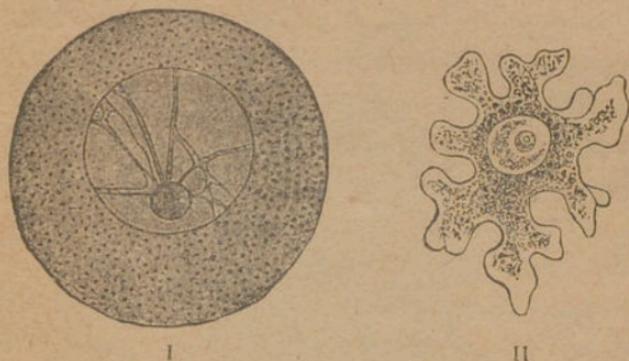


Fig. 64.—Cellulas-ovos: I. Cellula-ovo redonda de ouriço do mar; II, Cellula-ovo amiboide d'uma esponja calcarea.

Estudaremos o phenomeno da *necrobiose*¹ na cellula, assim como já o fizemos para as fórmulas elementares da vida.

A necrobiose na cellula.—Um dos processos mais simples da degenerescencia cellular é a *atrophia* (fig. 64). Em consequencia d'uma ruptura d'equilibrio, as permutas nutritivas restringem-se, e ao mesmo tempo, a construcção da substancia viva pára. Não

1 É difficil de fixar por um limite assente o ponto em que começa a morte e em que a vida cessa. É essa a razão porque SCHULTZ e VIRCHOW designaram essa passagem da vida para a morte, pelo nome de *necrobiose*.

se recompondo, a cellula reduz-se progressivamente; diz-se então que ella se atrophia. O phenomeno é ca-

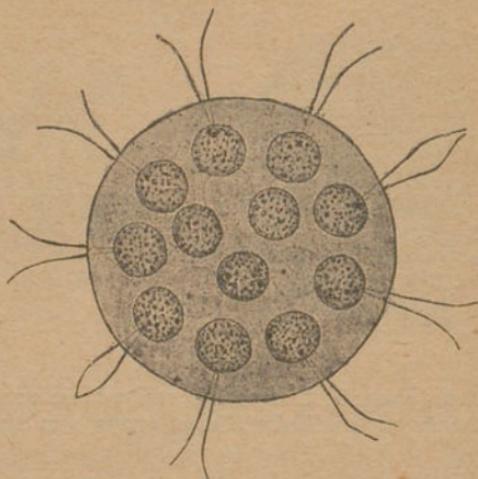


Fig. 65. — *Eudorina elegans*. Colonia de cellulas flagelladas. Todos os individuos estão incluídos n'uma capsula gelatinosa commum.

racterístico nas fibras musculares, em que desaparece

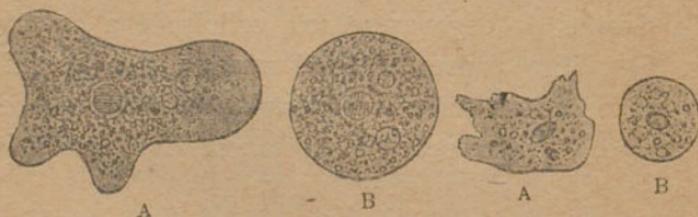


Fig. 66. — I. Amiba; A, normal; B, em necrobiose; II, leucocyto; A, normal; B, em necrobiose.

pouco a pouco, pela mistura das substancias, pelas estriações transversaes, e em que a fibra toma a appa-

rencia d'uma pequena massa arredondada, que se desloca até á total decomposição (fig. 66).

As atrophias normaes juntam-se as atrophias pathologicas (certos orgãos tornam-se muitas vezes inactivos em consequencia de doença); e a estas juntam-se o que se chamou as *necroses*, distinctas das atrophias pelo seu character d'intensidade; taes são a gangrena sêca, a necrose de coagulação, ¹ a gangrena humida e a decomposição putrida. Emfim, os phenomenos de destruição granulosa. ²

Em outros casos, o processo differe; em vez de haver paragem gradual das permutas da cellula, ha creação ou superproducção de productos intermedarios. ³ São os casos da metamorphose gordurosa, da degenerescencia mucosa, ⁴ da degenerescencia amyloide, ⁵ da calcificação. ⁶

Causas da morte. — A morte tem causas chama-

1 Consiste na coagulação das materias albuminoides dos tecidos atacados.

2 Em que a cellula atacada forma uma porção de granulações distinctas, na maior parte desprovidas de cohesão.

3 A gordura forma-se dentro da cellula á custa da substancia viva, e chega mesmo a substituil-a inteiramente.

4 O *mucus* substitue-se na cellula á substancia viva.

5 Forma-se na cellula uma substancia brilhante, d'aspecto citroso, que allí não se encontra no estado normal.

6 Opera-se um deposito de saes calcareos no interior da cellula e a substancia viva cede o logar a uma massa calcarea compacta.

das extrinsecas ou intrinsecas, segundo provém da paragem de condições vitas externas ou internas.

Causas externas. — Todo o organismo, para viver, deve encontrar no meio ambiente certas condições geraes que são: os alimentos, a agua, o oxygenio, condições determinadas de temperatura e de pressão. Privado d'uma d'ellas, morre. Mas a estas condições juntam-se outras: as condições intrinsecas que se reportam ao proprio organismo. O organismo, para se manter em vida, deve possuir todas as partes com-



Fig. 67. — Histolyse das fibras musculares na cauda do cabeçudo.

ponentes da substancia viva e os dois elementos essenciaes da cellula: o protoplasma e o nucleo. Mas, mesmo em estado de integridade, cada cellula soffre modificações. Ella é a séde de symptomas de senilidade, visiveis, sobretudo, nos individuos pluricellulares.

«Emquanto que no homem, a duração da vida do adulto é muito longa, comparativamente ao periodo embryonnario, em muitos insectos essa relação é inversa. Muitos insectos morrem logo depois da copula ou da postura; e só os individuos que não copularam é que vivem ás vezes muito tempo. O melhor exemplo é fornecido pelos *Ephemeros*. O insecto adulto e completamente desenvolvido, muitas vezes apenas

vive algumas horas e morre immediatamente depois da postura. Estes factos provam da maneira mais surpreendente que não pôde ser a totalisação d'um grande numero de perturbações d'origem exterior que acarreta a morte, mas que as causas d'estas se encontram já *no proprio organismo*, e que a morte representa sómente a terminação natural do desenvolvimento. O problema do desenvolvimento é o problema da morte são, pois, inseparaveis um do outro, e este ultimo não é senão uma parte do primeiro.» ¹ Em resumo, a morte natural provém das modificações ininterrompidas do organismo desde o seu nascimento até á sua morte. «Ora, as diversas partes do organismo entram n'estas modificações n'uma medida variavel e com uma rapidez muito differente. D'esta fôrma sobrevém, na vida de todo o organismo, um momento em que o jogo do seu mecanismo, em razão das modificações de cada uma das suas partes no decurso do seu desenvolvimento, soffreu uma tal perturbação que a morte deve ser-lhe a consequencia.» ²

A morte e a immortalidade. — A materia viva é a séde de transformações incessantes, que teem por fim a destruição da cellula, ou antes a sua passagem do estado de vida a um outro estado que se designa pelo nome de morte.

1 VERWORN, *Physiologie générale*, p. 377.

2 IDEM, *Ibidem*.

Foi, todavia, exposta a questão de saber se certos organismos não escapavam á necessidade da morte. ¹ Segundo WEISSMANN, ha uma distincção a fazer entre os sêres pluricellulares e os sêres monocellulares. Nos primeiros, que passam todos ao estado de cadaver, a morte é sempre constatable; nos outros é-o mais difficilmente. Pela sua divisão incessante em duas cellulas-filhas, renovando-se e remoçando-se sempre, parecem não poder morrer sem a intervenção d'uma causa exterior. Segundo WEISSMANN os protozoarios são immortaes; e a morte não é senão um phenomeno de adaptação apparecido no decurso da evolução, apoz a especialisação de certas cellulas em cellulas sexuaes. ² Desde então, a morte torna-se possível, porque ella não attinge a especie na sua conservação; o corpo póde morrer sem que a especie se extinga, se a cellula sexual desempenhar a sua obra e se um ovo se desenvolver. A theoria de WEISSMANN, muito combatida, pelas experiencias de MAUPAS ³ sobre a seni-

1 WEISSMANN, *Über die Dauer des Lebens* (da Duração de Vida), Iéna, 1882. *Über Leben und Tod* (A Vida e a Morte), Iéna, 1884. Cf. DASTRE, *La Vie et la Mort*, cap. V, p. 325.

2 Vêr DASTRE, *La Vie et la Mort*, p. 328. Emitte elle a opinião, suggerida pelas experiencias de Maupas, de que a morte deveu apparecer quando os infusorios começaram a povoar as aguas, porque estes animaes distinguem-se pela propriedade do remoçamento karyogamico.

3 MAUPAS. *Recherches experimentales sur la multiplication des infusoires ciliés*. *Arch. de zool. experim. et générale*, t. VI, serie 2.

lidade dos Infusorios, não mais subsiste senão no estado de hypothese.

Assim a materia viva, que tem por propriedade destruir-se sem cessar e, portanto, morrer, não é immortal; mas como ella tambem tem a propriedade de se reproduzir, perpetua-se na sua descendencia. O que subsiste não é um tal ser vivo, é o phenomeno mais geral da vida, que de si não é eterna. Pódem-se prever certas condições cosmologicas em que seria levada a desaparecer.

LIVRO TERCEIRO

A materia viva e a materia bruta

A analyse circunstanciada que acabamos de fazer dos caracteres communs aos sêres vivos, permite-nos d'ora avante affirmar que, em condições de meio favoráveis, todos os sêres dotados d'essas propriedades poderão ao mesmo tempo ser considerados como dotados de vida. O ser vivo distingue-se, pois, dos corpos inanimados por um conjuncto de caracteres que, reunidos e organisados, lhe conferem a vida, e por este facto a privação d'um só d'entre elles o condemna á morte. Estes caracteres são: uma semelhante composição chimica que é a da materia viva; uma estrutura ou organização; uma fórma especifica; uma evolução que começa com a vida e tem fim com a morte; uma propriedade d'irritabilidade e de movimento; uma outra de crescimento ou nutrição, emfim uma propriedade de reproducção. ¹

¹ Esta definição do ser vivo segundo os seus caracteres é a que dá Mr. DASTRE: *La vie de la Matière*, «Revista dos dois Mundos», de 15 out. 1902.

Julgou-se por muito tempo que estes caracteres eram o apanagio exclusivo dos sêres vivos, e que a materia bruta não podia possuir nenhum d'elles; um exame superficial apoiava estas affirmações que pouco a pouco experiencias consecutivas foram modificando. Series d'estudos comprehendidos sobre a materia inorganica permittiram concentrar n'ella, quer no estado fragmentar isolado, quer em condições fortuitas e provocadas, algumas das propriedades da materia organica.

Dir-se-ha que estas relações longinquas ou accidentaes, são de natureza a legitimar a theoria de certos sabios, sobre a identidade essencial da materia viva e da materia bruta. É o que um exame profundo d'essas relações e das suas explicações scientificas nos indicará de per si.

Ha uma coisa certa e significativa, é que todos os corpos simples, revelados á analyse na materia viva, encontram-se na materia inorganica. Nenhum corpo novo entra na composição do protoplasma; a sua unica individualidade consiste na combinação d'esses corpos. Vimos, de facto, que a materia viva encerra combinações taes como: os albuminoides, os hydratos de carbonio, as gorduras, que em nenhuma parte se encontram na materia bruta; demais os albuminoides fórnam a parte essencial de todos os organismos.

Ora, pois que a materia viva não contém elemento algum desconhecido na materia inorganica, concluiu-se d'ahi que ella tinha a sua origem na materia bruta,

tendo-lhe esta fornecido os elementos das suas combinações. Posto assim, o problema é solúvel, sob a condição de não esquecermos que uma combinação, que uma *synthese d'elements*, encerra sempre qualquer coisa mais que os proprios elementos, e por isso d'elles se distingue. O protoplasma da cellula deve á sua composição certas propriedades, mas por isso não se segue d'ahi que todos os corpos do protoplasma encontrados na analyse manifestem em si os germens d'essas propriedades.

Feitas estas reservas, resta-nos demonstrar que se as propriedades inherentes á materia bruta e á materia viva não são rigorosamente as mesmas, que se a vida assim como foi definida precedentemente não pertence senão á cellula ou ás colonias de cellulas organisadas, não é menos possível encontrar entre os corpos vivos e a materia bruta relações de parentesco ou de proxima visinhança, e de dotar certos corpos mineraes, por exemplo, de alguns attributos da vida. Os factos provarão de per si, se ha uma identidade ou relações frouxas. Mas o essencial é notar desde agora que o reino mineral e os reinos vivos não são categorias irreductiveis.

Um caracter essencial do ser vivo, dissemos, é a sua unidade de composição chimica que tem sido nitidamente estabelecida pela chimica physiologica, ¹—

¹ DASTRE, *La chimie de la matière vivante*, «Revue des Deux Mondes», 1 abril 1901.

um segundo character, que se lhe liga estreitamente, é a sua unidade-morphologica; todos os sêres vivos são, de facto, compostos, ou d'uma cellula unica (os monocellulares), ou d'um aggregado de cellulas (os pluricellulares); são, pois, todos constituídos por um mesmo elemento. ¹ A vida não se realisa senão na cellula, e é preciso ainda que ella tenha a sua integridade, isto é que contenha tudo junto, o protoplasma e o nucleo. Fóra d'estas duplas condições, não podemos observar n'ellas o phenomeno da vida. MR. DASTRE objecta bem que nas experiencias de merotomia, ² a cellula privada do seu nucleo, manifesta durante algum tempo ainda factos vitaes, e que de resto com o protoplasma triturado, desorganizado, executa ainda certas acções que lhe são proprias, taes como a producção das diastases. ³ Estas observações não parecem concludentes; nada prova que no protoplasma anucleado, não fiquem, no momento da scisão, em consequência da permuta das materias d'um elemento da cellula para outra, fragmentos de materia nuclear no protoplasma. A morte não sobreviria senão depois da sua completa desaparição. Quanto ao protoplasma triturado, embora em mau estado, nenhum dos seus elementos se destruiu, e nada nos prova que não se

1 Para mais minudencias, reportar-se ao livro I, cap. I,

2 Para a explicação, vêr pag. 37-38.

3 DASTRE. *La Vie et la Mort*, p. 248 a 250.

estabeleçam, durante algum tempo, relações entre elles — d'ahi a producção das diastases.

O ser vivo, constata-se, e é um dos seus outros caracteres, nunca apresenta um estado fixo: nasce d'um individuo que o precede, desenvolve-se á custa do meio exterior, e segue uma evolução regulada até um termo. Uma evolução, senão analogia, pelo menos tambem visivel, qualquer que seja o fim, nota-se na materia bruta. Não fallaremos, salvo por imagem, da vida dos astros, porque essa vida, a despeito de MR. DASTRE,¹ em nada nos apparece comparavel á da materia viva; não vemos n'isso uma combinação d'elementos traduzindo por uma actividade determinada as propriedades que lhe pertencem propriamente. Todavia affirmaremos, porque a experiencia o confirma sem cessar, que os corpos da natureza inanimada não são nem eternos, nem immutaveis, mas que, submettidos a todas as influencias chemicas, physicas, electricas... do meio, soffrem tambem profundas transformações. «Um bocado de latão que foi passado pela fieira, e depois aquecido, é o theatro de mudanças intestinas, infinitamente notaveis. A violencia que se exerceu no fio metallico para o fazer passar atravez da fieira esmagou-lhe as particulas cristallinas; cristaes triturados, immersos n'uma massa granulosa, tal é o estado do fio n'esse momento. O aquecimento muda

1 DASTRE, *La Vie et la Mort*, p. 252.

tudo isso. Os cristaes separam-se, completam-se, reconstituem-se; fórmam corpos geometricos duros, imergindo n'uma massa amorpha, relativamente molle e plastica. O seu numero augmenta successivamente; o equilibrio não será attingido senão quando toda a massa estiver completamente cristallina. Affiguem-se que deslocamentos prodigiosos com relação ás duas dimensões as moleculas deverão ter-se imposto para se transportarem atravez da massa resistente, e virem collocar-se em logares determinados nos edificios cristallinos.» ¹

Outros exemplos muito numerosos d'essas acções intestinas, são-nos fornecidos pelos casos de migrações das particulas materiaes atravez dos corpos sob a influencia das pressões, tracções, torsões; sob a influencia da electricidade (electrolyse), da luz, da diffusão.

