

# CIÊNCIA

Alguns aspectos de sua evolução - Tudo em rápido esboço

**AULA INAUGURAL**

**1947**

**José de Mello Moraes**

*Professor catedrático de Química Agrícola da Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
da Universidade de S. Paulo*

A ciência se modifica sem cessar. Renova-se de quando em quando. Destroi o que estatuiu e, sobre as ruínas do que desmantelou, edifica novo e vistoso castelo com aquilo que admite como verdade. Dir-se-ia que seus fundamentos repousam em areia movediça. Presta-se, por isso, a que sua evolução seja examinada sob esse aspecto.

É bem de ver que o aludido assunto — a evolução da ciência — é por demais vasto e não pode ser passado em revista, embora em aula denominada de inaugural. Tópicos, tirados daqui e acolá, em determinada sequência, são, contudo, suficientes para demonstrar que a ciência não se apresenta com arquitetura acabada. Nunca adquiriu estabilidade. Note-se que

o que ela considera hoje como exato, é tido amanhã como falso. Isto não impede que, não raro, ressuscite o passado.

A Grécia genial revelou com Aristarco de Samos que o universo era maior do que se supunha, acrescentando que as estrêlas e o sol não giravam ao derredor do planeta terra. A terra é que se movia. Não se lhe deu crédito. Arquimedes se mostra como sábio. Não foi êle que resolveu o problema da coroa de ouro do rei Hierão? Não inculca em seu tratado — "Sobre os corpos flutuantes" — que se valeu da experimentação para êsse fim? Demócrito — o Filósofo que ri — sonha com o átomo, pósto que para êle os elementos fôssem apenas a água, o fogo, o ar e a terra. Não obstante Arquimedes, com seus láivos de experimentador, verifica-se, em exame de conjunto, que o grego, se notável como o foi, se ateve, diante da ciência, à atitude dedutiva. Partia de axiomas para tirar ilações lógicas, à moda da geometria euclidiana.

Os árabes, no entanto, é que se afobavam com a experimentação, maxime no dominio do que viria a ser a química. Ansiavam-se em busca da pedra filosofal, do elixir da longa vida e da transmutação dos metais comuns em ouro reluzente. Era o reino da alquimia. Pouco importa que isso se revestisse de roupagem de magia. O que é inegável é que, com as experiências levadas a efeito, chegou-se à descoberta de vários elementos químicos: — o mercúrio, o fósforo, etc....

Roger Bacon abeberou-se com a técnica dos árabes, aponderando-se, outrossim, da sabedoria que a Idade Média possuía, com o germen fecundo do método dedutivo: — observação, experimentação e, ao depois, generalização. A ciência munira-se destarte dos instrumentos que a levariam ao esplendor. O grego lhe entregara a dedução, como chave para decifrar os enigmas da natureza. O árabe, a indução.

É, porém Galileu que se assenhoreia do método científico em sua integridade. Kepler em menor grau. Ambos estabeleceram que os planetas, inclusive a terra, revoluteiam ao redor do sol. Assegura-se que a órbita é elítica. Apesar de Aristarco de Samos, julgava-se que a terra era o centro do universo e imóvel. A ciência derrota a Bíblia, ou melhor, os que a interpretam, sem lampejos de inteligência. Galileu, o sábio, é inquieto e irreverente. Do alto da tórre inclinada de Piza, deixa cair um péso de libra e outro de dez, justamente quando seus colegas professores "se dirigiam para as cátedras com grave dignidade em presença dos discípulos". Os pesos atingem o solo ao mesmo tempo, praticamente. Estava aberta a brecha na autoridade incontrastável de Aristóteles. Criava-se a lei da

queda dos corpos. Ilusão de ótica somente, na opinião dos catedráticos austeros, que asseguravam ser impossível que um Aristóteles tivesse laborado em engano... Esqueça-se o episódio contestador do "Eppur si muove".

A ciência não pára e continua sua marcha triunfal. Surge Newton, bem como Leibnitz e outros. O impreciso, meio caótico na Astronomia, adquire coerência, de um jato, com a lei da gravitação. Até o cometa Halley perde sua auréola tétrica. Não é mais o pressagiador da morte de príncipes e reis. É simples cometa. Newton é o Einstein da época, na Inglaterra. Leibnitz é ofuscado. Na França, inaugura Descartes a filosofia moderna. Voltaire, o diabólico, é que, em suas "Lettres Philosophiques", vulgariza Newton, embora este já não existisse mais. Incrementa-lhe a fama. A França prossegue a obra do autor da lei da gravitação. A maçã, desprendendo-se da árvore, é iluminadora do sistema planetário, com o sol ao centro e de outros astros.

