

Luz milenar, fóton centenário*Millennial light, centennial photon**Luz milenaria, fotón centenario***J. A. Helayël-Neto**

COSMO – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF], Rio de Janeiro, RJ, Brasil

 <https://orcid.org/0000-0001-8310-518X>E-mail de correspondência: josehelayel@gmail.com

DOI: 10.12957/impacto.2023.73007

“..... also that a radiation quantum carries with it momentum as well as energy”, escrevia Arthur Compton em seu imortalizado artigo “A quantum theory of the scattering of X-rays by light elements”, publicado no Volume 21, No. 5, página 483, do Physical Review: nascia o fóton; na linha do tempo, a terceira partícula elementar a ser identificada. Surgiu para acompanhar o elétron e o próton, respectivamente identificados em 1897 e 1919 e reacender a dialética luz radiação/Huygens – luz corpuscular/Newton.

Este trio de partículas trazia consigo uma intrigante questão, que fortemente tensionou a mente de Paul Dirac em seu início de Doutorado, e que culminou, alguns anos mais tarde, com o seu celebrado trabalho de 29 de Maio de 1931, “Quantised singularities in the electromagnetic field”. Três partículas, muito distintas em seus números quânticos, mas com uma peculiaridade em comum: todas com carga elétrica múltipla da carga fundamental, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C. O fóton eletricamente neutro, o elétron com carga (-e), o próton com carga (+e). Por que a Natureza trazia esta regularidade expressa pelos números (-1), 0 e 1? O próton, com massa cerca de 1840 vezes a massa do elétron, ambos com cargas opostas, mas de mesmo valor absoluto. Um acaso da matéria? Não podemos ser anacrônicos e vamos pensar como na época: a massa deveria ser de origem eletromagnética. Por que, então, massas tão distintas com a mesma quantidade de carga? Esta simples centelha mobilizou Paul Dirac, até que o clímax foi atingido com o trabalho acima citado quando, no mesmo, apresenta três resultados arrebatadores: a compreensão da quantização da carga elétrica e a previsão de novas



formas de matéria subatômica: o monopolo magnético e a antimatéria. Ao longo de suas treze páginas plenas de reflexão, física que se busca ainda hoje.

2023 marca notáveis efemérides da Física. Além do centenário do fóton, assinala os noventa anos do debatido e eternizado artigo de Enrico Fermi, “Tentativo di una teoria dei raggi- β ”, no qual interpreta o decaimento- β do nêutron como uma nova categoria de interação – a interação nuclear fraca. Um momento singular para a nascente Física de Partículas e uma ideia que recebeu uma categórica recusa da revista Nature, reputando-o de ser um trabalho fora da realidade. Anos mais tarde, houve a retratação.

2023 também celebra os sessenta anos de um trabalho que revela o Paul Dirac atomista radical, um avatar de Platão. Publicado no Journal of Mathematical Physics, o artigo “A remarkable representation of the $(3+2)$ de Sitter group” concebe os singletons como a forma mais extrema de elementaridade, a partir dos quais as partículas elementares do mundo quadridimensional (inclusive os quarks) seriam compostas. Trabalho que inspirou a chamada conjectura de Maldacena trinta e quatro anos mais tarde.

2023 assinala ainda os sessenta anos do artigo “Plasmons, gauge invariance and mass”, no qual Philip Anderson antecipa, de forma empírica, o fenômeno posteriormente identificado como mecanismo de Higgs, uma notável interface da Física de Matéria Condensada com a Física de Partículas. Apesar de muito diferentes em suas abordagens, estes dois trabalhos de 1963 refletem uma questão que perpassava a comunidade da Física: a busca de se compreender a origem da massa das partículas através da identificação de simetrias e seus mecanismos de implementação.

2023, para completar as celebrações que traz consigo, comemora os setenta anos da compreensão do mecanismo de liberdade assintótica na Cromodinâmica Quântica, nos trabalhos independentes de David Gross-Frank Wilczek e David Politzer; os setenta anos da previsão de novos sabores de quarks, resultado publicado pelos japoneses Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa; os setenta anos da descoberta das correntes (fracas) neutras na câmara de bolhas Gargamelle do CERN. Três momentos que revelam a força das simetrias na descrição dos fenômenos subatômicos, validando com mais ênfase aquilo que Anaximandro de Mileto já preconizava no Século VI a.C. – a essência matemática da Natureza – e que Paul Dirac reedita em seu clássico artigo de 1939, “The relation between Mathematics and Physics”, publicado nos Proceedings of the Royal Society/Edinburgh. Se nos ativermos ao significado de cada uma dessas efemérides que nos traz 2023,



poderemos constatar a onipresença da luz. A luz como o elo entre diferentes domínios da Natureza, desde a escala femto às vastidões cosmológicas.

O milenar caminho da luz, que se inicia com o “Livro da Ótica” – concluído por al-Haytham em 1021, após dez anos de trabalho – e a centenária trajetória do fóton – a partir do experimento de Arthur Compton – nos trazem grandes lições para o Ensino de Física. Resultados cumulativos, interação entre Física e Artes, como nos evidencia a Renascença Italiana, berço da Revolução Científica dos Séculos XVI e XVII, um intenso diálogo da Física com a Filosofia, atitudes disruptivas e quebras de paradigmas são ingredientes fundamentais para que o Ensino da Física transite da simples transmissão de conteúdo para uma forma de dialogar com os estudantes, discutindo a Ciência como uma possível representação do mundo. Inserir os jovens nos cânones de uma teoria, fazê-los perceber a sua dinâmica e o seu exaurimento, e ajudá-los a compreender os limites e as limitações da própria Ciência são aspectos fundamentais para que o Ensino da disciplina seja acompanhado da compreensão do processo de fazer Ciência. A percepção deste processo, o entendimento de que a utilidade imediata não é o principal, mas sim o significado do que se está construindo, e a compreensão do tempo que decorre entre a formulação da Ciência básica e as aplicações, tecnologia e inovação são peças-chave para a valorização do Ensino em sua forma mais ampla. Tem-se que trabalhar para que o nosso estudante, antes de querer saber para que serve, se pergunte o que significa aquilo que está sendo ensinado. Ensinar é significar. E a nossa vida é constante busca de significados.