A materia bruta está pois, tambem, n'um estado de mutabilidade incessante; mas pôdem repórtar-se os seus movimentos «ás manifestações d'uma vida interna», ² como se faz com a materia viva? É evidente que a lei d'inercia vale para estes dois typos de materia, porque cada um d'elles não tem a faculdade de entrar em actividade senão se um estimulante exterior a vem provocar. Esta condição da materia viva

¹ DASTRE, *La Vie de la matière*, «Revue des Deux Mondes», 15 out. 1902, pag. 904.

² A mais evidente d'estas manifestações de vida interna mostra-se nos phenomenos de karyokinese.

que designamos sob o nome de irritabilidade, e que não lhe é pessoal, pois que se encontra na materia bruta, apresenta-se n'esta ultima com propriedades analogas?

Ora, da mesma maneira que no processo da sua evolução geral, encontramos differenças essenciaes entre a materia inorganica que evoluciona no sentido d'uma indeterminação, e o ser vivo cuja evolução determinada no tempo e no espaço, segue um desenvolvimento semelhante; da mesma sorte, encontraremos na sua maneira de ser, irritadas pelo meio exterior, modalidades muito diversas. «Da materia inanimada, o ser vivo conservou a inercia, no sentido de que não manifesta as suas propriedades senão se está irritado, isto é sollicitado de fóra. Mas a sua resposta não é modelada sobre o ataque; a modalidade d'esta é independente da natureza do excitante, e independente da natureza do ser excitado.» ¹

Mas, além d'estes movimentos de conjuncto, facilmente observaveis, sabemos tambem que os corpos vivos são dotados de movimentos particulares e moleculares. Cada particula do organismo é a séde d'uma serie d'acções e de reacções que lhe são proprias. A analogia d'esta agitação intestina foi descoberta nos corpos brutos em 1827 por BROWN, ² que a designou

¹ MORAT, in *Traité de Physiologie*, de Morat et Doyon, vol. I, pag. 62.

² BROWN, naturalista inglez.

sob o nome de «movimentos brownianos». Constatou elle e depois MR. GOUY ¹ que lhe completou as observações; que uma particula, não assimilavel aos séres vivos, e qualquer que seja a sua natureza, manifesta, quando está em suspensão n'um liquido, trepidações perfeitamente irregulares e incessantes. Pôde-se observar essa agitação sem descanso em gottasinhas encerradas de ha milhares d'annos dentro de rochedos, ² e que nunca tinham cessado de estar possuidas do mesmo movimento. Este phenomeno observa-se em todos os liquidos, e é mesmo bastante provavel que depende do grau de viscosidade do liquido; de mais, pôde formular-se a seu respeito esta lei: que a agitação é tanto maior quanto mais pequena é a particula. «Este movimento parece revelar um estado de perpetua agitação no seio do que se chama um fluido em equilibrio. É portanto rasoavel vêr n'isso, como o suggere Mr. Gouy, a verificação talvez mais directa das theorias cineticas moleculares, e admittir que cada uma das particulas observadas, apesar do seu tamanho, é todavia agitada e suspensa por um mecanismo semelhante ao que agita e suspende uma molecula d'assucar n'uma solução d'agua assucarada. De maneira um pouco mais precisa, cada parcella soffre a cada instante choques moleculares, cuja resultante, não completamente

1 Mr. GOUY, physico da faculdade de Lyão. (Vêr os seus estudos na *Revue Générale des Sciences*, 1895, p. 2).

2 Estas observações foram feitas em terrenos plutonicos.

nulla, lhe imprime um certo impulso, d'onde resulta o deslocamento observado.»¹

Um dos caracteres mais apparentes do movimento browniano, é a sua permanencia; a agitação das particulas não tem paragem. Ora, se a materia se move, percebemos nos seus movimentos uma differença sensível, porque todos são executados em vista d'um estado d'equilibrio a attingir, e d'uma adaptação do ser ao meio. Parece que no caso de semelhante e constante excitação do meio exterior, o ser vivo não lhe corresponderia pois d'uma maneira ininterrupta e sempre identica, por movimentos brownianos, mas que, oppondo-se o jogo das forças do seu organismo á constituição d'um estado unico e contínuo de movimento, elle se adaptaria.

Esta observação não invalida todavia em nada a opinião dos physicos que querem vêr no movimento browniano o primeiro grau do movimento molecular. Os movimentos vitaes provam sómente uma outra organização.

Tres feições essenciaes que caracterisam a materia viva encontram-se ainda, em graus diversos de comparação, na materia bruta, e em particular nos cristaes. São: a posse d'uma fórmula especifica, a faculdade de crescimento ou nutrição, e a faculdade de reproducção. Os cristaes effectivamente são organi-

1 JEAN PERRIN. *Mécanisme de l'électrisation de contact et solutions colloïdales*, «Journal de chimie-physique», 1905, p. 58.

sados da mesma maneira que os sêres vivos. «Seria preciso não se imaginar que o cristal é um meio pleno, formado de partes contiguas exactamente applicadas umas sobre as outras por faces planas... Na realidade as partes constituintes são espaçadas; são dispostas em quincuncio, como dizia HAÜY, ou no sentido das malhas d'uma rêde, para fallarmos como DELAFOSSE e BRAVAIS. Deixam entre si intervallos incomparavelmente maiores do que os seus diâmetros. De tal guisa que a organização do cristal faz entrar em linha de conta duas coisas muito differentes: um elemento, a particula cristallina, e uma rede parallelipedica mais ou menos regular, ao longo de cujas arestas estão dispostas, n'uma orientação constante, as particulas precedentes. A fôrma do cristal traduz a existencia da rêde.»¹

É da mesma maneira que no ser vivo a fôrma especifica é acondicionada pela composição chimica (*a substancia viva do homem, por exemplo, determina a sua fôrma especifica e as suas metamorphoses do ôvo ao adulto*), da mesma maneira a composição do cristal determina a sua fôrma especifica. O sal marinho collocado em condições d'evaporação lenta, não pôde revestir senão a fôrma cristallina do cubo ou da tremonha.

Todo o ser vivo que foi truncado ou mutilado,

1 DASTRE, *La vie de la matière*. «Revue des Deux Mondes», 15 out. 1902, p. 909.

tende a recuperar as suas perdas, a reparar os seus ferimentos; ¹ os cristaes apresentam as mesmas faculdades de reparação; «quando um cristal se quebra n'uma qualquer das suas partes, e é substituído na sua agua-mãe, vê-se, ao mesmo tempo que o cristal vae crescendo em todos os sentidos por um deposito de particulas cristallinas, realisar-se um trabalho activo na parte quebrada ou deformada, e, em algumas horas, satisfêz, não sómente á regularidade do trabalho geral sobre todas as partes do cristal, mas ao restabelecimento da regularidade na parte mutilada.» ²

Como o ser vivo ainda, o cristal cresce e reproduz-se. Colocado n'um meio conveniente de cultura, o germen do cristal assimila-se das materias da dissolução e desenvolve a sua fórma. O seu crescimento continúa até que uma particula se destaque e se torne o ponto de partida d'um novo individuo, que por sua vez cresce, e depois divide-se. Privado da sua substancia nutritiva, a agua-mãe, o cristal pára no seu desenvolvimento, e, se não se desaggrega como o organismo vivo, entra pelo menos n'um estado de repouso.

Objectou-se a estas experiencias sobre a nutrição

1 Este facto é constante nos sêres desprovidos de esqueleto, como o têm provado as experiencias de merotomia.

2 PASTEUR, *Recherches sur le Dimorphisme. Rapport fait à l'Académie des Sciences le 20 mars 1848*. Vêr tambem os estudos de Mrs. GERNEZ e OSTWALD.

dos cristaes, que o modo de crescimento não era o mesmo que no ser vivo: o cristal recebe na sua superficie um deposito de materia, que se lhe sobrejaunta para o augmentar; a cellula, pelo contrario, ingere a materia alimentar que penetra na sua massa aonde é transformada e assimilada. O primeiro modo é chamado d'*apposiçãõ*, o segundo d'*intuscepçãõ*. Esta distincão é exacta na maioria dos casos; mas em alguns outros vemos a materia viva empregar indifferente-mente os dois processos (as partes duras do esqueleto, as escamas dos reptis e dos peixes, as conchas dos molluscos, formam-se por *apposiçãõ*); e se se examinarem outros corpos inorganicos como os cristaes, nota-se que elles se misturam por *intuscepçãõ*. (Quando um sal soluvel é addicionado a um liquido, as moleculas do sal interpenetram as moleculas do liquido).

A differença não nos parece, pois, residir nos modos de crescimento, mas no processo do phenomeno de nutrição. Se a materia inorganica se alimenta e cresce, não se lhe nota nenhum dos mecanismos que constituem a nutrição no ser vivo e os mais essenciaes dos quaes são: a assimilação e a desassimilação. É a conclusão com que remata Mr. Perrin no seu estudo sobre os colloides e a materia viva: «Póde ser bom accrescentar quão grosseira seria toda a explicação physico-chimica que assimilasse o crescimento de materia viva no seio d'um liquido nutritivo, com o crescimento d'um cristal no seio d'uma soluçãõ so-

brenaturada. Porque a materia viva não cresce ficando semelhante a si mesma; mas evoluciona repassando periodicamente por estados semelhantes: se observarmos uma cellula em via de subdivisão, não é um instante depois, mas por exemplo passadas duas horas que se encontra materia n'um estado chimico e physico analogo. E não são reacções de velocidade constante que acompanham a vida, mas um rythmo de reacções que se succedem e se encadeiam n'uma ordem determinada.»¹

E o mesmo raciocinio vale pelo que respeita á reproducção dos cristaes.

Os cristaes fórman, por filiação e por geração espontanea, individuos conformes ao seu typo. Na reproducção por filiação, os individuos formados são mesmo conformes ás diversas variedades de typo; assim «n'um tubo curvo em fórma de V e cheio de enxofre em superfusão, Gernez² projecta no braço da direita cristaes octaedricos de enxofre, e no braço da esquerda cristaes prismaticos. N'uma e n'outra parte produzem-se novos cristaes, conformes ao typo semeado.»³

Cristaes determinados pódem ser propagados em

1 JEAN PERRIN, *Electrisation de contact*. «Journal de Chimie-Physique» 1905, p. 108-109.

2 Estas experiencias foram variadas por Ostwald.

3 DASTRE, *La vie de la matière*, «Revue des Deux Mondes», 15 out. 1902, p. 920.

liquidos em superfusão, da mesma fôrma que se propagam micro-organismos. n'um caldo de cultura, introduzindo-lhe alguns germens. LOWITZ em 1874 constatou estes factos, e OSTWALD variou as experiencias. Funde salol aquecendo-o a 39°5; «depois ao abrigo de todo o cristal abandona a soluçãõ em tubo fechado. O salol é liquido indefinidamente até que o toquem com um fio de platina passado por um bocal de salol liquido, isto é até que se lhe introduza um germen cristallino. Exponha-se o fio de platina a uma chamma, esterilisar-se-ha, á maneira dos bacteriologistas; então poder-se-ha introduzil-o impunemente no liquido.» ¹

Mas os cristaes pôdem reproduzir-se por geração expontanea, phenomeno que não se encontra nunca nos sêres vivos, como o demonstraram as experiencias de Pasteur. Observou-se que, em certas soluções em que nenhum germen se introduzira, produzia-se expontaneamente uma formação de individuos cristallinos. ² Estes casos de geração expontanea, se servem para differenciar os modos de reproducção dos cristaes dos da materia viva, pôdem tambem esclarecer-nos sobre a fôrmação da materia viva, nos tempos da apparição da vida na Terra.

1 DASTRE, *La vie de la matière*, «Revue des Deux Mondes», 15 out. 1902, p. 921.

2 Experiencias de Tammann com o betol: as soluções profundidas de betol congelam rapidamente á temperatura de 10.º
Constatações de CROOKES sobre os cristaes de glycerina (1867).

Graças a um concurso de circumstancias fortuitas, a geração expontanea dos cristaes pôde produzir-se. A materia viva não poderia assim formar-se, outr'ora, graças a um concurso de circumstancias egualmente fortuitas? A combinação da molecula de albumina que acondiciona a vida é sem duvida o resultado d'uma geração expontanea. É essa uma hypothese que um estudo mais profundo ácerca das origens da vida nos permittirá encarar no capitulo seguinte.

Basta-nos resumir aqui algumas ideias geraes que se desenvolvem dos factos precedentes.

O estado actual dos nossos conhecimentos, e as experiencias muito restrictas ainda que se tentaram sobre os corpos inorganicos, nunca nos revelaram n'um só d'esses corpos a mesma constituição ou a totalidade das propriedades da materia viva. Observam-se, pelo contrario, n'um grande numero de corpos brutos, certas maneiras de se comportarem, ou de receberem as influencias do meio ambiente, comparaveis a taes reacções do ser vivo. Certos corpos inorganicos possuem tambem uma das propriedades ou as apparencias d'uma qualquer das propriedades do ser vivo, e essa contastação determinou o enorme progresso intellectual de não mais se considerarem os reinos da natureza como categorias irreductiveis. Estão destruidas as velhas classificações do passado que elevavam divisões estanques entre o reino mineral e os dois reinos vivos. D'ora avante não mais podem ser consignados limites precisos entre os corpos vivos

e a materia bruta, mas é preciso não se ceder ao arrebatamento de os assimilar um ao outro. É mesmo delicada toda e qualquer comparação, pois que emquanto conhecemos a materia bruta, não conhecemos materia viva, e emquanto se observam sêres vivos, não se pódem observar sêres brutos.

A materia bruta serve-nos para estudarmos a materia viva e qualquer estudo ácerca d'uma não póde passar sem um estudo ácerca da outra; de mais, póde chegar-se até a dizer que a materia viva tem a sua origem na materia inorganica, porque todos os factos de ordem vital se reportam a factos physico-chimicos, e a materia viva não contém no estado de combinação senão corpos simples conhecidos.

Mas o que actualmente não podemos afirmar é que tenha havido uma evolução lenta e gradual da materia inorganica para a materia organisada. Suppor uma evolução tão rigorosa, seria esquecer o determinismo. ¹

A materia viva differencia-se da materia bruta, em que revela uma disposição nova nas partes que constituem a molecula albumina do protoplasma, e propriedades inherentes a esse protoplasma, nas suas relações com a ambiencia, propriedades que, em sua totalidade, só n'ella se encontram.

Por certo que os elementos da materia viva não

¹ Esta questão será tratada no capitulo das origens da vida a onde essas ideias se encontrarão desenvolvidas.

são novos; não ha força vital sobreajuntada a esses elementos, mas a vida não se traduz senão na combinação nova d'esses elementos. É, n'um momento da evolução, um facto sem precedentes, que differencia o protoplasma dos corpos inorganicos de que elle é formado.

LIVRO QUARTO

A Origem da Vida

CAPITULO PRIMEIRO

A GERAÇÃO EXPONTANEA E A SYNTHESE DA MATERIA VIVA

O exame do funcionamento do organismo vivo levou-nos a concluir que tudo, na cellula, se reporta a phenomenos d'ordem physico-chimica; o estudo dos caracteres da materia bruta e da materia viva demonstrou-nos, entre ellas, não uma relação constante, mas, pelo menos, uma filiação possível. Apparece-nos, pois, a vida como o resultado d'uma combinação physico-chimica dos corpos inorganicos. Mas esta combinação, produzida pelo encadeamento de leis todas naturaes, não será um facto constante? Não se re fará a vida sem cessar sob os nossos olhos; não poderemos vêr reconstituir-se na hora actual o equivalente do que succedeu no passado; n'uma palavra, assistirmos á genese da vida?

A questão da geração expontanea actual. —

Esta questão tem apaixonado em todos os tempos os investigadores, e mais do que um de entre os nossos sabios contemporaneos acreditou na existencia do que elles chamaram a *geração expontanea*. Temos a expôr a questão em seu conjuncto, porque ella é decisiva no partido philosophico que se póde tomar, quanto á questão das origens da vida. Desde as experiencias tão imparcialmente dirigidas de PASTEUR, a solução parece facilitada.

A exposição minuciosa das experiencias de Pasteur, as contra-provas que se fizeram, as suas discussões com POUCHET, de que sahiu victorioso, demonstrarão melhor do que qualquer explicação o que é preciso concluir d'ahi. Mas antes de tratarmos dos seus trabalhos e das conclusões que elle tirou, retomaremos a questão nas suas origens e d'ella faremos uma rapida exposição historica, que nos ajudará a estabelecer todos os elementos do problema.

Historia. — A geração expontanea tem uma longa historia.