Olhe-se agora para a terra. O "Beagle" efetua um cruzeiro singrando os mares, perlustrando regiões sucessivas. A bordo se encontra Darwin. Observa a flora e a fauna, que se alteram em seus espécimens, com distribuição geográfica de espécies e gêneros. Aristóteles sofre novo embate. Perde o centro de árbitro da sabedoria. Darwin desfecha-lhe o obús da "seleção natural". As espécies não são imutáveis, através dos séculos. Não há mal que a seleção natural, como foi concebida, esteja hoje em dia para ficar reduzida a frangalhos. Os seus farrapos subsistem ainda, entretecidos de maneira diferente da original. A mutabilidade da espécie ficou de pé e altaneira. E De Vries não a atestou? As linhas puras de Johanssen valer para transcurso de tempo limitado. Não é assim a ciência?

Isolada observação de um abade, realizada com ervilhas, oferece ensaio para o conhecimento da hereditariedade. Desaparece a surpresa do "atavismo". Ele é manifestação descomplicada do patrimônio dos genitores, reconstruído pelo acasalamento. Segue normas matemáticas. Correns, Morgan e outros batem na mesma tecla, aumentando-lhe a sonoridade. A *Drosófila*, pequenina, é formidável laboratório para observações e experiências no desencanto do modo pelo qual se comportam plantas e animais, nas dependências de genitores e descendentes. O milho, também, e outros que tais.

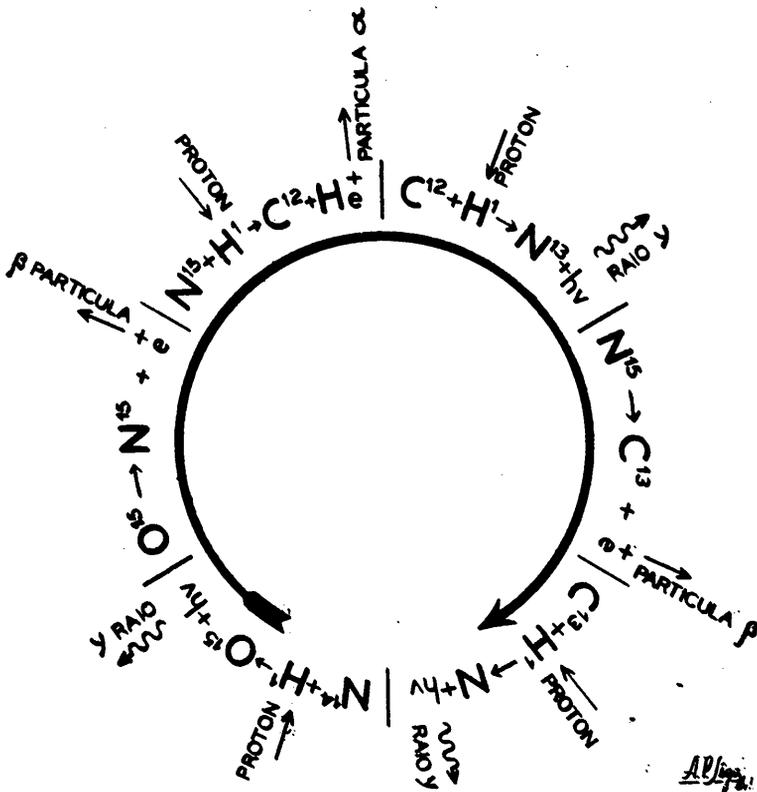
A mente humana não é relegada à penumbra. Tenta-se devassá-la removendo-se o que sobre seu funcionamento se imaginava anteriormente. Freud esforça-se para imprimir-lhe

caráter sexual. Nem o sonho é desprezado para isso. Pavlov, na Rússia, se levanta como um Deus, com seus reflexos condicionados. O cão é material próprio para investigações desse naipe. A torre do silêncio, que nem a revolução soviética destruiu, é o farol que norteia as pesquisas. O cão raciocina. Deforma-se o psiché, provocando distúrbios mórbidos, mentais. O mecanismo do raciocínio é apresentado em base fundamental. Adler, discípulo de Freud, apela com esse fim a conjunturas sociais.

