

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

A FÍSICA EM BIOLOGIA

Além da enorme contribuição prestada pela Física às Ciências biológicas por intermédio dos instrumentos de trabalho que aquela lhes tem fornecido, facto já aqui posto em devido relevo pelo Prof. F. Rezende, a Ciência física tem-se revelado utilíssima e imprescindível na interpretação dos próprios fenómenos da Vida.

Realmente, por mais que alguns espíritos afirmem haver na essência da Vida qualquer coisa que não é tradutível em termos da linguagem físico-química, o certo é que quanto mais o biologista perscruta os seres vivos, tanto mais numerosos são os problemas físicos e químicos que se lhe deparam, e quanto maior tem sido o progresso da Física e da Química, tanto mais inteligíveis se tem tornado muitos fenómenos biológicos.

Assim, por exemplo, foi a hipótese de Arrhenius que permitiu a compreensão dos fenómenos básicos do metabolismo e dos equilíbrios celulares.

Também o estudo dos equilíbrios osmóticos é altamente importante na biologia das trocas através das membranas das células. Neste caso, como as referidas membranas não são apenas semi-permeáveis, mas gosam também dum certo poder de selecção das substâncias que as hão-de atravessar, impõe-se, para a compreensão dessa permeabilidade selectiva, o estudo dos fenómenos de polarisação e de cataforeses nas interfaces.

Este problema da permeabilidade celular tem sido ainda estudado por meio da variação experimental, variação que se obtém por acções térmicas e luminosas, radiações, *emanações* do rádio e pelos raios X. Parece que estes agentes físicos actuam sobre a permeabilidade apenas por intermédio de alterações da viscosidade citoplásmica. Mas, além deles, também as radiações ultravioletas teem acção sobre a dita viscosidade (Ruppert).

Este último facto é muito importante por-

que é, talvez, pelo seu pormenorizado estudo que se poderá compreender o processo de actuação de diversas radiações sobre o mecanismo morfogenético dos seres vivos.

Os raios X, por exemplo, provocam, em animais e plantas, alterações morfológicas hereditárias porque, dado o seu grande poder de penetração, atingem as próprias células germinais. Os raios ultra-violetas, actuando sobre todo o ovo de *Drosophila*, provocam defeitos imaginários, não hereditários, dos segmentos abdominais, do tórax, das asas e das patas (Geigy). Os mesmos raios, actuando localmente sobre o referido ovo, inibem a diferenciação celular ou matam as células já formadas na superfície da região atingida (Geigy, Aboim). Neste último caso, acontece, na irradiação específica das iniciais sexuais, que, se as radiações forem em dose muito fraca, as células já formadas não são destruídas, mas apenas lesadas de tal forma no seu estado físico-químico que são forçadas a emigrarem em conjunto para uma só gónada (Aboim). Também o bombardeamento de ovos de Dípteros, com neutrões, parece produzir modificações do centro organizador que se exprimem, no imago, pela duplicação de diversos órgãos tais como antenas, patas, asas, balancetes e segmentos abdominais (Enzmann e Haskins). Sabe-se que há, em cada célula, uma zona sensível, não discernível pelos métodos citológicos, na qual deve actuar um certo número de partículas de qualquer radiação, fotões e neutrões, para se produzir uma alteração do protoplasma. E assim, por estes poucos exemplos, se vê como é indispensável conhecer todo o processo de acção das diversas radiações, para se começar a compreender o seu verdadeiro efeito morfogenético, sem dúvida mais complexo que o seu efeito aparente, e, por consequência, para se tornar inteligível o próprio mecanismo da morfogénese.

Visto que músculos e nervos são autênticos geradores eléctricos, compreender-se-à que os estudos de electricidade tenham um grande valor para o conhecimento da fisiologia do sistema neuro-muscular. Foi por esta forma que Lapicque poudo estabelecer, por exemplo, as noções de reobase e de cronaxia dum músculo e dum nervo, características que aliás, só podem ser determinadas com o auxílio do reótomo balístico de Weiss por ser o único interruptor que permite obter excitações inferiores à décima-milésima parte do segundo.

Mas, de toda a Física, o capítulo a que a Biologia anda sempre, fundamentalmente, ligada, é o da energética. Como todo o acto vital é acompanhado duma transformação de energia, aquele ramo da Física, no estudo da Vida, elevou-se à altura duma grande ciência, a Bioenergética, um dos maiores progressos da Biologia contemporânea. E, visto que a transformação de energia nos seres vivos é sempre acompanhada de uma libertação de calor — a menor célula é fonte de calor —, é à termodinâmica e à termoquímica que o bioenergético tem de recorrer constantemente para compreender os fenómenos básicos da Vida.

No domínio da termodinâmica dos organismos, verificou-se, mesmo, ultimamente, a existência dum problema bastante curioso: a obediência ou não obediência do motor vivo ao segundo princípio daquele capítulo da Física. Quanto ao primeiro princípio, ou princípio da conservação da energia, não há dúvida nenhuma de que ele se verifica plenamente em todo o ser vivo, quer este esteja em repouso ou em movimento, quer esteja em equilíbrio de peso ou em via de crescimento; esta concordância foi claramente estabelecida por Berthelot, em 1879, nos seus dois teoremas que são os fundamentos da Bioenergética. Mas, quando se tem em vista o segundo princípio, ou princípio de Carnot, enormes dificuldades surgem para o reconhecer na produção de trabalho de um ser vivo. Como se sabe, segundo o referido princípio para que uma máquina térmica produza trabalho