Parece que na antiguidade se admittiu d'uma maneira bastante geral, a possibilidade de certas gerações expontaneas. Segundo ARISTOTELES, ¹ as plantas nascem da acção do orvalho, as lagartas da pu-

1 ARISTOTELES. *Opera Omnia*, Meteorol. lib. de Cælo, cap. II e XII. *Historia dos animaes, Tratado da geração.*

trefacção da terra e as enguias, da fermentação do lodo dos rios. Encontram-se explicações analogas em VIRGILIO, LUCRECIO, OVIDIO, PLINIO-O-VELHO; e de resto na BIBLIA, livro dos Juizes.

Até ao XVII^o seculo, esta opinião não encontrou contradictores; n'essa mesma epoca, VAN HELMONT suggeria um meio de fazer nascer ratos, pela reunião, dentro d'uma panella, d'uma camisa suja, de bocados de queijo e de grãos de trigo; da mesma maneira, um italiano, BUONANNI, affirmava ter descoberto uma certa especie de madeira que, mettida na agua do mar, engendrava vermes, que produziam borboletas, d'onde sahiam passaros. Estas imaginações absurdas e desligadas de todo o fundamento critico não eram senão o resultado de generalisações precoces. Em vez de provocarem experiencias e repetil-as, contentavam-se em observar a concomitancia de dois factos, depois concluiam d'ahi por uma relação, entre elles, de causa com effeito. Ninguem ignora que os ratos procuram ordinariamente os celleiros aonde pódem roer sobejos; não ha que deduzir d'ahi, como VAN HELMONT, que taes condições de meio são as da sua geração expontanea. Em toda a affirmação scientifica, aquillo de que é preciso assegurar-se antes de qualquer conclusão, é se não intervieram outros factos, e não annullam as observações superficiaes. Foi o que os primeiros experimentistas tentaram provar.

Periodo experimental. — Redi. — Em 1638, o

medico florentino REDI ¹ provou que certos phenomenos não se deduzem um do outro, se bem que pareçam, a um exame superficial, inseparaveis. Na carne de vacca em putrefacção, por exemplo, notam-se sempre vermes. Será a carne que os produz, como geralmente se suppunha? Elle indicou a falsidade d'essa crença, demonstrando com a ajuda de experiencias, a geração por filiação; exposta ao ar livre, a carne putrefacta atrahe as moscas que n'ella depõem ovos; estes rapidamente chocados dão nascimento a vermes. A mesma carne, não exposta ao ar livre, ou coberta com uma gaze não é o centro de nenhuma geração; é que n'ella não puderam ser depostos ovos.

Estas experiencias de REDI, tão simples e tão convincentes, originaram um primeiro progresso á sciencia. Outro italiano, VALLISNIERI, ² professor em Padua, demonstrou pouco depois, com series d'experiences, que os vermes encontrados dentro dos fructos não procediam do proprio fructo.

SCHWAMMERDAM. ³— Os trabalhos de Schwam-

1 REDI, *Experienze intorno alla generazione degli insetti*, Florença, 1688. *Osservazioni intorno alle animali viventi che si trovano negli animali viventi*, 1681.

2 VALLISNIERI, *Dialoghi fra Malpighi e Plinio intorno la curiosa origine di molti insetti*, Veneza, 1700. *Considerazioni ed esperienze intorno alle generatione dei Vermi ordinari del Corpo umano*, Padua, 1710.

3 SCHWAMMERDAM, *Biblia naturæ seu natura insectorum*, Leyde, 1737.

merdam ácerca da geração das abelhas e d'outros insectos deixaram crer por um momento que a questão da geração expontanea estava para sempre resolvida pela negativa.

Mas a descoberta do microscopio em fins do seculo XVII^o fez ainda recuar a solução definitiva, revelando ao observador o mundo dos infinitamente pequenos.

A geração expontanea dos infinitamente pequenos (Leuwenhœck). — Foi LEUWENHŒCK ¹ que, em 1678, descobriu na agua exposta ao ar livre, os infusorios e a sua apparente geração expontanea, assim como os infinitamente pequenos das decocções filtradas de carne de vacca e de levedura. Expostas ao ar, estas decocções recobrem-se d'uma pellicula gelatinosa que, ao microscopio, se decompõe em myriades de individuos. A explicação do nascimento de tantos milhões de sêres em quarenta e oito horas só pôde ser compreendida então com a ajuda da velha theoria da geração expontanea. Ressuscitou, portanto, mas restringindo o seu dominio; d'ahi em diante não mais se estendeu senão ao mundo dos infinitamente pequenos, por ter renunciado ao dos animaes superiores. Segundo essa theoria, a materia morta, decompondo-se nas suas moléculas, permittia-lhes então engendrar

¹ LEUWENHŒCK, *Arcanda natura detecta*, Delphis Batavorum, 1680.

sêres microscopicos; monadas, vibrações, etc. Estas ideias ganharam partidarios no seculo XVIII^o, tanto entre os sabios como entre os philosophos e pessoas da côrte, e foram sustentadas em particular por dois homens eminentes: BUFFON e NEEDHAM.

Buffon, Needham. — Ambos estudaram os sêres microscopicos, e, baseados nas suas observações, estabeleceram um systema. NEEDHAM ¹ explicava a geração expontanea por uma força productiva ou vegetativa, incluída na materia; BUFFON, pelo que elle chamava as partes primitivas e incorruptiveis da substancia viva. As moleculas organicas combinam-se, segundo opinião d'elle, em certos moldes, de maneira a formar os differentes sêres; ellas operam tambem, na materia putrefacta e em certos corpos brutos, formando assim os infinitamente pequenos, visiveis sómente ao microscopio. A materia morta engendra sem cessar a vida, por geração expontanea, o que o levava a estas conclusões:

«Os vermes da colla de farinha, os do vinagre, todos esses pretensos animaes microscopicos não são senão fórmias differentes que d'ella mesma toma e

1 NEEDHAM, *Nouvelles découvertes faites avec le microscope*, Leyde, 1737. *Notes sur les nouvelles découvertes microscopiques de Spallanzani. Nouvelles recherches physiques et mathématiques sur la nature*, Paris, 1768.

segundo as circumstancias, essa materia sempre activa e que não tende senão á organisação.» ¹

As experiencias de Spallanzani. — Mas esse systema, por mais engenhoso e seductor que fôsse, demandava ser provado. Outras experiencias deram resultados contradictorios, e travou-se controversia entre SPALLANZANI ² e NEEDHAM. SPALLANZANI tentou provar que as experiencias de Needham sobre as substancias putresciveis, introduzidas n'um frasco arrolhado, e passado por calor, não tinham sido bem conduzidas, pois que ainda se encontravam no frasco seres vivos. Na opinião d'elle, ou o calor não tinha sido elevado a um grau sufficiente para fazer morrer os germens, ou os vasos arrolhados com cortiça porosa, tinham recebido sementes de fóra.

«Repeti, escreveu SPALLANZANI, esta experiencia com mais exactidão; empreguei vasos hermeticamente fechados e tive-os mergulhados em agua a ferver durante uma hora, e, depois de ter aberto esses vasos e examinado os seus infusorios no tempo conveniente, não encontrei a mais pequena apparencia d'animalculos, comquanto tivesse observado com o microscopio as infusões de 19 vasos differentes».

NEEDHAM respondeu-lhe logo que, se em taes con-

1 BUFFON, *Œuvres complètes*, t. II.

2 SPALLANZANI, *Opuscules de physique animale et végétale*. Pavie, 1787. *Observations et expériences sur les animalcules*.

dições os infusorios permanecem estereis, é que pelo calor muito grande o ar dos vasos fechados se encontra alterado. Esta objecção pareceu reforçada por Gay-Lussac que, estudando mais tarde as conservas d'Appert, já não encontrou oxygenio no ar das caixas; mas SCHWAMM ¹ não tardou a demonstrar, que contrariamente ás affirmação de GAY-LUSSAC, o oxygenio não basta para começar uma fermentação.

Experiencias de Schwamm. — Preparou elle um môsto assucarado e fervido, fez passar por cima uma corrente d'ar, sem que se produzisse levedura; concluiu d'ahi que o que faltava então não era o oxygenio, mas outra *qualquer coisa*, contida no ar, e que o calor destroe os germens. Repetiu as mesmas experiencias com caldo de vacca fervido, no qual introduziu, depois de arrefecido, uma corrente d'ar continuo, passando primeiramente por um tubo aquecido ao rubro. Por esta experiencia, a objecção de Needham dizendo que o calor *nos vasos* fechados causava a esterilidade, já não tinha fundamento, pelo contrario, estava desde então provado que tendo o ar regressado á sua temperatura habitual havia perdido com o aquecimento, certas qualidades, isto é, certos germens, segundo a ideia de SCHWAMM.

Objecção de Needham. — NEEDHAM não desar-

1 SCHWAMM, *Ann. de Poggendorff*, t. XLI, 1837.

mou. Atribuiu ao excesso de calor fornecido aos liquidos a aniquilação da sua *força vegetativa*.

Sente-se facilmente a fraqueza do argumento. A expressão de *força vegetativa* não passava d'uma entidade, sem realidade alguma, destinada a explicar factos que não se sabia interpretar. E mesmo, suppondo-se que ella representasse qualquer coisa de real, as experiencias de SPALLANZANI tinham provado que o ar não a possuia ou que o calor lh'a fazia perder.

Experiencias de Schultze, de Schröder e de Dusch. — Em 1837, SCHULTZE ¹ encontrou um meio de substituir a calcinação do ar; bastava fazer passar a corrente d'ar sobre acido sulphurico e potassa para lhe tirar as suas famosas virtudes. Os adversarios de Schultze retorquiram que os reagentes empregados eram muito energicos, mas o seu argumento foi logo annullado pelos resultados que SCHRÖDER e DUSCH ² obtiveram filtrando simplesmente o ar por algodão em rama; d'ahi em diante não se podia attribuir ao ar *força vegetativa*.

Todavia, apesar d'estas experiencias, o que se não tinha ainda provado é que existia um principio capaz de produzir a vida nos caldos, que o fogo podia des-

1 SCHULTZE, *Annales de Poggendorff*, 1836. Notice on the result of an experimental observation made regarding equivocal generation.

2 SCHRÖDER e VAN DUSCH, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXXXIX, p. 232, 1854.

truir e o algodão deter. Bastantes experiencias, entre as quaes as de Schwamm, Schultze, Schröder, Dusch, nem sempre colhiam resultado, nem com todos os liquidos, o que deixava subsistir uma duvida. Fallava-se bastante dos germens trazidos pelo ar, mas sem lhes demonstrar a presença d'uma maneira constante

Foram os trabalhos de PASTEUR, a perfeição que elle imprimiu á technica experimental, o seu exame rigoroso dos factos, sem cuidar d'esta ou d'aquella theoria philosophica, que conduziram á solução scientifica definitiva.

Pasteur e Pouchet. — PASTEUR ¹ começou as suas experiencias, depois de ter lido o relatorio que POUCHET ² dirigiu em 1858 á Academia das Sciencias de Paris sobre: «*os protozoarios vegetaes e animaes nascidos expontaneamente no ar artificial e no gaz oxygenado.*» Depois de ter declarado que desviára das suas experiencias toda a causa d'erro, graças ás multiphas precauções tomadas, Pouchet affirmava poder demonstrar que nascem animalculos e plantas «n'um meio absolutamente privado d'ar atmosferico, e no

1 PASTEUR, *Examen de la doctrine des générations spontanées*. «*Annales de chimie et de physique*» 3.^a S.^t, LXIV, 1882. *Discussions relatives à la génération spontanée. Vêr passim, Comptes rendus depuis 1863.*

2 POUCHET. (Então director do Museu d'istoria natural de Rouen). *Vêr Hétérogénie ou Traité de la génération spontanée*. Paris, J. B. Baillièrre, 1859.

qual, por consequencia, este não pudera trazer nenhum germen de sêres organisados.»

N'uma carta que lhe dirigiu, Pasteur advertiu Pouchet de que não acreditava que os seus resultados se baseassem em factos d'uma inteira exactidão. «Penso que faz mal, não de acreditar na geração expontanea (porque é difficil em semelhante questão não ter ideia preconcebida) mas de affirmar a geração expontanea. *Nas sciencias experimentaes é sempre mau não duvidar, quando os factos não obrigam á affirmação...* É opinião minha que a questão está completamente virgem de provas decisivas. Que haverá no ar que provoque a organização? Serão germens? Será um corpo solido? Será um principio tal como o ozone? Tudo isso é desconhecido e convida á experiencia. »

Experiencias de Pasteur. — Pasteur começou os seus estudos pelo exame microscopico do ar. Descobriu: que filtrado pelo algodão, desembaraça-se de numerosos corpusculos, pela maior parte semelhantes aos esporos do bolor e aos ovos de microzoarios. Deitados n'uma infusão organica, esses germens desenvolvem-se rapidamente; mas deitados n'uma infusão sufficientemente aquecida em que passe o ar calcinado, nada se produz, porque os germens fôram destruidos pela alta temperatura. Éguaes resultados eram obtidos em liquidos que não tinham soffrido ebulição, (mas que estavam privados de germens), e com ar

filtrado com a ajuda d'outras substancias. A esterilidade não era, pois, devida, como Pasteur o provou, nem a uma qualidade especial do algodão, nem ao liquido que passou pela ebulição, mas simplesmente á destruição dos germens contidos no ar. Elle mesmo contou as suas experiencias e apresentou os seus resultados: cital-os-hemos pois:

«Aqui está uma infusão de materia organica d'uma limpidez perfeita, clara como agua destillada e que é extremamente alteravel. Foi preparada hoje. Amanhã já ella conterà animalculos, pequenos infusorios ou flocos de bolor. Deito uma porção d'esta infusão de materia organica num vaso de gargalo comprido. Passados noventa e nove dias, haverá bolor ou animalculos infusorios desenvolvidos no liquido. Fazendo-o ferver, destruí os germens que podiam existir no liquido e na superficie das paredes do vaso, mas como esta infusão se encontra em contacto com o ar, altera-se como todas as infusões. Agora, supponhamos que repito esta experiencia, mas que antes de fazer ferver o liquido estiro com uma lampada d'esmaltador o gargalo do balão, de maneira e afilal-o, deixando-lhe todavia a extremidade aberta. Feito isto, levo o liquido do balão á ebulição, depois deixo-o arrefecer. Ora, o liquido d'este segundo balão ficará completamente inalterado, não dois, tres ou quatro dias, não um mez, mas um anno, mas tres e quatro annos, porque a experiencia de que estou fallando dura ha esse tempo. O liquido fica perfeitamente limpido como

agua destillada. Que differença ha pois entre estes



Fig. 68. — Crescimentos osmoticos. A) Haste com nós de crescimento osmoticos com uma folha. B) Cimo da haste com seu órgão terminal. C) Microphotographia da haste. Ampliação, 60 diametro, mostrando o repartimento pela justaposição e achatamento das cellulas microscopicas que formam a estructura dos crescimentos osmoticos. D) Haste vascular de crescimento osmoticos formado pelo alongamento das cellulas e pela disposição dos repartimentos. Augmento, 60 diametro. Experiencia de Mr. Steph. Leduc. Chapa communicada pelo author.

dois vasos? Encerram ambos o mesmo liquido, ambos contem ar, ambos estão abertos. Porque será, pois,

que este se altera, enquanto que aquelle não? A unica differença que existe entre os dois vasos é esta: N'este, as poeiras que estão em suspensão no ar e os seus germens pódem cahir pelo gargalo do vaso e chegar ao contacto do liquido aonde encontram um alimento



Fig. 69. —Crescimentos osmoticos. Experiencia de Mr. Steph. Leduc. Chapa communicada pelo author.

apropriado e se desenvolvem: D'ahi, os sêres microscopicos. Aqui, pelo contrario, não é possivel, ou pelo menos, é difficilimo, a menos que o ar não seja fortemente agitado, que as poeiras em suspensão no ar possam entrar n'este vaso. Para onde vão ellas? Cáem no gargalo curvo. Quando o ar entra no vaso, pelas leis da diffusão e pelas variações da temperatura que

não sejam bruscas, o ar entra lentamente e bastante lentamente para que as suas poeiras e todas as particulas solidas que acarreta caiam na abertura do gargalo ou parem nas primeiras partes da curva.