Abandone-se, porém, o que diz respeito ao ser humano, em sua forma material ou espiritual. Não se cogite nem sequer das etapas de seu aperfeiçoamento, desde sua origem de linhagem paralela ao macaco até o homem de hoje em dia, o arquiteto incansável da ciência. E faça-se a ressurreição do átomo. Ele perdeu o significado de unidade indivisível da matéria inerte. Continua a ser unidade, mas não indivisível. O que é interessante assinalar é que a Física lidava com moléculas. O átomo era entregue às especulações da Química. A molécula foi examinada, por prismas os mais variados. Brown, em 1828, constatara que esporos minúsculos, vistos ao microscópio, moviam-se. Que representaria tal fato de importante? Bem depois é que se calculou que esses esporos de Brown deslocavam-se, porque sofriam embates das moléculas do líquido em que se achavam em suspensão. Horizontes amplos se delineiam para a ciência. O movimento browniano se patenteia como correlacionado com o movimento molecular, concomitantemente com a elevação da temperatura. Em virtude disso, e após experiências simples, determinou-se, por extrapolação, a energia a zero isto é, a temperatura de menos 273°C, justamente onde o movimento molecular desaparece, cessando de existir. É o zero absoluto, também chamado de Kelvin.

Outro físico, Otto Stern, logra medir diretamente a velocidade molecular, criando para isso engenhosos petrechos. Maxwell assegura que "numa coleção de grande número de partículas em movimento irregular, as colisões mútuas chegam a um estado em que a energia total do sistema será em média igualmente distribuída entre todas as partículas. Jean Perrin calcula a energia cinética das partículas brownianas, estendendo o mesmo cálculo às moléculas de qualquer substância, baseado no princípio da equidivisão. A unidade de carga elétrica nos pequeníssimos corpos, é determinada por Milikan, em 1911, com o concurso do "efeito fotoelétrico". Einstein é gênio indiscutível. A sua teoria da relatividade não convem que seja trazida à baila, embora se encontre exposta em vulgarização

# CADEIA DE REAÇÕES NUCLEARES



ao alcance das inteligências não familiarizadas com a Física ou com sua estonteante matemática. O espaço curvo não espanta. Na terra, a linha reta, traçada à superfície, acaba por voltar ao ponto de partida...

Mas, a Física retoma o átomo da Química e o disseca, embora fôsse considerado como a menor quantidade imaginável de matéria. E mostra que êle é um universo em miniatura. Núcleo-central positivo com um ou mais elétrônios negativos, em constante movimento. Capas eletrônicas escalonam-lhe o número e sua complexibilidade. É desnorteante? Não. É esclarecedor do que se passa. A sua periodicidade, posta a descoberto por Mendelejeff, torna-se clara como a luz do dia sem nuvens. A isotopia é transparente. A reunião dos átomos em moléculas, quando viável, é mero entozamento ou partilhamento de elétrônios. Desfazem-se obscuridades.

Como se fôsse taumaturgo, Rutherford sonda o minúsculo corpo do átomo. As partículas  $\alpha$  (alfa) se transformam em projéteis. O esqueleto atômico é desnudo, percebendo-se a distribuição de cargas elétricas. O núcleo se revela, desviando ou ricocheteando partículas  $\alpha$  (alfa). O elétron não atua sobre elas. Também a sua massa é insignificante. 1840 vezes menor do que a de um átomo de hidrogênio. Possui, todavia, o mínimo de energia, que é suficiente para que não caia no núcleo. O estado inicial de tal energia é de excitação quântica. O movimento subatômico esbarra, porém, na mecânica clássica, que o obscurece. Bohr procurava remover o entrave. Erwin Schroeder, austriaco e Werner Heisenberg, alemão, físicos ambos, estruturaram novo sistema de mecânica para explicá-lo, embora partindo de premissas diversas. As disparidades aparentes das teorias, que cada qual formulou, desapareceram, porque se demonstrou que matematicamente eram equivalentes. O átomo simplificado de Demóstenes se converte em complicado arranjo mecânico. O núcleo é que, segundo o modelo de Rutherford, deve ser centro morto, imóvel, em redor do qual revoluelam os elétrônios.

Pouco antes, porém, já se havia constatado a desintegração da matéria. Becquerel, com suas chapas fotográficas, tivera surpresa profunda, algo misteriosa. O rádio do casal Curie desvendava a cortina de transmutação dos elementos. O alquimista que foi desprezado patenteia-se como lídimo precursor nesse terreno. A ciência refluí ao passado remoto, desentrevando a verdade dos escombros em que a sepultara, por mais de século. É possível calcular a idade da terra, com base da transmutação do urânio, tório, actínio e seus afins.

Mas, se o rádio e outros elementos das famílias radioativas se transmutam espontaneamente, qual a razão por que não se poderá provocar coisa semelhante, com técnica adequada para isso? Insiste-se no bombardeamento dos átomos. Fotografa-se o projétil infinitesimal, que lhe penetra no âmago. Não é fotografia direta. É da névoa que se forma na câmara de bombardeio. Merle Tuve, Hafstad e Van de Graf constróem o esmagador de átomos, em Washington. O ciclotrônio se ergue na Califórnia, graças a Lawrence. É que Cockcroft tinha conseguido produzir feixe paralelo de prótônios, que se moviam com a velocidade de 10.000 quilômetros por segundo.