é necessário que esta funcione entre duas temperaturas diferentes. Ora, sendo assim, e para que a máquina viva trabalhasse com um rendimento de, pelo menos, 25 %, seria preciso que, estando a sua fonte fria à temperatura de 37° C, a sua fonte quente estivesse à temperatura de 140° C., o que é, evidentemente, absurdo. Os seres vivos não obedecem, portanto, aparentemente, ao segundo princípio da termodinâmica, princípio universal no mundo inanimado. Mas, será de facto o motor vivo uma máquina térmica? Já se diz que não, porque, segundo parece, a energia química, que os seres vivos recebem dos alimentos, não se transforma em trabalho por intermédio do calor. Não haverá assim, por conseguinte, contradição entre a bioenergética e o princípio de Carnot: não haverá, portanto, oposição entre os fenómenos da Vida e os fenómenos da matéria. Só será necessário esclarecer completamente o mecanismo das transformações de energia nos organismos. O que é certo, porém, é que na máquina viva, como nas máquinas térmicas, há, em toda a actividade biológica, uma libertação de calor; isto significa que, nos seres vivos, como nas máquinas térmicas, nem toda a energia recebida é transformada em trabalho; nos seres vivos também se dá uma degradação espontânea, perpétua e irreversível da energia, de acordo com o princípio de Carnot-Clausius.

Eu não desejo, porém, discutir aqui este problema que tem tanto de apaixonante como de transcendente. Tenho apenas a intenção de, por meio de um exemplo que encerra um fenómeno biológico fundamental, mostrar ao leitor de quanta importância se reveste todo o estudo de Física que tiver, como material de trabalho, um ser vivo. Neste, como disse Lefèvre, «realiza-se toda uma mecânica atômica donde resulta uma imensidade de estados de equilíbrio, de movimentos, de transformações energéticas, de mudanças físicas e químicas da matéria».

Estas palavras do ilustre biologista francez delimitam um extensíssimo campo de pesquisas bio-físicas interessantíssimas dos pontos de vista filosófico e prático. Este campo, pleno

de motivos valiosos de trabalho laboratorial, está ainda por explorar entre nós. E não admira que assim seja; os biólogos portugueses não teem preparação física, nem os físicos teem preparação biológica. Mas se este facto tem sido a causa determinante da ausência de estudos bio-físicos em Portugal, pode muito bem deixar de sê-lo quando biólogos e físicos estiverem dispostos a trabalhar conjuntamente. O Prof. Rezende já alvitrou aqui a formação de equipas em que todos colaborassem na resolução do mesmo problema bio-físico. Esta ideia só pode ser vivamente aplaudida, e decididamente realizada, pois duma tal colaboração só resultará a aquisição de conhecimentos úteis para o progresso, simultaneamente, da Biologia e da Física. Numa conversa que, em 1944, tive com um dos directores desta «Gazeta», procurei, precisamente, convencê-lo da necessidade urgente da colaboração entre físicos e biólogos. Nessa ocasião, propuz a formação, em Lisboa, de um seminário onde os físicos, por um lado, expuzessem, numa linguagem tão acessível quanto a exactidão científica o permitisse, os problemas de sua preocupação que revelassem, de perto ou de longe, qualquer interesse biológico; por sua vez no seminário, os biólogos apresentariam, na mesma linguagem inteligível, os seus problemas para a resolução dos quais fosse necessária a intervenção da Física. Estas conversas e demonstrações regulares e organizadas teriam, por resultado, o conhecimento dos problemas mútuos, o adextramento de físicos e de biólogos na ciência recíproca, e a convicção, duns e doutros, da necessidade em se conhecer a maneira como os problemas poderão ser interpretados à luz das outras ciências da Natureza. Um seminário desta

espécie continua a parecer-me bastante útil, não só como ponto de partida para a constituição das equipas aconselhadas pelo Prof. Rezende, mas também como uma primeira etapa para a realização de um antigo projecto do Prof. Celestino da Costa visando a instituição duma Sociedade, sem nada de comum com uma Academia, onde cada investigador das Ciências puras exploradas em Portugal, fosse aprender o que, de essencial, num outro domínio da Ciência pudesse interessar-lhe.

Mas, qualquer que seja o destino seguido por todos estes alvitres isolados que só significam que, por exemplo no caso presente, se não pode ser biólogo em toda a extensão do termo sem se estar ao corrente de uma boa parte das teorias físicas modernas, parece-me indispensável, pelo menos, que comece a tomar corpo a ideia duma sub-divisão, nalguma das nossas Universidades, da actual licenciatura em Ciências Biológicas em diversas modalidades das quais uma seria a licenciatura em Bio-física.

BIBLIOGRAFIA

- Aboim, A. N., 1945. Rev. Suisse de Zool., 52.
 Enzmann, E. V. e Haskins, C. P., 1935/36. Proc. Nat. Acad. Sc., 21/22.
 Haskins, C. P., 1937. Arch. f. exp. Zell., 19.
 Haskins, C. P., 1939. Amer. Natural., 73.
 Geigy, R., 1931. Arch. f. Entw. Mech., 125.
 Geigy, R., 1931. Rev. Suisse de Zool., 38.
 Lefèvre, J., 1938. Manuel critique de Biologie.
 Rezende, F., 1947. Gazeta de Física, 1.
 Ruppert, W. 1924. Zeitsch. f. wiss. Zool., 123.
 Vendryès, P., 1942. Vie et Probabilité.

A. NUNES ABOIM

(DO CENTRO DE ZOOLOGIA
 DA JUNTA DE INVESTIGAÇÕES COLONIAIS)

*Brevemente a «Gazeta de Física» espera apresentar
 artigos de notáveis físicos brasileiros
 que vêm aumentar a colaboração estrangeira.*