«Esta experiencia está cheia d'ensinamentos. Porque notem bem que tudo o que ha no ar, tudo, excepto as suas poeiras, pôde entrar muito facilmente no interior do vaso e chegar ao contacto do liquido. Imaginem o que quizerem no ar: electricidade, magnetismo, ozone e mesmo o que nós lá não conhecemos ainda, pois tudo pôde entrar e ir ao contacto da infusão. Ha só uma coisa que não pôde entrar facilmente, são as poeiras em suspensão no ar, e a prova de que assim acontece está em que se eu agitar fortemente o vaso duas ou tres vezes, dentro de dois ou tres dias elle encerrará animalculos e bolores. Porquê? Porque a entrada do ar fez-se bruscamente e arrastou com elle poeiras.» ¹

Pasteur não chegou a estes resultados definitivos e á sua theoria de conjuncto, senão depois de multiplas experiencias, proseguidas durante annos.

Umam tinham-lhe provado primeiramente a existencia dos germens contidos no ar, que recolhidos n'uma bucha d'algodão-polvora, e deitados depois n'uma mistura nutritiva, ahí se tinham desenvolvido e multiplicado.

¹ Lição dada nos cursos scientificos nocturnos da Sorbonna, 7 abr. 1864.

Outras tinham demonstrado, sem contestação, que a fecundidade das infusões era devida a esses germens. Desde que uma infusão contida n'um balão é submettida á ebulição, os germens que contém ficam destruidos. Fazendo-se entrar o ar por meio d'um tubo que communica com o balão, e que é aquecido ao rubro, a infusão esterilisa-se.

Se nas mesmas condições e com o mesmo balão que ficou infecundo, se modificar uma das condições da experiencia, isto é, se se introduzir uma das buchas de algodão carregada de poeiras e de germens, o liquido, ainda que seja depois d'um mez de repouso, turva-se e vêem-se desenvolver n'elle milhões de seres vivos.

Outras experiencias provaram emfim que o algodão nenhuma influencia tem na esterilidade do caldo; PASTEUR substituiu o algodão por amianto calcinado e obteve os mesmos resultados. Demonstrou tambem que a ebulição deixa de intervir no phenomeno; extrahindo sangue ou urina no proprio organismo d'um animal, depositou-os n'um balão esteril, sem que se produzisse putrefacção. ¹

Objecções de Pouchet. — Á estas experiencias, JOLY e POUCHET oppozeram argumentos contradictorios e outras experiencias.

¹ Vêr E. DUCLAUX, *Traité de microbiologie*, t. I, p. 82 a 98. Paris, Masson, 1898.

POUCHET contestou primeiro a existencia dos germens na atmosphaera, dizendo que se elles ahi existissem em sufficiente quantidade para fecundar todas as infusões organicas, formariam um denso nevoeiro.

PASTEUR objectou que nem todo o ar os contém, nem na mesma quantidade, e, para o provar, empreendeu uma nova série d'experiencias. Encheu d'um liquido facilmente alteravel balões submettidos á ebulição, e depois cuidadosamente fechados; abriu-os ao ar livre em diversos logares, e a maior parte alteraram-se, enquanto que nos subterraneos do Observatorio (1860), em dez balões, só um se corrompeu. — Fôram renovadas as mesmas tentativas nos arredores de Dôle — e em vinte balões, sómente oito receberam germens; no monte Poupet (perto de Salins), cinco balões em vinte soffreram alterações; em Montauvert (perto de Chamonix) e no mar de Gelo, em vinte balões, só um revelou uma entrada de germens. PASTEUR concluiu, pois, d'ahi, ao contrario dos seus adversarios os *heterogenistas*, que o ar nem em toda a parte contém principios fecundantes, e que aonde elle os contém, as infusões alteram-se. «Se se approximarem todos estes resultados a que cheguei até agora, póde affirmar-se, parece-me, que as poeiras em suspensão no ar são a origem exclusiva, a condição primaria da vida nas infusões.» ¹

1 *Relations à l'Académie des Sciences*, 5 nov. 1860.

POUCHET tentou então provar por meio de experiencias feitas na Sicilia e depois nos Pyreneos com JOLY e MUSSET que em toda a parte aonde uma infusão organica é posta em presença do ar, torna-se fecunda, e portanto que a geração espontanea n'ella se produz. Mas as suas experiencias não puderam ser verificadas por ninguem e quando compareceu perante a commissão scientifica reunida no laboratorio de CHEVREUL, no Museu d'história natural, recusou-se á experiencia proposta por PASTEUR.

«Affirmo, diz Pasteur, que em qualquer logar é possível recolher no meio da atmosphera um volume d'ar determinado que não contenha nem ovo, nem esporo, e que não produza nenhuma geração nas soluções putresciveis.»

Pouchet e os seus partidarios retiraram-se derrotados. D'ahi em diante a hypothese da geração espontanea ficou reduzida a zero. Pouchet dizia que, para a provar, bastava pôr em presença ar e liquidos putresciveis. Pasteur realisára essas condições sem que nada se produzisse.

A importancia da sua victoria é tamanha sob o ponto de vista do valor pratico das suas experiencias, como sob o ponto de vista theorico. «Demonstraram ellas pela primeira vez que a materia organica, uma vez feita, não se destroe de per si; que se pôdem conservar ao ar puro, e em vaso esteril, as infusões organicas mais alteraveis sem que se putrifiquem; que por toda a parte onde ha decomposição rapida, pu-

trefacção, são microbios que interveem para a produzir, e que, por consequencia, esses sêres são encarregados de desfazer constantemente toda a quantidade de materia viva fabricada constantemente pelos grandes animaes e pelos grandes vegetaes, de que são o contrapeso, não como volume, mas como actividade.»¹

As conclusões a tirar das controversias que acabamos d'expôr são de duas especies. A primeira, de ordem philosophica, reside n'isto, *que todo o espirito de systema deve ser excluido nas investigações scientificas*; uma experiencia bem conduzida dá ao sabio resultados exactos que elle deve aceitar, mesmo que não concordem com as suas proprias tendencias. Foi o que não quizeram admittir POUCHET e os seus partidarios, dirigidos n'esta controversia, por ideias geraes, a que se fixaram com uma tal parcialidade, que não souberam inclinar-se perante os factos demonstrados pela experiencia. A outra conclusão, é que o problema da origem da vida não deveria ser estabelecido da maneira simplista como o estabelecia POUCHET. Foi, pois, consideravel o esforço de PASTEUR, porque combatendo POUCHET, fez avançar de todas as maneiras a sciencia para a solução desejada, e para a decifração do enygma. Fôssem quaes fôssem as ideias de PASTEUR, em materia philosophica, não temos a preoccupar-nos com isso, pois que soube des-

1 DUCLAUX, *Traité de microbiologie*, p. 93.

viar-se d'ellas, no momento da investigação scientifica. Para elle os dois dominios: sciencia e religião, deviam ficar independentes um do outro, como não comprehendendo os mesmos objectos; respondia elle a Nisard que se preocupava com as relações da sciencia e da religião: «As investigações sobre a causa primaria não são do dominio da sciencia. Ella não conhece senão o que póde demonstrar: factos, causas secundarias, phenomenos.»

A synthese da materia viva.— A demonstração de PASTEUR fica, pois, d'ahi em diante adquirida para a sciencia; na hora presente não constatamos phenomenos chamados de *geração expontanea*. Em condições dadas de esterilisação, a vida, que não é possível senão pela entrada d'um germen, jamais se póde desenvolver. Mas esta materia viva que já não se fórma expontaneamente á nossa vista, como teve de o fazer nos tempos geologicos da sua apparição, não poderemos nós, em condições definidas e favoraveis ao seu desenvolvimento, provocar-lhe a organização nos laboratorios? N'uma palavra, a criação da substancia viva não será um simples problema de chimica-physics que os sabios resolverão um dia?... Manifestamo-nos immediatamente contra o erro que poderia dimanar d'uma tal hypothese; não se trata, no espirito dos sabios que se occupam de semelhantes investigações, de crear com todas as peças um ser complexo, uma especie de *homonculus* como queriam os

alchimistas da idade média. As theorias da evolução ensinam-nos que taes organismos não proveem d'organismos inferiores, senão apoz innumeraveis seculos de transformações e de adaptações; mas o que se trata de constituir, é o organismo mais simples que conhecemos, a fórmula mais elementar da vida: a cellula. Já nos revelou a analyse os seus elementos componentes; porque é que n'um estado mais adiantado da sciencia e do conhecimento intimo das materias albuminoides, não poderia effectuar-se a sua synthese? As tentativas feitas n'este sentido teem sido baldadas. MR. STÉPHANE LEDUC, professor em Nantes, depois de TRAUBE (1886), CARL VOGT, MONNIER, HARTING (1871), etc., procurou produzir vegetaes artificiaes, tentando fazel-os sahir directamente de soluções metallicas; obteve perfeitamente corpos que tinham a apparencia da materia viva, mas que não continham todas as suas propriedades. O que se pôde reter das suas tentativas, é a noção de que o problema das origens da vida e da synthese da materia viva se decompõe em duas partes: uma physica, outra chimica. MR. LEDUC provou que se podia chegar a produzir o aspecto physico da materia viva, a membranagem celular que se tornou o seu caracter physico particular; mas obtida essa membranagem, a vida não se realisou do mesmo lance. Ella procede de condições chimicas que devem intervir concomitantemente. A synthese da materia viva deve, pois, d'oravante ser procurada pela synthese chimica dos seus elementos constitutivos;

synthese que, cremos, arrastará com ella a estructura physica que lhe está ligada, isto é, a membranagem cellular.

Mas é ahi que consiste ainda a difficuldade; não conhecemos d'uma maneira precisa a composição chimica dos albuminoides; se sabemos quaes os atomos que conteem, ignoramos de que maneira esses atomos se reúnem uns com os outros. E quanto ás condições physico-chimicas que presidem á formação d'estas substancias no organismo, resta fazer-lhes o estudo. Pertence á chimica tental-o, e podel-o-ha, porque tem precisamente demonstrado, n'estes ultimos tempos, que a realisação d'um processo chimico demanda, além de se pôem em presença as substancias necessarias, as condições especiaes da sua entrada em combinação. Assim é que certas reacções que não pôdem effectuar-se n'um espaço largo, produziram-se em espaços capillares, e inversamente. A realisação d'uma synthese comporta uma tal complexidade de minudencias, que os resultados negativos nem devem admirar nem fazer duvidar do exito. Para julgar possivel a synthese das materias albuminoides, basta lembrar os exemplos do passado, e a descoberta de tantas outras combinações julgadas por muito tempo irrealisaveis. A primeira que se fez, e que quebrou o encantamento, foi a da ureia, por WÖHLER; descobriu elle que o cyanato d'ammoniacco pôde ser transformado n'um producto organico: a ureia, dando assim o primeiro passo no caminho que deviam seguir mais tarde BERTHELOT e os outros chimicos.

As principaes syntheses realisadas em seguida são as: do *acetyleno* (C^2H^2) do *alcool ethylico* (C^2H^6O), do *benzeno* (C^6H^6) por BERTHELOT; ¹ as de materias corantes cuja descoberta revolucionou a industria da tinturaria, e terminou pela producção da alizarina e do indigo; a synthese do *albuminoide de Grimaux*, que permittiu as primeiras investigações entre as substancias proteicas; a synthese dos *acidos tartricos opticamente activos*, dos *assucares* (por Fischer), de todos os corpos gordos derivados da glicerina de synthese (BERTHELOT); dos perfumes (essencia de mirbana, essencia verdadeira d'amendoas amargas, baunilhina heliotropio), do acido citrico, da camphora...

Afim de expormos em toda a sua precisão a questão da synthese do protoplasma, vamos buscar aos trabalhos de MR. PRENANT o capitulo que no seu livro elle lhe consagra. Assim se verá e da maneira mais clara e mais exacta, como é que essa realisação deve ser tentada, e em que sentido é ella possivel.

A substancia viva e a synthese do protoplasma.

—Analizou-se chimicamente o protoplasma, tomado em elementos analogos aos que já nos serviram d'exemplos. Fez-se a analyse do protoplasma d'um

1 Mr. BERTHELOT, *La Synthèse chimique*, 1 vol. Bibliotheca scientifica internacional, Paris, Alcan. Ver tambem um resumo dos progressos da chimica e das sciencias em geral. A. PICART, o *Bilan d'un siècle*, 1906. vol. I, p. 174-187.

cogumelo inferior, a flor da casca de carvalho, a das milharas do salmão e as dos globulos do pus.

A analyse revelou a existencia de substancias proteicas, entre outras de proteides e albuminas diversas, de materias gordas, de substancias phosphoradas e nas cinzas a presença do chloro, do enxofre, do phosphoro, do sodio e do potassio, do ferro, do calcio e do magnesio. Os productos obtidos encontraram-se, pois, muito numerosos e muito variados. São de importancia muito desigual; a albumina, ¹ que fórma mais dos nove decimos da massa do protoplasma privado d'agua, é o elemento dominador na vida do protoplasma. Segundo a comparação de DANILESWKY, da mesma maneira que n'um concerto os instrumentos que dão as principaes modulações são tambem os principaes instrumentos da orchestra, comquanto incapazes de dar toda a harmonia sem o concurso dos outros, da mesma maneira, no protoplasma, a albumina é o principal instrumento da harmonia protoplasmatica, mas não póde dal-a plena e inteira sem o concurso dos outros elementos.

Se a estructura molecular de alguns d'esses corpos é consagrada por uma fórmula perfeita, não succede

1 Para commodidade da linguagem, empregar-se-ha muitas vezes n'um sentido generico muito lato, a expressão *albumina*; mas o leitor não se esquecerá nunca de que esse vocabulo simplificado representa todo um conjuncto de materias proteicas geralmente mais complicadas que as albuminas verdadeiras, e cujos phosphoproteides deverão occupar o primeiro lugar,

o mesmo com a maior parte dos outros, e especialmente com as albuminas. Apesar dos esforços de muitos chimicos, a sua fórmula não é ainda uma fórmula desenvolvida de constituição, na qual os atomos dos differentes corpos simples componentes tem entre si relações perfeitamente definidas; a synthese da albumina não está feita. Pensa-se sómente que ella deve compor-se de series construidas segundo um mesmo typo e encerrando por sua vez grupos d'atomos parcialmente identicos ou muito proximos uns dos outros; podendo certas series não existir senão em quantidade minima ou mesmo faltar completamente, d'ahi resultam differentes especies de albuminas.

Quaesquer que sejam as difficuldades que apresenta a synthese das *materias albuminoides* mais complexas encontradas na materia viva, a solução d'este problema chimico não deve ser considerada como chimerica e não é, sem duvida, senão uma questão de tempo. As investigações recentes, as de KOSSEL especialmente, permitem augurar bem do futuro. Effectivamente KOSSEL realisou, no estado de productos perfeitamente puros, substancias chimicas que se podem considerar como as mais simples das materias albuminoides, e que se podem com elle qualificar de *albuminas embryonnarias*, porque são, por assim dizer, os embryões d'individuos chimicos mais complicados. A synthese das materias proteicas já mais elevadas, das *protaminas*, por exemplo, ha-de ser por certo uma aquisição do dia d'amanhã; a das substancias albu-

minoides mais complexas não pôde, pois, ser uma impossibilidade do futuro.

Admittamos agora que se esteja na posse da fórmula das substancias albuminoides mais caracteristicas e mais importantes, das que constituem o protoplasma; estar-se-ha então habilitado para fazer a synthese d'esse protoplasma? Dada a composição chimica do protoplasma demonstrada pela analyse, seria preciso para fazer-lhe a synthese, misturar uma porção de albuminas e de materias organicas, depois ajuntar á mistura soluções salinas variadas, realisando assim uma materia extremamente complexa que seria o protoplasma. Sabe-se tambem que não bastaria fazer de todas estas coisas uma mistura fortuita e qualquer, mas que a produção do protoplasma e a disposição das suas moleculas constituintes deveriam ser determinadas pelas proprias leis que regem ás misturas chimicas; porque o protoplasma, nas suas reacções em face das influencias exteriores, comporta-se como um complexo chimico inteiro, como uma materia homogenea e una.

Em vista da extrema difficuldade de levar á execução a experiencia da criação do protoplasma, com a sua composição chimica extremamente diversificada, com a sua estrutura extremamente complexa mas determinada, duas respostas oppostas tem sido fornecidas ácerca d'este capital problema.

Uns fizeram apparecer uma força especial, vital, que não estaria de resto no poder do homem produzir, e

sem mais ampla discussão recusaram á sciencia a conquista da substancia viva, do protoplasma.

Outros discutiram as condições da experiencia e computaram as probabilidades de exito.

A principio pareceu evidente a alguns que o conhecimento synthetico das materias albuminoides, que está nas acquisições scientificas possiveis, nos approximaria muito da solução definitiva e completa da questão. Uma vez chegados ali, a etape scientifica a franquear para chegar até ao protoplasma, seria talvez menos longa do que a que antes separava as côres d'anilina dos corpos albuminoides. No dia em que se souber fazer a synthese da albumina, n'esse mesmo dia, diz NÆGELLI, poder-se-ha vêr formar-se o protoplasma *in vitro*.