O azóto em colisão nuclear com o hélio se convertem em oxigênio e hidrogênio. Não o oxigênio comum, mas o pesado, de número atômico 17. O lítio e o mesmo hidrogênio produzem dois núcleos de hélio. O boro (n.a.5) vira em carbono (n.a.6). O sódio em magnésio. O alumínio (13) em silício (14). O hidrogênio pesado, ou Deuterônio e consequente a água, também pesada, são frutos de pesuisas análogas. Além do argônio, com crescente peso atômico, os elementos se mostram rebeldes à desintegração ou transformações nos moldes em voga. Resistem ao esmagamento. E de tudo o que se atingiu com êsses conhecimentos, resultou a bomba atômica, a destruidora terrífica. É capaz de aniquillar a humanidade.

So isso? Não. Aperfeiçoou o entendimento principalmente em relação ao sol. Acreditava-se ingenuamente que êsse astro se queimava. Qual seria o combustível que era consumido? Não se sabia isso. Ademais, existia ingenuidade em conceber-se combustão à temperatura de milhares de graus. Em 1929, dois jovens sábios, Atkinson e Houtermans comprovam que é possível a realização de reações termonucleares, em altíssimas temperaturas. Os núcleos se despem das capas eletrônicas. Apresentam-se nus em irregular agitação. A energia cinética do movimento térmico se acentua. A persistência das colisões torna assim mais eficiente do que o bombardeamento dos átomos para a transmutação dos elementos. Weizsäcker, na Alemanha, reconhece a importância das reações nucleares cíclicas na produção da energia solar. O sol não se queima, portanto. É sede somente de reações cíclicas termonucleares. Os principais figurantes na sequência são "os núcleos de carbono e azóto, juntamente com os termo-prótônios com que colidem. Começa-se com o carbono comum, C,12. Um impacto de prótônio converte no isótopo leve do azóto (N,13) com liberação de energia em forma de raios g (gama). O azóto leve é instável e reajusta-se com a emissão de partícula b (beta) positiva, tornando-se em

núcleo estável do isótopo mais pesado do carbono C.13. Outro impacto de prótônio leva esse carbono ao azóto comum (N,14) e dá intensa radiação gama. Em seguida, o núcleo de azóto comum colidindo com o terceiro prótônio, faz nascer o instável isótopo do oxigênio (O,15) o qual rapidamente se transforma em azóto estável (N,15) emitindo partícula  $\beta$  (beta). Por fim, esse azóto, ao receber em seu interior novo prótônio, quebra-se em partes iguais: — um núcleo de carbono (C,12) e outro de hélio. Isto é partícula  $\alpha$ , alfa. Está fechada a cadeia. Está explicada a origem da poderosa energia solar.

Qual é a prova que assim o seja? É que o cálculo da energia total despreendida na reação cíclica termonuclear corresponde à energia irradiada pelo sol. Dr. Hans Bete a calculou por ocasião da Conferência de Física Teórica, realizada em 1938 em Washington.

É por conseguinte, em virtude da transmutação dos elementos que a vida se iniciou e se mantém na terra. A planta sintetiza substâncias orgânicas, mercê da energia daí proveniente, fornecendo alimento aos animais: glucídios, lipídios, proteínas e vitaminas. Até as rochas se alteram pelo mesmo motivo, proporcionando minerais à alimentação dos que constituem o reino vegetal e animal, na natureza. A extinção do sol seria a morte de tudo. Será que o trágico acontecimento há de se converter em realidade? É evidente que sim. O sol perecerá indubitavelmente. Ficarão recoberto de gelo eterno. Acontece, porém, que ele não irá perdendo calor, como se acreditava, progressivamente. Antes disso, à medida que se consoma, contrair-se-á e haverá emissão de mais energia térmica. As florestas incendiar-se-ão na terra, bem como as cidades, embora opulentas em arranha-céus de cimento armado. Os mares e oceanos, depois das suas águas entrarem em ebulição, não conterão mais esse líquido, que se evaporará por completo. A humanidade de então, pacífica ou belicosa, próspera ou esfomeada, extinguir-se-á carbonizada. A ciência sucumbe diante da Escritura Sagrada: água, ao depois, fogo para extermínio final. Não será preciso que as doutas congregações dos estabelecimentos de ensino nem a elite que aqui se encontra, se reúnam para ouvir qualquer aula inaugural. Será o silêncio tranquilo. É bem exato que essa tragédia suprema ocorrerá daqui a milhões ou bilhões de anos. Permaneça-se, pois, sem receio do terrível evento. Durma-se calmamente.