Outros autores, pelo contrario, teem sido menos animadores: «A chimica, — disse por exemplo O. HERTWIG, chegará talvez um dia a produzir artificialmente corpos albuminoides. Mas querer produzir um corpo protoplasmico seria uma empreza semelhante á tentativa de fazer crystallisar um homunculo n'um frasco». Eis a que importante e judicioso reparo é devido este scepticismo.

Não se trata sómente de realisar o protoplasma, isto é um protoplasma banal, bom para todos os sêres vivos, para um homem, para um coelho, para um bolor. Um tal protoplasma banal não existe. *Não ha protoplasma geral, mas um protoplasma proprio para cada ser*, e, por consequencia milhares e milhões de

protoplasmas diferentes. Não se pôde conceber o protoplasma e, por consequencia, não se pôde pensar em realisal-o fóra da qualidade especial que elle apresenta em cada sêr vivo. Esta qualidade especial, á qual um protoplasma dado deve a caracteristica da sua organização actual, foi adquirida no decurso da evolução desse protoplasma.» A organização actual do protoplasma, — disse HERTWIG, — é o producto d'um desenvolvimento historico extremamente longo.» — «O protoplasma actual tem uma estructura historica». (BERTHOLD). Para conhecer este protoplasma e pretender realisal-o, parece que seria preciso remontar no seu passado até ao rudimento, o que parece chimerico.

De resto as nossas observações quotidianas não são nada animadoras. Não vemos o protoplasma produzir-se sob os nossos olhos, sobretudo com os caracteres especiaes que tem em cada sêr vivo. A «geração espontanea» do protoplasma foi relegada para a fila das fabulas, desde os trabalhos de PASTEUR e de TYNDALL; provavelmente não existe. Tambem WIESNER não teve difficuldade em elevar á altura d'um axioma esta proposição: «No interior do organismo tudo quanto é vivo deriva immediatamente do que vive; tudo quanto é organizado, de tudo o que é provido de organização.»

É essa uma conclusão prudente e verdadeiramente dictada pelos factos presentes d'observação. Mas não sabemos nós hoje que ha trinta annos teria sido muito

prudente emittir esta proposição: a alizarina no estado actual dos nossos conhecimentos não é jámais senão o producto do organismo vegetal da garança? O protoplasma não se produz sem duvida com todas as peças e expontaneamente na natureza; mas o mesmo succede com bastantes outras substancias: taes são as côres d'anilina. Tinha-se d'antes pensado (ERDMANN) na identidade de certos pigmentos bacterianos com materias córantes d'anilina, da prodigiosina com a fuchsina, da syncianina do leite azul com a triphenylrosanilina: identidade que a analyse espectral e as reacções chemicas demonstrariam ao mesmo tempo. Mas depois resulta de diversos trabalhos que se pôde fallar quando muito de parentesco, de semelhança, mas não de identidade entre umas e outras, até que se tenham obtido os pigmentos bacterianos puros, cristallisados, e que se tenha podido fazer sobre elles reacções chemicas precisas. Pode-se, pois, dizer, no caso das côres d'anilina, que a maior parte d'essas côres não teem uma origem natural, porque esse acaso das circumstancias exteriores sem duvida que não tem sido favoravel até hoje á sua genese. O chimico, pelo contrario, produl-as facilmente. Se o protoplasma e os sêres vivos que d'elle são formados não nascem expontaneamente, não será isso devido a que seria preciso um concurso de circumstancias multiplas extraordinariamente feliz? Da mesma maneira para a genese experimental do protoplasma. Se ella não é actualmente possivel, não dependerá isso de que não temos

nem materias convenientes, nem favoraveis condições ambientes? Não pediu alguem para fabricar o protoplasma, outra coisa senão os proprios productos d'esse protoplasma que são os unicos elementos de synthese de que possamos dispôr, e não se gabava de obter protoplasma com albuminas artificiaes, albuminas de synthese?

O protoplasma, a substancia viva não se cria á nossa vista e não provém senão d'elle proprio. Isso resulta de que as materias necessarias, as condições favoraveis para a sua producção só no organismo é que existem. Mas a biogenese experimental, a producção de substancia viva fóra do organismo não deve por isso ser tratada de pura utopia, para sempre irrealisavel. Da mesma maneira que a organização actual do protoplasma tem uma historia extremamente comprida, assim tambem a realisação d'um protoplasma está ainda, por causa da sua difficuldade, muito afastada de nós. ¹

Das experiencias e da argumentação dos sabios resulta que a synthese dos albuminoides nos laboratorios, não parece irrealisavel; prevê-se já um tempo em que n'esses laboratorios se provocará uma geração que seria improprio chamar *expontanea*, pois que terá sido lentamente preparada, prescripta, elaborada, mas

1 A. PRENANT, P. BOUIN, L. MAILLARD, *Traité d'histologie*, t. I, *Cytologie générale et spéciale*. Paris, p. 18 a 21.

que nem por isso dará menos, sem a entrada d'um germen antecedente, uma materia viva recomposta e viavel. De facto, a difficuldade é maior do que nas outras syntheses, porque não se trata sómente de crear uma substancia semelhante ao protoplasma, é preciso que ella tenha a mais, como elle, a propriedade de se adaptar ao meio.

CAPITULO II

AS DIVERSAS THEORIAS RELATIVAS À ORIGEM DA VIDA

A descoberta da synthese dos albuminoides de que acabamos de fallar, explicar-nos-ha, de modo a não restar duvida, a origem da vida e as primeiras fórmas sob as quaes ella se apresentou. Mas, na sua ausencia, não nos é permittido investigar já se a terra, n'um momento dado da Evolução, não se encontrou em estado de ser um laboratorio em que as condições essenciaes á producção da vida estivessem reunidas.

As origens da vida. — É, effectivamente, o que nos ensinam as diversas sciencias. Sabemos, graças aos dados da astronomia e da geologia, que a vida não foi possivel senão em certas condições de temperatura, portanto que só tardiamente appareceu, a quando do arrefecimento progressivo da Terra. A paleontologia e a physiologia ensinam-nos tambem que provavelmente teve ella de constituir-se em primeiro logar nos oceanos. Os mares, nas epochas geologicas, occuparam, sabe-se, a quasi totalidade da terra, e é nos mares que os paleontologos teem encontrado os

fosseis mais primitivos. Na hora actual, os sêres vivos mais simples que conheciamos habitam no oceano: a *Protamaeba primitiva*, por exemplo, simples gottasinha de protoplasma de nucleo apenas definido, que rasteja á superficie dos animaes marinhos. Julgou-se até descobrir nos mares sêres ainda mais simples, isto é desprovidos de nucleo e apresentando o aspecto de um simples bocado de protoplasma amorpho. HÆCKEL,¹ chamou a esses sêres primitivos *Moneras*, e affigurou-se-lhe observar n'ellas, no estado nativo, a materia viva. Observações ulteriores demonstraram que o exame fôra mal feito e que as moneras, como todos os sêres dotados de vida, eram organismos completos, providos de nucleo.

Em 1868,² a descoberta a 8.000 metros de profundidade, no fundo dos mares, d'uma massa gelatinosa, fez augurar que se estava em presença da fôrma mais simples da substancia viva; HUXLEY que observou amostras d'ella intitolou-a: *Bathybius Hæckeli*. Agora, tendo sido feita a prova da não existencia d'uma tal substancia, já não se trata do *Bathybius Hæckeli*, que passou ao estado de mytho. Não insis-

1 ERNEST HÆCKEL, *Studien über Moneren und andere Protisten*. (Estudos sobre as Moneras e outros protistas). *Biologische Studien*. 1.º fasciculo: Leipzig 1870.

2 Em 1868, a quando do cruzeiro do navio inglez *The Porcupine*, os naturalistas inglezes CARPENTER e WYVILLE THOMSON julgaram descobrir materia viva n'uma especie de visco que a draga levantou d'uma profundidade de 8.000 metros.

tiremos, portanto, sobre estas supposições que os progressos da technica de coloração e do microscopio demonstraram ser falsas.

Não deixa de ser menos exacto, todavia, que são as aguas do mar que nos teem fornecido os seres mais simples, e que nos entregam tambem as fórmulas mais diversificadas da vida, em quasi todos os seus estadios.

Emfim a grande quantidade de liquido que contém n'elle cada organismo vem ajuntar uma prova nova á concepção da origem marinha da vida. Todo o ser vivo é uma especie de aquario.

A theoria de Mr. Quinton. — Em seguida a algumas experiencias relativas, na maior parte, á propriedade da agua do mar se assimiliar ao organismo, MR. QUINTON reuniu as concepções esparsas das origens marinhas da vida, n'uma verdadeira theoria. ¹

Na sua opinião a vida animal appareceu, nos mares, no estado de cellula, quando as condições exteriores se encontravam perfeitamente favoraveis á sua

¹ M. R. QUINTON. *L'eau de mer, milieu organique. Constance du milieu marin originel, comme milieu vital des cellules, à travers la série animale.* Paris, Masson, 1 vol. in. 8, 503. *Les lois générales de constance originelle du milieu vital des cellules. Revue des Idées*, 15 jan. 1904. *Maintien du milieu marin originel comme milieu vital des cellules, chez les vertébrés. Revue des Idées*, 15 março 1904.

eclosão: a temperatura, diz elle, era de quarenta e quatro graus e a salgação de 8 a 9 grammas por litro. Desde então cada organismo tenderia, no decurso da evolução, a manter as suas cellulas componentes n'um meio marinho, de sorte que, salvo algumas excepções, «todo o organismo animal é um verdadeiro aquario marinho, em que continuam a viver, nas condições aquaticas das origens, as cellulas que o constituem.»

A experiencia prova, sempre segundo Mr. Quinton, que se os sêres vivos mantiveram n'elles esse meio marinho original que foi o das primeiras cellulas, não o mantiveram no grau de concentração actual dos oceanos. A salgação dos mares, como o provam de resto certos dados da geologia, ¹ tendo augmentado no decurso das edades, os sêres vivos melhor dotados só mantiveram n'elles a taxa de concentração dos mares primitivos. Os mares actuaes offerecem-nos uma concentração média de 33 grammas de chloreto de sodio por litro; ora, o meio marinho dos mammiferos só é concentrado a 6 gr. 8 e o dos passaros a 7 gr. 2, cifras que se approximam da concentração dos mares primitivos.

Bastantes contradicções veem infirmar estas observações geraes, mas MR. QUINTON serve-se tambem d'ellas, como d'argumentos. Os reptis, por exemplo.

1 Vêr as explicações de DE LAUNAY, na *Histoire de la Terre*, pag. 254 e 290.

que mantem a sua temperatura, — não acima da do meio exterior, mas 6 graus abaixo, — na opinião d'elle, sahiram dos mares quando a temperatura exterior era 6 graus superior á que convinha á cellula, por tanto de 50 graus. ¹

Emfim essa theoria da adaptação dos primeiros sêres apparecidos n'um meio progressivamente arrefecido, e da faculdade entre os ultimos que appareceram de manterem a sua temperatura interior sem relações com o meio ambiente, conduz logicamente Mr. Quinton a crer que a prova da evolução dos sêres deve ser fornecida pela temperatura especifica das especies. Chegou assim a deduzir que os passaros, os ruminantes e os carnivoros são posteriores ao homem. ²

Não entraremos na minudencia da critica d'esta theoria muito brilhante, mas sem cessar contradictoria, relataremos sómente, e muito brevemente, as experiencias mais interessantes, pelas quaes M. Quinton quiz provar que o meio marinho era um meio vital. Na sua opinião, uma das provas das origens marinhas da vida está na grande quantidade d'agua salgada incluída em todo o organismo: ella é em geral de um terço do peso do animal. O homem mediano que pesa 60 kilogrammas comprehende n'elle 20 ki-

1 DE LAUNAY, *Histoire de la Terre*, p. 238. «O que parece bem pouco conforme com o ensino tirado da flora carbonifera».

2 O que é contradictado pelas investigações e descobertas da paleontologia.

logrammas d'agua do mar, e assim com os outros organismos.

Tres series d'experiencias lhe serviram para estudar, physiologicamente, a acção da agua do mar, nos organismos, e em demonstrar seguidamente a manutenção do meio marinho como meio vital das cellulas.

1.º Agua do mar injectada em cães, em dose consideravel (8 a 10 kilogrammas, nas quatro experiencias tentadas no laboratorio do Collegio de França) não provocou, nos animaes sujeitos á experiencia, nenhuma perturbação grave. Concluiu d'ahi que a agua do mar se comporta no organismo como um meio vital.

2.º N'um segundo grupo d'experiencias, MR. QUINTON chega ás mesmas conclusões, depois de haver tirado a cães, por meio de sangria total, uma grande quantidade de sangue que, substituida por uma quantidade igual d'agua de mar, em nada modificou o estado de saude dos animaes.

3.º Globulos brancos extrahidos do sangue de diferentes vertebrados e deitados em agua do mar, comportam-se n'esse novo meio como no precedente e mantem-se com vida. MR. QUINTON concluiu d'esta experiencia, como das outras, que entre a agua do mar e o meio vital das cellulas ha, physiologicamente, identidade.

A ideia principal da theoria de MR. QUINTON, e que deve ser salvaguardada, a despeito das contra-

dicções e das hypotheses arriscadas, é que a vida tem uma origem marinha. Nenhuma das concepções de conjuncto que tentaram explicar a apparição da vida na terra, vem contradizer esta ideia, quer se supponha com RICHTER que os germens dotados de vida tinham sido trazidos d'outros planetas, ou com PREYER que a vida é eterna. N'um caso como no outro, os germens desenvolveram-se no meio marinho. Recordaremos rapidamente estas hypotheses, que, se não explicam a formação da materia viva, pôdem todavia suggerir contradições capazes de melhor fazer comprehender-lhe a origem.

Theoria dos cosmozoarios. — A theoria dos *Cosmozoarios*, chamada depois da *Panspermia cosmica*, reconhece como possivel a existencia de germens de micro-organismos que, espalhados no espaço cosmico, se desenvolveriam nos mundos aonde as condições de vida se encontram favoraveis. Esta theoria, que é a de RICHTER ¹ admite pois a eternidade da vida, que o transporte de um planeta para o outro perpetúa, mas não lhe consigna origem.

Esta hypothese não faz, parece, senão transportar a questão para outro terreno; mas não a resolve. Se

1 RICHTER, *Zur Darwinischen Lehre* (Lições sobre o Darwinismo). *Schmidt's Jahrb. d. Ges. med.* CXXXVI, 1865, e CXLVIII, 1870. — *Die neueren Kenntnisse von den Krankmachenden Schmarotzerpilzen* (id. CLI, 1871.)

a vida chegou á terra sob a fórma de germen, resta demonstrar como é que ella se formou nos outros planetas, e a que combinação deve a sua realisação; como pôde atravessar os espaços celestes sem morrer em consequencia da alta temperatura, pois que além de 100 graus nenhuma vida pôde manter-se; e como foi, se venceu esses obstaculos porque estava no estado potencial, que ella se manifestou no nosso globo e em que condições?

Theoria da continuidade da vida. — PREYER ¹ tentou explicar a origem da vida, segundo uma theoria completamente opposta. Na sua opinião, a vida não pôde apparecer como o pretendem os adeptos da geração expontanea, ou da theoria dos Cosmozoarios, porque as condições outr'ora favoraveis deveriam actualmente encontrar-se sob qualquer fórma; mas como se constata, pelo contrario, que todo o organismo não pôde descender senão d'um organismo vivo, é preciso admittir para o passado o que admittimos para o presente. A materia viva existiu portanto sempre; mais até, precedeu provavelmente a materia bruta, que sem cessar vemos derivar d'ella.

Mas se a vida nunca cessou de existir, se não teve principio, devemos enconral-a até nas epochas em que

1 PREYER W. *Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens* (As hypotheses relativas á origem da vida). *Naturwissenschaftliche Thatsachen und Probleme*, Berlin, 1880.

tudo parece provar que ella era impossivel, no tempo em que a terra era um globo incandescente, e eis como elle justifica essa asserção: «Sustentamos que o movimento eterno no Universo é a vida», e vê na terra «um gigantesco organismo incandescente, cujo sôpro era talvez um vapor de ferro brilhante, o sangue, metal em fusão, e que talvez se alimentasse de meteorites». Estas comparações figuradas mas sem realidade, demonstram muito a parte de romantismo que contém esta hypothese para não termos de insistir sobre a sua inverosimilhança.

Não podemos admittir como dotada de vida a materia abrazada, porque tem um dos attributos da materia viva: a energia e o movimento. O movimento, já o dissemos, pôde caracterisar a materia bruta, sem que seja possivel para isso assimilar-a á materia viva, porque differe d'ella essencialmente, não sendo um organismo formado de substancias albuminoides em que se fazem permutas de materias.

Hypothese de Pflüger. — PFLÜGER, inspirando-se em dados puramente scientificos, tentou explicar as origens da vida com a ajuda de factos d'ordem chimica e physiologica. É opinião sua que a materia viva descende da materia bruta que, combinando-se, lhe deu nascimento, e a vida appareceu nos tempos geologicos por *geração expontanea*.¹

1 PFLÜGER. *Über die physiologische Verbrennung in den le-*

Tendo examinado a albumina viva, que tem a propriedade de se decompôr de per si, sob a influencia do oxygenio sem cessar introduzido no organismo, comparou os seus productos de destruição com os que se obteem pela oxydação artificial da albumina morta. Notou elle «que os productos não *azotados* da albumina morta concordam em geral com os da albumina viva, mas que, pelo contrario, a maior parte dos productos *azotados* não offerecem nenhuma pareença, mesmo afastada, com a massa principal dos que se formam no corpo vivo. A differença fundamental entre ellas ambas reside, pois, nos radicaes azotados. Ora, os productos azotados da destruição da albumina viva (ureia, creatina...) encerram todos, como radical, o *cyanogenio* (CAz, carbonio, azoto), producto componente da albumina viva, que a distingue da albumina morta. É elle que dá á materia viva as suas propriedades caracteristicas, a sua energia interna, a sua instabilidade em presença do oxygenio.»

Demais, a analogia que existe entre a albumina viva e o acido cyanico (composto do cyanogenio) é tal que PFLÜGER pôde dizer: «Esta analogia é tamanha que eu consideraria de boamente o acido cyanico como uma molecula meio-viva.» O cyanogenio é, pois, um dos productos iniciaes da vida; em fim, facto ainda a notar, o cyanogenio fórma-se como outros

bendigen Organismen (Da combustão physiologica nos organismos vivos) *Pflüger's Archiv.*, vol. X, 1875.

constituintes essenciaes da albumina, em altissimas temperaturas: a vida pôde portanto esboçar-se em períodos em que a terra era ainda um planeta incandescente. Graças á extrema lentidão do arrefecimento terrestre, o cyanogenio pôde transformar-se, com a adjuncção do oxygenio, da agua e dos saes, na albumina da materia viva.

A theoria de PFLÜGER vem, pois, dar um novo complemento á hypothese da geração expontanea primitiva: os compostos cyanados, que existiam já na epoca em que a terra se encontrava em estado de incandescencia, representam os elementos essenciaes á custa dos quaes se formou a materia viva: «Tiveram, em razão da sua tendencia para a decomposição, de entrar em reacção com os outros differentes compostos de carbonio que tiravam igualmente a sua origem da acção d'uma alta temperatura. Quando a agua se precipitou em seguida sob a fórma de chuva á superficie da terra, essas combinações sahidas do fogo entraram em relação chimica com a agua e com os saes e os gazes que lá estavam dissolvidos; e d'esta fórma nasceram os corpos albuminoides vivos, esses compostos extremamente instaveis que, da mesma maneira que os outros compostos que conteem o radical cyanico, distinguem-se pela sua tendencia para a decomposição e para a polymerisação, e que fórmam os elementos essenciaes da materia viva...

«Tal é pouco mais ou menos a concepção que se poderia fazer hoje, com alguma verosimilhança, do

modo de formação da materia viva. Não é para dizer, todavia, que ella não tenha de soffrer mais tarde importantes modificações de minudencia. O theatro em que pela primeira vez appareceu a materia viva e as condições que a regeram não nos são conhecidas por agora senão d'uma maneira tão vaga que qualquer especialisação proseguida nas minudencias só pouco valor poderia ter.»¹

Todavia, apesar das incertezas em que ainda nos achamos no que diz respeito a certos pontos de minudencia, diversas sciencias prestam-nos já um tal concurso na investigação do problema das origens da vida que podemos affirmar certos factos com toda a segurança.

A parte das diversas sciencias no estudo das origens da vida. — Cada uma fornece os seus dados, cuja concordancia põe o sabio na via das hypotheses fundadas.

A *astronomia* e a *geologia* informam-nos ácerca da formação dos mundos e da terra, ácerca da temperatura do globo nos diversos periodos, e permitem-nos estabelecer approximativamente a epoca da apparição da vida. Sabemos, effectivamente, por multiplicas experiencias, que a vida não póde manter-se além de 100 graus; ella não devia, pois, existir nos

1 VERWORN. *Physiologie générale*, p. 347.

tempos em que a terra em estado de incandescencia attingia 5.000 a 6.000 graus; só pôde apparecer tarde, quando do seu arrefecimento.

A *paleontologia* soccorre-se dos dados da geologia para reconstituir a historia da vida. O seu methodo consiste em recolher nos diversos terrenos, cujas idades fôram previamente fixadas, os detricos das plantas e dos animaes fosseis, em classificar-os segundo a sua ordem approximativa d'apparição, afim de reconstituir nas suas linhas geraes a evolução das especies. Emfim, comparando os destroços fosseis ás especies actuaes, a paleontologia deduz as leis segundo as quaes se fez a evolução.

Mas esta sciencia não decorre sem bastantes lacunas; fornece alguns elementos de solução do problema da vida, sem o resolver, porque não apresenta as especies, desde a sua origem ao seu estado actual, como uma cadeiá contínua; por toda a parte faltam elos, e os primeiros anneis não pôdem mesmo ser approximativamente reconstituídos. Os terrenos antigos soffreram grandes modificações,¹ e, em consequencia d'uma

1 Todos os terrenos anteriores ao precambrianno, conhecidos por nós até hoje, sem excepção tomaram esse aspecto cristalino que os fez confundir sob o nome de gneiss ou micaschistos, e que algumas vezes fez vêr n'elles a primeira crosta de consolidação terrestre. Alli existem provavelmente no estado indescernivel, os sedimentos de periodos extremamente longos durante os quaes todas as evoluções puderam começar. (DE LAUNAY, *L'histoire de la terre*, p. 291-292).

recristallisação de seus sedimentos, não nos conservaram nenhum especimen da sua flora e da sua fauna. Até ao periodo geologico chamado *precambrianno*, não possuímos vestigio algum de ser vivo. As razões d'esta ausencia de todo o organismo, residem tambem na extrema fragilidade dos primeiros sêres; a vida, que appareceu primeiro no estado de cellulas, de sêres molles sem esqueleto, nem partes resistentes, devia desaparecer sem deixar vestigios. No proprio *precambrianno*, apenas se recolheram alguns vestigios estampados no lodo pelos anelidos, mas a partir do *cambriano*, descobertas mais numerosas permittiram reconstituir approximadamente a evolução dos sêres. Estas lacunas, outras sciencias ajudam a preencher-as. A *embryologia*, ou sciencia do desenvolvimento individual do germen, fornece-nos dados sobre a evolução dos sêres. Effectivamente, desde o seu estado mais simples, o germen, a cellula ovo dos vegetaes e dos animaes, percorre uma serie de estadios de desenvolvimento que reproduzem as fórmãs ancestraes pelas quaes esse organismo passou no decurso da evolução. A *anatomia comparada* presta-nos serviços analogos: utiliza os documentos que lhe são fornecidos pela semelhança dos diversos orgãos que ella observa nos sêres actualmente vivos. Ella demonstra, pela concordancia que se nota entre os grupos d'organismos dissecados até nas suas partes mais delicadas, o parentesco que os liga uns aos outros.

A *physica* e a *chimica* dão-nos informações sobre

todos os phenomenos e as permutas que se produzem no ser vivo. O conhecimento das leis da electricidade ajuda-nos na pesquisa dos phenomenos elementares da vida; ensina-nos, effectivamente, «que toda a materia viva é formada pela associação de colloides, evoluindo sem intervenção de *forças vitaes* particulares, nem sem mysterio irreductivel que interdiga a synthese d'esta materia com todas as suas manifestações.» ¹

¹ MR. JEAN PERRIN, *Mécanisme de l'électrisation de contact et solutions colloïdales*. «*Journal de Chimie-Physique*», 1905, p. 50.

CONCLUSÕES

Tendo sido dados os factos mais característicos que explicam as propriedades dos seres vivos e a origem da vida, vamos tentar agora desenvolver d'esses factos e d'essas theorias algumas ideias geraes que permitirão conceber, d'uma maneira toda scientifica, a solução possível do problema da vida.

A cellula, base physica da vida. — A ideia mais geral que se deduz dos factos precedentes, é que não ha vida fóra d'uma organização definida, cuja fórma mais simples é a *cellula*. Viu-se, de facto, que a materia viva scindida d'um de seus elementos não póde viver; o protoplasma desprovido de nucleo morre infallivelmente. A cellula é, pois, a base physica da vida. Feita essa demonstração, não nos é pois possível conceber a vida independentemente d'um organismo, muito simples que seja, mas possuindo a totalidade dos seus elementos.

O que a cellula nos apresenta no estado rudimentar, isto é as propriedades características dos sêres vivos, encontramol-as nós. nos sêres superiores, n'um estado de complicação crescente. Nos sêres mais elevados em organização, esses caracteres especificos adquiriram uma tal complexidade que parecem, a um exame superficial, irreductiveis aos da cellula. Bastantes sabios teem hesitado em reduzir os phenomenos de pensamento e de consciencia a simples movimentos da materia. É que succede com essa complexidade como com as combinações chimicas que determinaram a vida; permanecendo os mesmos elementos constitutivos resulta d'ahi, do facto das suas relações, propriedades novas que não existiam no estado embryonario nos componentes. O pensamento e a consciencia parecem, pois, ser, com relação aos phenomenos vitaes elementares, o que a materia viva é relativamente á materia bruta.

O funcionamento vital. — A vida não se encontra, como acabamos de dizer, fóra da materia viva organizada; mas essa propria substancia póde ser privada das propriedades vitaes, e passar a um outro estado que se chama à morte. Em que momento poderemos nós chamal-a viva? A cellula vive, quando é capaz de soffrer permutas com o meio ambiente, de assimilar e desassimilar os productos nutritivos, de se reproduzir, etc.... Este phenomeno do funcionamento vital apresenta-se n'ella sob a fórmula mais simplificada,

em ponto pequeno, mas com todas as suas phases. Dá-nos uma ideia total do cyclo vital, que havemos de encontrar o mesmo, se bem que em graus de complicação extremos, nos sêres superiores. Percebe-se a causa facilmente, se se pensar que em vez de ser composto d'uma cellula só, como a amiba, o homem, por exemplo, é composto de 60 trilliões de cellulas. Além do funcionamento proprio a cada cellula, operam-se n'um tal organismo relações de funcionamento entre as cellulas, uma divisão do trabalho por sua especialisação para funcções definidas, e a sua organização em aparelhos, órgãos, tecidos, etc....

Mas quer esse funcionamento se observe na amiba quer no homem, apresenta, afora as suas fórmulas mais ou menos complexas, um conjuncto de caracteres communs, e as mesmas causas.

Os factos vitaes são factos physico-chimicos. — De tal sorte que os actos vitaes, do mais simples ao mais aperfeiçoado, pódem todos resumir-se em não serem senão *factos physico-chimicos*. Em nenhum momento, effectivamente, e qualquer que seja o phenomeno estudado, não temos precisado, para o explicar, de fazer intervir a *força vital*. A physica, a chimica, as leis da electrisação... sempre nos forneceram a explicação procurada. Se tivéssemos de lhes sobreajuntar a *força vital*, achar-nos-íamos em contradicção commosco proprios, e com a maior parte dos biologis-

tas, porque nos seria preciso negar o principio, que não temos cessado de afirmar, da *conservação da energia*. Ora, esta lei, longe de ser destruída, tem sido affirmada sem cessar pelos factos. Recordaremos, entre todos os exemplos que se encontram no decurso d'este estudo, um unico facto que torna insustentavel a hypothese d'uma força vital: «As investigações calorimetricas mais recentes demonstraram que no animal adulto que se encontra em perfeito equilibrio de nutrição, isto é que elimina do seu corpo, pelas excreções, tantos atomos como os que recebe por meio dos alimentos, produz-se tambem um perfeito equilibrio dynamico; n'outros termos, a propria quantidade d'energia que entra no animal como força chimica de tensão, com os alimentos, encontra-se de novo quando ella abandona o organismo pela actividade total dos orgãos. Devemos, pois, fazer derivar toda a somma das acções energeticas do organismo unicamente das quantidades d'energia que entraram no corpo com a alimentação. Se não quizessemos admittil-o, seriamos levados a uma consequencia completamente absurda; porque se as funcções do organismo fossem sustentadas n'um fundo particular d'energia por uma força vital, ser-nos-ia preciso aventar a hypothese, por um lado que a força vital se formaria continuamente de nada no corpo, para occorrer d'uma maneira permanente ás suas funcções, e por outro lado que a energia potencial dos alimentos desappareceria continuamente como superflua. Mas uma tal interpretação não

poderia já ser aceite hoje por nenhum verdadeiro naturalista.»¹

Attitude philosophica a tomar perante o problema da vida. — O que nós temos chamado «o facto novo», isto é a constituição de propriedades novas n'um organismo, em consequencia da combinação dos seus elementos, não pôde em nada ser assimilado a essa força vital sobreajuntada, porque no facto novo, nada d'extra-natural apparece. Os caracteres novos são a resultante apenas das leis physico-chimicas que se observam nos elementos em combinação. Se essas leis fornecem ao organismo aspectos novos, se a energia que lhes é inclusa se traduz por manifestações não observadas até então, não deixa de ser menos verdade, que esses aspectos, essas manifestações permanecem submettidas ás leis physico-chimicas. Basta demonstrar que nos separamos nitidamente dos vitalistas que negam, pelo contrario, que os factos vitaes possam sc. reduzidos ás leis da chimica-physica, e que admittem á priori, sem a demonstrar, a intervenção da força vital.

A superioridade da these unicista ou materialista, sobre as outras concepções animistas, vitalistas, etc.... reside sobretudo n'isto, que a noção da materia não é alli separada da noção d'energia, porque não ha

1 VERWORN, *Phys. génér.*, p. 50.

movimento sem mobil. Uma outra superioridade d'esta these é transportar para o dominio dos problemas a resolver pela sciencia, e não pela metaphysica, as questões não solucionadas, de par e passo que appareçam.

A materia bruta e a materia viva, suas relações.
— Afim de não deixar ambiguidade alguma sobre a theoria do facto novo, temos que insistir sobre a ideia de que ella não rompe em nada com a theoria da evolução, com que até concorda, a despeito do seu aspecto revolucionario. Quando, effectivamente, se penetra na intimidade da evolução, encontram-a como complexo de revolução. Assim é que, para se não tomar senão um exemplo simplissimo, o phenomeno elementar do choque, segundo o ponto de vista em que se collocam, é um facto d'evolução (continuação) ou de revolução. A apparição da materia viva derivada da materia bruta, mas distinguindo-se por propriedades novas, póde ser considerada sob um ou outro ponto de vista, sem que a concepção da sua origem em nada se encontre modificada. Dissemos precedentemente que a ideia de investigar na materia bruta a totalidade dos caracteres da materia viva, parecia-nos um erro de methodo; isso não significa que não apercebamos entre ellas alguma filiação. Se reagimos por uma ou duas vezes contra as relações um pouco mais precisas que entre ellas estabelecia MR. DASTRE, temos que exprimir todavia a nossa adhesão á maior parte das suas ideias. Foi elle que levantou o inter-

dicto que se tinha lançado sobre os phenomenos vitaes e a materia viva, que parecia sacrilegio relegar á materia inorganica. Demolindo os repartimentos estantes que separam o reino vivo do reino inanimado, e rebuscando os laços de filiação que um a outro os unem, é d'aquelles que prestaram á sciencia e á philosophia um grande serviço. Em seus trabalhos, synthetizou os resultados de todas as investigações precedentes dos sabios sobre: os cristaes, o movimento browniano, etc... n'uma palavra, modos de transformação proprios á materia bruta. Mas o que elle não affirmou bastante, e sobre o que insistiremos, é que se os elementos da materia viva são os mesmos que os da materia bruta, o seu modo de combinação não se encontra em parte alguma no mundo inorganico. As substancias albuminoides, os hydratos de carbonio e as gorduras que compõem o protoplasma, e pertencem sem excepção a todos os organismos, só n'elles existem, bem como as propriedades que lhes estão ligadas. Se uma ou algumas d'essas propriedades se encontram por vezes em certos corpos brutos, nunca é senão isoladamente, e sempre sem arrastar com ellas a faculdade do ser inorganico se adaptar ao meio.

O ser vivo é um transformador d'energia. — A possibilidade d'estas permutas constantes entre o organismo e o meio, faz do ser vivo um verdadeiro *transformador d'energia*. O cyclo vital, isto é o cyclo das permutas entre o ser e o meio, é ininterrupto; em ne-

nhum momento apresenta a phase de descanso; e longe de serem qualquer coisa, essas permutas são *coordenados* no organismo. A medida que este mais elevado é na escala dos sêres, mais intensa é a sua faculdade de transformar a matéria em energia. E a prova de que esta observação é exacta, e que é bem essa uma propriedade característica do ser vivo, é que a evolução se fez n'esse sentido.

Rapido relance sobre a evolução dos sêres. —

Se bem que a questão da evolução dos sêres seja tratada n'outra parte, parece necessario indicar aqui em grandes linhas o que é mister entender pela evolução dos sêres e como ella é feita. Para bem a comprehender, é util, cremos, romper com essa ideia simplificada de mais de que a vida nasceu d'uma cellula unica que, segmentando-se, deu nascimento, por graus de complexidade crescente e cadeia contínua, a todos os sêres actualmente conhecidos. É preciso admitir, conformando-se com os dados mais exactos da paleontologia, que a vida, na sua origem, pôde manifestar-se, sob a fórma de sêres simplissimos, mas diversos, que evoluíram em sentidos um pouco differentes. As condições d'apparição da vida, dessemelhantes de modo a não restar duvida, das, sempre identicas, combinações chimicas de laboratorios, deviam apresentar variantes notaveis sobre as immensas extensões da terra em que existiam. Resulta, pois, d'esta hypothese, que a vida teve de apparecer espontaneamente, e n'um

grande numero de exemplares, nas differentes partes dos oceanos, onde o protoplasma estava constituido em cellulas vivas. Apoz uma quebra enorme, graças á adaptação ao meio, as fórmãs cellulares mais robustas e mais plasticas subsistiram, e foi d'ellas que sahiram os multiplos séres, dos mais inferiores aos mais superiores, tanto os que a paleontologia reconstitue. como os que encontramos vivos na terra.

BIBLIOGRAPHIA

- D'ARSONVAL, CHAUVEAU, CARIEL, MAREY. — *Physique biologique*. 3 vol. Paris — Masson, 1905.
- *Capillarité et tension superficielle* (IMBERT), t. I, p. 422.
- *Solubilité des solides, Inhibition* (IMBERT), id., p. 444.
- *Filtration* (GARIEL), p. 456.
- *Osmose* (DASTRE), p. 466.
- BALBIANI. — Mérotomie des Infusoires. *Recueil zoologique suisse*, 1888.
- BEAUNIS. — *Nouveaux éléments de physiologie humaine*. (Vol. 1.) 2 vol. Paris, Baillière. Gr. in-8.º, ao todo 1700 p. e 857 figuras, 3.ª edição, 1888. Obra exacta, se bem que um pouco antiquada, mas feita com muita intelligencia.
- BENEDIKT (Moritz). — *Biomécanisme ou néovitalisme en médecine et en biologie*. Paris, Maloine, 1904.
- CLAUDE BERNARD. — *Introduction à la médecine expérimentale*. Paris, Baillière.
- *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. 1879-1885. 2 vol. in-8.º, 4 estampas col. fig. (15 fr.) Paris, Baillière.
- M. BERTHELOT. — *La synthèse chimique*. 1 vol. Bibliotheca scientifica internacional. Paris, Alcan.
- BICHAT. — *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*. Masson, 1862. 1 vol., 380 pag.

G. BONNIER. — Expériences de Stéph. Leduc. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*. 8 e 15 janeiro 1907.

BORDEU. — These de medicina de Montpellier. 1742.

BROWN. — Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideæ and Asclepiadæ, (Remarques sur les organes et le mode de fécondation chez les Orchideæ et les Asclépiadæ). *Transactions of the Linnean Society*. London, 1833.

BRÜCKE. — Die Elementarorganismen (Os organismos elementares). *Wiener Sitzungsbericht*. (Relatorio da sessão de Vienna). 1861. vol. XLIV.

E. CHAUFFART. — *La vie. Études et problèmes de biologie générale*. Paris, Baillière, 1878. 1 vol. in-8.º, 525 pag.

CHAUVEAU. — Ver d'Arsonval.

— *Le Travail musculaire et l'énergie qu'il représent*. 1 vol. 373 pag. Paris, Asselin et Houzeau, 1891.

CLAUSUIS. — Ueber die Elektrizitätsleitung in Elektrolyten. *Poggendorff's Annalen*. C. I., 1856.

G. COLOMB ET C. HOULBERT. — *Biologie végétale*, 1 vol. in-18. Armand Colin, édit. 1906.

Obra d'ensino clarissima. A nutrição e as permutas d'energia na cellula são alli cuidadosamente estudadas.

A. COTTON ET H. MOUTON. — Les ultra-microscopes et les objects ultra-microscopiques. *Révue générale des Sciences*, 1903, p. 1184.

Novo processo para pôr em evidencia os objectos ultra-microscopicos. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, 1903, I, p. 1657-1659.

DASTRE. — *La vie et la mort*. Bibliothèque de philosophie scientifique. Paris, Flammarion.

Obra particularmente interessante para a questão que nos occupa, e sobretudo no ponto de vista philosophico. Encontram-se n'ella desenvolvimentos mais extensos sobre algumas partes que tivemos de abreviar no presente trabalho, entre outras as que são relativas ás noções actuaes sobre a energia e a materia.

YVES DELAGE. — *Structure du protoplasma et théorie de l'hérédité*. Paris, Schleicher. 1 vol.

YVES DELAGE ET E. HEROUARD. — *Traité de zoologie concrète*, t. I. La cellule et les protozoaires. Paris. 1896. 870 figuras, um grande numero das quaes coloridas.

DOYON. — Vêr Morat.

RAPHAËL DUBOIS. — Anatomie et physiologie comparée de la Pholade dactyle. *Annales de l'Université de Lyon*. T. II. 1892. La création de l'être vivant et les lois naturelles. *Revue des idées*. 15 mars 1905.

Este artigo contra cujas tendencias muito affirmativas ficamos de prevenção, deve ser lido appellando para o espirito critico.

E. DU BOIS REYMOND. — Ueber die Grenzen des Naturerkennens. (Dos limites do conhecimento da natureza.) *In: Reden, erste Folge*. Leipzig, 1886.

O autor, que é um grande physiologista, declara que a solução do problema da materia e da força, e do poder que teem de pensar, não poderá ser encontrada nem no presente nem no futuro. Permittimo-nos levantar este desafio atirado á sciencia, objectando que todos os limites que lhe foram traçados no passado foram paulatinamente transpostos, e que não basta para resolver taes problemas ser um grande especialista, mas ter um espirito bastante geral para perceber as questões em seu conjuncto.

DUCLAUX. — *Traité de microbiologie*. 2 vol. Paris, Masson, 1898.

DUJARDIN. — Mémoire sur l'organisme des Infusoires. *Ann. Sciences naturelles zool.* 1838.

— *Histoire naturelle des zoophytes-infusoires*. Paris, 1841.

E. DURKHEIM. — *Cours fait à la Sorbonne*, de dezembro 1906 a abril 1907. — La religion. — Les origines.

M. GABRIEL. (Ver d'Arsonval.) — Travail fourni par les animaux, rendement des moteurs animés. *In: Traité de physique biologique*. Vol. I, p. 982 à 1011.

GIGLIO TOS. — *Les problèmes de la vie*. — Turim, 1900. N'este livro o author tentou reportar os phenomenos vitaes a factos puramente mecanicos.

A. GRÜBER. — Ueber einige Rhizopoden aus dem genueser

Hafen. (De alguns rizhopodos do porto de Genova). *Bericht der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg*. Vol. IV, 1888. Relatorio da sociedade d' historia natural de Friburgo.

ERNEST HEACKEL. — *As Maravilhas da Vida*. I vol. in-8.º

— *Os Enigmas do Universo*. I vol. traducção da casa Lello & Irmão. Porto.

— *Religião e evolução*. 1 vol., idem.

— *Origem do homem*. 1 vol., idem.

— *O Monismo*. 1 vol., idem.

HALLER. — *Mémoire sur la nature sensible et irritable des particules du corps animal*, Lausanne, 1856.

N'este livro acham-se expostas as primeiras investigações, que ficaram classicas, sobre a irritabilidade, feitas pouco tempo antes por Glisson.

HENNEGUY. — *Coloration du protoplasme vivant*. *Bulletin de la Société Philomatique*. 1881.

— *Leçons sur la cellule, morphologie et reproduction*, feitas no Collegio de França durante o semestre de inverno 1893-94; recolhidas por *Fabre-Domerguf*, e revistas pelo professor. Paris, Masson, 1896. 1 vol. in-8.º com 362 fig. a preto e coloridas.

HENRY ET MAYER. — *Nos connaissances sur les colloïdes*. *Revue générale des Sciences*. 15 dez. 1904, p. 1080.

A. L. HERRERA. — *Notions générales de biologie et de plasmogénie*. Traducção franceza de G. Renaudet. Berlin, Junk. 1906.

C. HOULBERT — Vêr C. Colomb.

HOULLEVIGUE — *Du laboratoire à l'usine*. A. Colin, 1904, 300 p.
— *L'Évolution des sciences*. A. Colin, 1908. 300 p.

Mr. Houlevigue é um sabio que possui n'um alto grau o talento da vulgarização, isto é que, sendo sempre muito scientifico, permite que os leitores não preparados fiquem scientes das questões mais delicadas e mais complexas.

FRÉDÉRIC HOUSSAYE. — *La Forme et la vie*. Essai de la méthode mécanique en zoologie. 1 vol. gr. in-8.º Schleicher fr. edit.

Obra engenhosa com tendencias philosophicas; o author applica os dados physicos e mecanicos á historia da contínua

mudança das formas em zoologia, desde as origens do mundo. A analyse das influencias determinantes do *meio physico* sobre a successão das formas animaes é muito bem feita, assim como todas as partes que valorisam as theorias geraes da Evolução.

- H. S. JENNINGS. — *The Behavior of the lower organisms*. (Da maneira de ser dos organismos vivos). 1 vol. in-8.º da série biologica da Universidade de Columbia. 336 paginas, 114 gravuras. New-York. Columbia University Press. Macmillan, 1906.

O author procura mostrar que os actos dos seres inferiores não são devidos a simples *taxismos*, mas ás parcelas de consciencia que residem n'esses seres, e que em consequencia da evolução, terminarão na consciencia humana. É sua opinião que ha um fosso que separa o mundo organico do mundo inorganico, mas desde que os phenomenos da vida apparecem, a cadeia é continua do ser inferior: a amiba, ao homem. Sob as reservas que envolve esta hypothese do psychismo nos seres inferiores, a obra, que é muito documentada, merece ser lida e utilizada.

- KUNSTLER. — De la constitution du protoplasme. *Bull. scientif. du dép. du Nord*. França — 1882.

- L. LALOY. — *L'Évolution de la vie*. Paris, Schleicher, 1902.

O author expoz d'uma maneira muito clara a evolução da vida, mas as suas theorias, dum finalismo por vezes desconcertante, prejudicam as observações scientificas. Eis aqui um exemplo: "Seria, na minha opinião, este estado de mutação a verdadeira causa da formação das especies (p. 104) o que quer dizer: a mutabilidade das especies explica-se pelo seu estado de mutação, ou ainda: a variabilidade dos seres explica-se pela sua aptidão em variar. Estas theorias levam Mr. Laloy até a fallar da *finalidade interna*, do protoplasma ou da sua *consciencia obscura*, e chega a accusar sabios como Lœb, Y. Delage, "de não contarem com a finalidade que é a propria característica da vida.,. As mesmas ideias são desenvolvidas em: *Parasitisme et mutualisme dans la Nature*. Paris, Alcan, 1906 (prefacio de Mr. Giard), em: *La théorie des tro-*

pismes et les manifestations vitales des organismes inférieurs. *Revue scientifique*, 1906. II, p. 490 a 497.

LAULANIÉ. — *Énergétique musculaire*. Encyclopédie scientifique des aide-mémoire. Paris, Masson.

F. LE DANTEC. — *La matière vivante*. Encyclopédie des aide-mémoire. Paris, Masson, 1895.

— *Les Influences ancestrales*. 1 vol. de la Biblioth. de philos. scientif. Paris, Flammarion, 1907.

— *Théorie nouvelle de la vie*. Paris, Alcan.

— *L'Unité dans l'être vivant*. — Paris, Alcan, 1902.

— *Traité de Biologie*.

As theorias de Mr. Le Dantec são essencialmente *mecanistas* e sob este titulo não podemos deixar de recommendar a leitura das suas obras, de resto muito attrahentes; temos, todavia, de nos pôr de sobreaviso contra as brilhantes hypoteses do author, sempre muito suggestivas, mas em que a escolha dos factos é muito pessoal, bastantes vezes.

NORMAN LOCKYER. — *L'Évolution inorganique*. Biblioth. scientif. intern. Paris, Alcan.

JACQUES LÖB. — *La Dynamique des phénomènes de la vie*. Trad. franc. 1 vol. Biblioth. scientif. intern. Paris, Alcan, 1908.

Mr. Löb não vê nos seres vivos senão "machinas chemicas," essencialmente constituídas por substancias colloidaes e que possuem a propriedade de se conservar, de se transformar e de se reproduzir automaticamente.

Este ponto de vista — que a certos respeitoes póde ser criticavel — não deixa de ser muito fecundo quando se trata de investigações a fazer. Em taes circumstancias, effectivamente, as criticas que temos dirigido á identificação da materia bruta á materia viva ficam sem interesse. Que um facto novo appareça no decurso da evolução e que a materia viva seja dotada de qualidades proprias, isso não muda em nada os problemas do investigador. Tal qual existe, a materia viva é um composto d'elementos chemicos conhecidos; a tarefa do sabio é encontrar essa combinação e de procurar realisala.

Lembramos que é ao impulso de Mr. Löb que se deve a

maior parte das recentes investigações sobre a fecundação artificial.

MAREY.— Ver d'Arsonval.

JEAN MASSART.— Recherches sur les organismes inférieurs. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3^e série, t. XXII, 1891.

E. MAUPAS.— Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. *Arch. de zoologie expérimentale et générale*. 2^e série, vol. VII. 1889, p. 150 a 517, estampas 9 a 23.— Cf. Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés, *ibid.*, 2^a série, vol. VI, p. 165 a 277, estampas 9 a 12.

MAYER.— Ver Henry.

ÉLIE METCHNIKOFF.— La lutte pour l'existence entre les diverses parties de l'organisme. *Revue scientifique*. 10 set. 1892, p. 321-326.

— *Leçons sur la Pathologie comparée de l'inflammation, faites à l'Institut Pasteur en avril-mai 1891*. Paris, Masson, 1892. 1 vol. in-8.^o com 65 fig. e 3 estampas coloridas.

— *L'Imunité dans les maladies contagieuses*. Paris, Masson, 1901. 1 vol. gr. in-8.^o, com 47 fig. coloridas.

— *Études sur la nature humaine*. — Essai de philosophie optimiste. Paris, Masson, 1905. 1 vol. in-8.^o, com figuras.

MORAT ET DOYON.— *Traite de Physiologie*. 5 vol. Paris, Masson. Vol. I. Les fonctions élémentaires.

MOUTON.— Ver Cotton.

PASTEUR.— Exame de la doctrine de générations spontanées. *Annales de chemie et physique*, 3^e série, t. LXIV, 1882.

EDMOND PERRIER.— *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 2.^a édit. Paris, Masson, 1898, in-8.^o, com 158 fig. e 2 estampas.

— *Traité de zoologie*. 2 vol. in-8.^o Paris, Masson, 2.^o fasciculo: Protozoaires et phytozoaires.

RÉMY PERRIER.— *Cours élémentaire de zoologie*. 3.^a edição 1906. Paris, Masson, 720 p.

- JEAN PERRIN.—Mécanisme de l'électrisation de contact et solutions colloïdales. *Journal de Chimie-Physique*. Genève-Paris, 1904, p. 602-651 e 1905, p. 50-110.
- *Les principes*. Traité de chimie-physique. Paris, Gauthier-Villars, 1903, 300 p.
- HENRI PIÉRON.—Un nouvel aspect de la lutte du mécanisme et du vitalisme: la Plasmologie. *Revue Scientifique*. 7 out. 1905. p. 452-458.
- DR. JULIEN PIOGER.—*La Vie et la Pensée*, 1 vol. in-8.º Félix Alcan, edit. 1893.
- Ensaio de concepção experimental dos phenomenos da vida e do pensamento em que o author, apesar de certas obscuridades d'expressão, exforçou-se por interpretar os factos e as leis biologicas, não os seperando do conjuncto dos phenomenos do Universo. É, sobretudo, uma obra de reacção contra diversas doutrinas, reportando-se todas á crença no "facto vital".
- POUCHET.—*Hétérogénie ou traité de la génération spontanée*. Paris, Baillière, 1859.
- A. PRENANT, P. BOUIN ET MAILLARD.—Traité d'histologie. Vol. I: *Cytologie générale et spéciale*. Paris, Schleicher, 1904. 1 vol., 978 pag. 791 figuras.
- PREYER.—Éléments de physiologie générale. Trad. franc. de J. Soury. 1 vol. in-8.º Paris, Alcan.
- PREYER ET WENDT.—Ueber den Chemismus im lebendigen Protoplasma. (Do chimismo no protoplasma vivo). I. Mittheilung. *Himmel und Erde, illustrierte Monatsschrift herausgegeben von der Urania-Gesellschaft*, 4.º anno, 1.º fasc., out. 1891.
- R. QUINTON.—*L'Eau de mer, milieu organique*. Constance du milieu marin originel comme milieu vital des cellules à travers la série animale. 1 vol. gr. in-8.º Paris, Masson, 1904.
- Loi générale de la constance originelle du milieu vital des cellules. *Revue des idées*. 15 janeiro 1904, p. 29 a 48.
- Maintien du milieu marin originel comme milieu vital des

- cellules, chez les vertébrés. *Revue des idées*. 15 março 1904, p. 187-199.
- CHARLES RICHTER. — *Essai de psychologie générale*. Paris, Alcan, 1903. 5ª edição 1 vol. Cap. I, *L'irritabilité*, p. 9-30.
- *Dictionnaire de physiologie*. Paris, Alcan. Lêr os artigos: *absorption, colloïdes, dialyse*, etc., aonde se encontrará uma apresentação das questões que são tratadas n'esta obra, e uma bibliographia completa.
- V. RINDFLEISCH. — *Neovitalismus*. (O néo-vitalismo). Vortrag gehalten auf der 67. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzt zu Lübeck, 1895.
- SCHLEIDEN. — Beiträge zur Phytogenesis. (Artigo sobre a genese das plantas). *Maller's Arch*. 1838.
- MAX. SCHULTZE. — *Das protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen*. (O protoplasma dos rhizopodos e das cellulas das plantas). Leipzig, 1863.
- TH. SCHWANN. — *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen* (Investigações microscopicas sobre a concordancia de estrutura e de desenvolvimento dos animaes e das plantas). 1839.
- THOULET. — La vie des minéraux. *Revue scientifique*, 24 jan. 1885.
- La Biologie minérale. *Revue scientifique*, 1886. 30 janeiro. N'essa obra o author altera em linguagem humana as actividades mineraes mais simples, de tal sorte que o phenomeno natural d'adaptação torna-se para elle um phenomeno de consciencia e de vontade. Vê-se desde principio a fraqueza d'esse methodo das relações.
- VALLERY-RADOT. — *Vie de Pasteur*. 1 vol. 692 p. Paris, Hachette. 1900.
- MAX VERWORN. — *Physiologie générale*, trad. franc. por E. Hédon. 1 vol. 664 p. 285 fig. Paris, Schleicher, 1900.
- VIGNON. — Le matérialisme scientifique. *Revue philosophique*. 1904.

O author tentou mostrar a insufficiencia da theoria materialista para explicar os phenomenos vitaes.

RUDOLF VIRCHOW. — Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre (a pathologia cellular baseada sobre a histologia physiologica e pathologica) Berlin, 1858.

WÖHLER — Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs. (Da composição artificial da ureia). *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, vol. XII, 1828.

INDICE DAS FIGURAS

FIGURA	PAG.
1. — Amiba com prolongamentos, uns largos e pseudo- podicos, os outros filiformes e flagelliformes ...	6
— 2. — Globulos sanguineos do homem	7
— 3. — Cellulas epitheliaes da bexiga do <i>Triton alpestris</i>	8
— 4. — Cellula nervosa do cortex cerebral d'um cão ...	9
— 5. — Cellula-ovo do ovario do ouriço do mar... ..	10
— 6. — Estructura de diferentes bacterias	10
— 7. — Cellula cartilaginosa da parte mais grossa do fe- mur d'uma larva de salamandra com estrutura filiar do cytoplasma	11
— 8. — Dialysador	13
— 9. — Espermatozoide d' <i>Ascaris megalocephalo</i>	19
— 10. — Estructura espumosa do protoplasma intra-capsu- lar da <i>Thalassicola nucleata</i> ; emulsão d'azete e assucar de canna; estrutura do protoplasma n'uma expansão pseudopodica d'um foraminifero (<i>milida</i>); estrutura protoplasmica d'uma ce- lula epidermica da lombriga	20
— 11. — Cellula do testiculo do bicho de conta para a dis- tineção do reticulum e do enchylema	22
— 12. — <i>Pelomyxa pallida</i> . Rhizopode de substancia nu- clear finamenté dividida	36
— 13. — <i>Stentor Raselli</i> , infusorio em forma de trombeta	37
— 14. — Divisão e expulsão do centrosomo no nucleo das cellulas seminaes do <i>Ascaris megalocephala</i> ...	39
— 15. — <i>Pelomyxa palustris</i>	48
— 16. — Chimiotaxia das bacterias e infusorios... ..	50
— 17. — Dois ovulos d'uma planta, rodeados d'um enxame de espermatozoides... ..	51
— 18. — Thigmotaxia positiva d'uma planta	53
— 19. — Cyphoderia, com pseudopodos em extensão	54
— 20. — Phototaxia das diatomadas	55
— 21. — Prototaxia do <i>Olosterium</i>	56
— 22. — Curvas do movimento galvanotactico das Parame-	

	cias, por applicação d'electrodes ponteagudos...	57
FIGURA	23. — Galvanotaxia do <i>Amaba diffluens</i>	59
—	24. — Movimento molecular ou browniano. <i>Olostertium</i> ...	63
—	25. — Schema do turgor cellular d'uma cellula vegetal	64
—	26. — <i>Thalassicola nucleata</i> , radiolario de forma esphe- rica, visto em corte transversal	66
—	27. — Diatomada com os filamentos de mucus... ..	69
—	28. — Cellulas epithellaeas da fasciola do figado	70
—	29. — Amiba nos oito estadios successivos de movimento	71
—	30. — <i>Stentor caruleus</i>	73
—	31. — <i>Vorticella</i>	74
—	32. — Schema: I. Gotta liquida na qual os processos chimicos são eguaes em todos os pontos: nenhuma corrente; II. gotta liquida, na qual se pas- sam em dois logares distinctos processos chimi- cos differentes, dá uma corrente	80
—	33. — Schema: I. Cellula cuja substancia viva é a sêde em todos os seus pontos de processos chimicos eguaes: nenhuma corrente; II. Cellulas differen- ciadas no seu polo (por exemplo, cellulas d'uma mucosa), de que um dos polos é a sêde de pro- cessos chimicos differentes dos do outro polo, dão uma corrente	81
—	34. — <i>Torpedo marmoratus</i> (tremelga)	81
—	35. — <i>Vampyrella Spirogyra</i> perfurando uma cellula de <i>Spirogyra</i> e sugando-lhe o conteúdo	87
—	36. — Leucocyto de rã ingerindo uma bacteria	88
—	37. — Amiba ingerindo uma alga	92
—	38. — <i>Vorticella</i> em quatro estadios successivos da absor- ção alimentar... ..	92
—	39. — Esqueleto cilicioso de radiolarios	100
—	40. — Amibas em quatro estadios successivos da excreção d'um residuo alimentar não digerido	100
—	41. — Schema das permutas da cellula	104
—	42. — <i>Amaba poly podia</i> em seis estadios successivos de divisão... ..	107
—	43. — Grossa espermatogonia de <i>Salamandra maculosa</i> no estadio espirema	109
—	44. — Espermatogonia da Salamandra. O espirema divi- diu-se transversalmente n'uma serie de chromo- somas diversamente enlaçados uns com os outros	110
—	45. — Esbôço mais desenvolvido do fuso central	112
—	46. — Grossa espermatogonia de <i>Salamandra maculosa</i> . A chromatina do nucleo em repouso está distri- buída irregularmente á superficie do reticulo de linena	113
—	47. — Grossa espermatogonia de salamandra. A membra- na nuclear desappareceu e os chromosomes disse-	

	minaram-se no cytoplasma, ao nivel da area nuclear...	114
FIGURA 48.	Grossa espermatogonia de salamandra. Estudo da placa equatorial	115
— 49.	Placa equatorial vista de frente	116
— 50.	Metaphase. Figura schematica...	118
— 51.	Grossa espermatogonia da salamandra. Anaphase. A corõa equatorial desdobrou-se em duas corõas filhas cujos chromosomos constitutivos começam o seu movimento d'ascensão polar	119
— 52.	Grossa espermatogonia da salamandra. Anaphase. Os chromosomos terminaram o seu movimento d'ascensão polar...	119
— 53.	Grossa espermatogonia da salamandra. Telophase. Estadio inicial da reconstituição dos nucleos...	120
— 54.	Grossa espermatogonia da salamandra. Telophase. Os nucleos estão reconstituídos e rodeados pela sua membrana d'invulcro	120
— 55.	Phenomeno de karyokinese artificial. Formação do espirema	121
— 56.	Phenomeno de karyokinese artificial. Formação do fuso nuclear e orientação dos chromosomos no plano equatorial	121
— 57.	Karyokinese das cellulas-mães do pollen no <i>Lilium</i>	123
— 58.	Segmentação d'um ovo de rã	123
— 59.	Segmentação desigual do ovo d'um verme	124
— 60.	Formação de rebentos n'um polypo...	124
— 61.	Formação d'um numero de cellulas por segmentação do ovo d'um insecto em dois estadios successivos	125
— 62.	Desenvolvimento do <i>Colpoda cucullus</i>	128
— 63.	Espermatozoide d'um peru...	130
— 64.	Cellulas-ovos...	133
— 65.	<i>Eudorina elegans</i> . Colonia de cellulas flagelladas	134
— 66.	Amiba	134
— 67.	Histolyse das fibras musculares na cauda do cabeçudo...	136
— 68.	Crescimentos osmoticos	171
— 69.	Crescimentos osmoticos	172

INDICE DAS MATERIAS

INTRODUÇÃO.	v
---------------------	---

LIVRO PRIMEIRO

A fôrma elementar da vida: A Cellula

CAPITULO PRIMEIRO. — Generalidades	1
CAPITULO II. — O protoplasma	5
As fôrmas e as dimensões da cellula	5
O Protoplasma, sua estrutura.	9
Composição chimica	10
Caracteres physicos do protoplasma	15
O estado colloidal da materia viva	24
As propriedades dos colloides	25
CAPITULO III. — O involucro.	31
CAPITULO IV. — O nucleo e o centrosomo	34
O nucleo.	34
A sua composição chimica	35
Fôrmas e funcções do nucleo	36
O centrosomo	40

LIVRO SEGUNDO

Os caracteres communs dos sêres vivos

CAPITULO PRIMEIRO. — A constituição chimica da materia viva	44
CAPITULO II. — A unidade morphologica	45
CAPITULO III. — A irritabilidade e o movimento	46
A irritabilidade. — Definição provisoria	46
Sua importancia	46
Os irritantes	47

Formas da resposta	47
Limite da irritabilidade	48
Tropismos ou tactismos	49
A chimiotaxia	50
A Barotaxia	52
A phototaxia	55
A thermotaxia.	56
A galvanotaxia	56
Definição da irritabilidade	60
CAPITULO IV. — As permutas d'energia	62
A energia no organismo.	62
O movimento no sêr vivo	62
Os movimentos por enchimento das paredes cellulares	63
Movimento por modificação de turgor celular.	64
Movimentos por modificação do peso especifico	65
Os movimentos por secreção	68
Os movimentos por crescimento	68
Movimentos por contracção e expansão.	69
Os movimentos amiboides	69
Os movimentos musculares.	73
Os movimentos vibrateis	76
A producção da luz	77
A producção do calor	79
A producção d'electricidade	80
CAPITULO V. — Os phenomenos de crescimento e de reproducção	83
O crescimento.	83
O cyclo das permutas	83
A nutrição	84
A escolha dos alimentos.	86
A nutrição das plantas e dos animaes	89
O alimento-oxygenio; a respiração	90
Absorpção dos alimentos segundo as suas diversas fórmas.	91
A transformação das materias absorvidas	93
Os fermentos	94
A assimilação	96
A desassimilação	98
A eliminação	99
Os productos de secreção	99

Os productos d'excreção.	101
As permutas da cellula	103
Resumo	105
A reproducção.	106
A divisão directa	106
A divisão indirecta	107
As fórmãs de segmentação na divisão indirecta	119
A geração asexuada	122
A geração sexuada	123
A conjugação	124
A fecundação	126
A geração asexuada	129
A geração sexuada	130
A geração alternanto ou metagenese.	131
CAPITULO VI. — O caracter evolutivo, a senescencia e a morte	132
A necrobiose na cellula	133
Causas da morte	135
A morte e a immortalidade.	137

LIVRO TERCEIRO

A materia viva e a materia bruta	141
--	-----

LIVRO QUARTO

A origem da vida

CAPITULO PRIMEIRO. — A geração expontanea e a synthese da materia viva.	159
A questão da geração expontanea actual	160
Historia	160
Periodo experimental. — Redi	161
A geração expontanea dos infinitamente pequenos (Leuwenhœck)	163
Buffon, Needham	164
As experiencias de Spallanzani	165
Experiencias de Schwamm	166
Objecções de Needham	166
Experiencias de Schultze, de Schröder e de Dusch	167
Pasteur e Pouchet.	168

Experiencias de Pasteur	169
Objecções de Pouchet	174
A synthese da materia viva.	178
A substancia viva e a synthese do protoplasma	181
CAPITULO II. — As diversas theorias relativas á origem da vida	
vida	190
As origens da vida	190
A theoria de Mr. Quinton	192
Theoria dos cosmozoarios	196
Theoria da continuidade da vida	197
Hypothese de Pflüger	198
A parte das diversas sciencias no estudo das origens da vida	201

CONCLUSÕES

A cellula, base physica da vida	205
O funcionamento vital	206
Os factos vitaes são factos physico-chimicos	207
Attitude philosophica a tomar perante o problema da vida	209
A materia bruta e a materia viva, suas relações	210
O ser vivo é um transformador d'energia	211
Rapido relance sobre a evolução dos seres	212
BIBLIOGRAPHIA	215





RÓ
MU
LO

CENTRO CIENCIA VIVA
UNIVERSIDADE COIMBRA



1329743585

ENCICLOPÉDIA PELA IMAGEM

O GRANDE SUCESSO DE LIVRARIA EM 1927

A mais interessante e instrutiva das publicações
feitas em língua portuguesa

Na **Enciclopédia pela Imagem**, a imagem metodicamente agrupada numa secção ordenada e lógica, ensina-nos mais e melhor do que a mais extensa explicação

A **Enciclopédia pela Imagem** abrange todos os ramos dos conhecimentos humanos: *História, Geografia, Ciências, Arte, Literatura*, etc.

A cada assunto ela consagra um volume maravilhosamente ilustrado com 150 gravuras acompanhadas de um texto claro, fácil, atrahente e apenas de 64 páginas. A colecção dêstes volumes formará a Enciclopédia mais rica e mais interessante até hoje publicada.

PRIMEIROS VOLUMES A PUBLICAR :

ARTES : — As catedrais Portuguesas. — Os Palácios e solares Portugueses. — Rio de Janeiro. — Castelos Portugueses.

SCIÊNCIAS : — O céu. — A Aviação.

HISTÓRIA : — Napoleão, etc., etc.

VOLUMES PUBLICADOS :

GEOGRAFIA : — As raças humanas. **HISTÓRIA** : — Joanna d'Arc — A Revolução Francesa. — História da Arte. — A Mitologia. **SCIÊNCIAS** : — Os animais. — Os motores. — A T. S. F. (telegrafia sem fios). — O mar. — A Electricidade, **ARTES** : — Lisboa. — Paris.

Preço de cada volume 4\$00 — 1 por mez.