

Organizado por José Fernando M. Rocha, EDUFBA, 2002, 372 páginas  
ISBN: 85-232-0254-4

A Editora da Universidade Federal da Bahia (EDUFBA) lançou, em 2002, o livro intitulado *Origens e Evolução das Idéias da Física*, reunindo uma série de artigos de professores dessa Universidade: José Fernando Moura Rocha, Roberto I. Leon Ponczek, Suani Tavares Rubim de Pinho, Roberto Fernandes Silva Andrade, Olival Freire Júnior e Aurino Ribeiro Filho. O livro foi organizado pelo professor José Fernando Rocha e prefaciado pelo professor Benedito Leopoldo Pepe, decano do Instituto de Física da UFBA.

Os temas desses artigos cobrem as principais disciplinas da Física: Mecânica Clássica, Termodinâmica e Mecânica Estatística, Eletromagnetismo e Óptica, Teoria da Relatividade, e Física Quântica. Analisemos cada um deles.

A Mecânica Clássica é tratada pelo professor Roberto Ponczek. Em seu artigo, ele mostra a evolução da Mecânica, desde os mitos bíblicos sobre a criação do Universo, até a grande síntese da Mecânica Newtoniana, qual seja, a Mecânica Celeste Laplaciana-Kantiana, e seu uso na explicação das Galáxias e do Sistema Solar.

O professor Ponczek inicia seu estudo evolutivo-conceitual da Mecânica mostrando a necessidade de o estudante e/ou professor de Física conhecer a história e o significado dessa ciência, bem como o significado da Física, para o desenvolvimento de uma Sociedade. Em seguida, narra como a Bíblia e os povos antigos pré-gregos concebiam o Universo. Como essa exposição não envolve modelos matemáticos, necessários para descrever e prever eventos cósmicos, o professor Ponczek prossegue seu trabalho analisando como os filósofos gregos pré e pós-socráticos descreveram geometricamente o Universo, até o modelo geocêntrico ptolomaico. A partir daí, começa a discutir o heliocentrismo, analisando os trabalhos de Copérnico, Kepler e Galileu a fim de confirmar e estabelecer definitivamente esse modelo planetário. Antes de estudar a Mecânica de Newton, esse autor analisa o racionalismo de Descartes e seu modelo planetário de vórtices. Depois de discutir as visões galileana e newtoniana sobre a Teoria das Marés, o professor Ponczek estuda a Mecânica Pós-newtoniana e mostra como ela foi utilizada por Kant e Laplace para explicar a formação das galáxias, principalmente a da nossa Via Láctea com o Sistema Solar. Por fim, o artigo realça a importância do pensamento cartesiano-newtoniano no desenvolvimento do Iluminismo, a corrente filosófica, também conhecida como “Mecânica Social”, que teve grande influência sobre o pensamento político e econômico até o final do século XIX.

Em seguida ao artigo do professor Ponczek, os professores Suani Tavares Rubim de Pinho e Roberto Fernandes Silva Andrade apresentam a evolução das idéias que levaram ao desenvolvimento da Termodinâmica e da Mecânica Estatística. Inicialmente, esses autores desenvolvem seu trabalho apresentando a evolução histórico-conceitual das quatro Leis da Termodinâmica, relacionando o conceito físico com a respectiva Lei: Temperatura-Lei Zero, Calor-Primeira Lei, Entropia-Segunda Lei, Zero Absoluto-Terceira Lei. Concluem então a primeira parte de seu relato apresentando a Axiomatização da Termodinâmica, discutindo os trabalhos de Poincaré, Carathéodory e Tizsa. Na seqüência, descrevem as Teorias Cinéticas dos Gases, analisando os trabalhos de Maxwell e Boltzmann. Depois de mostrarem que a Mecânica newtoniana, por ser invariante temporal, é insuficiente para descrever sistemas físicos em equilíbrio e em não-equilíbrio, já que, para descrevê-los, é necessário o conhecimento de métodos estatísticos e de dinâmica aleatória, os professores Suani Pinho e Roberto Andrade apresentam o desenvolvimento da Mecânica Estatística do Equilíbrio e do Não-Equilíbrio, enfatizando os trabalhos de Boltzmann e de Gibbs sobre o método dos ensembles, e de Einstein, Langevin, Fokker e Planck sobre fenômenos aleatórios. Na conclusão de seu artigo, esses professores discutem algumas aplicações desses dois aspectos da Mecânica Estatística, destacando os trabalhos de Ising, Landau e Onsager, no primeiro deles, e os de Chapman, Enskog e Prigogine, no segundo.

A origem e a evolução do Eletromagnetismo são assuntos do artigo do professor José Fernando Moura Rocha e compõe o Capítulo III do livro objeto desta Resenha. Depois de discutir o papel do Eletromagnetismo na Física, por intermédio de um excelente esquema resumindo o que hoje denominamos de Física Clássica, o professor José Fernando acompanha, historicamente, a evolução das principais idéias e seus correspondentes autores, das antigas disciplinas Eletricidade, Magnetismo e Galvanismo, que caracterizaram os fenômenos elétricos e magnéticos até o início do Século 19. Na seqüência, há um estudo bem interessante sobre a Óptica, cobrindo todas as suas “divisões” encontradas em livros-texto: Reflexão, Refração, Difração, Interferência e Polarização. Há, também, destaque para a explicação do arco-íris, da teoria do éter, e das experiências que decidiram o caráter ondulatório da luz: Young, Airy, Foucault e Fizeau. Esse estudo da Óptica é completado com a interpretação quântica da luz, introduzida por Einstein, na sua célebre explicação do efeito fotoelétrico, e com a proposta de Louis de Broglie, sobre o caráter dual (onda-partícula) do elétron.

Em seguida, o professor Rocha analisa as experiências de Oersted, Ampère, Biot, Savart e Arago, que deram início ao estudo do Eletromagnetismo, bem como descreve os trabalhos de Faraday, Henry e Lenz sobre a indução eletromagnética. Essa análise do Eletromagnetismo é finalizada com a discussão do conceito de campo de Faraday, e a grande síntese matemática dos fenômenos eletromagnéticos formulada por Maxwell e seu principal resultado, qual seja, a natureza eletromagnética da luz, cuja confirmação experimental foi conseguida por Hertz. O autor conclui relacionando as

principais aplicações do Eletromagnetismo: telégrafo, telefone, rádio, cinema e televisão.

As Teorias da Relatividade, Especial e Geral, são tratadas no Capítulo IV, com uma visão epistemológica, por intermédio do texto do professor Olival Freire Júnior, que o inicia examinando a experiência de Michelson-Morley, experiência essa que mostrou ser incorreta a proposta do éter luminífero como suporte das ondas eletromagnéticas maxwellianas. A seguir, o professor Olival apresenta a solução proposta por Einstein para contornar esse impasse, segundo a qual essas ondas não precisam de um suporte físico, como o éter, e sim de apenas uma mudança de paradigma, ou seja, de considerar as leis físicas como invariantes por uma transformação de Lorentz, e não por uma transformação de Galileu, como preconizava a física newtoniana. O aceite dessa proposta de Einstein, mais tarde conhecida como Teoria da Relatividade Especial ou Restrita, por parte da comunidade científica mundial, é logo discutido pelo autor. Este, em seguida, analisa a Teoria da Relatividade Geral, com a qual Einstein examina as Leis da Física em sistemas de referências reais, isto é, acelerados. Como essa Teoria, que é baseada no princípio da equivalência einsteiniano (efeitos gravitacionais e acelerativos são indistinguíveis), tem como consequência uma Teoria da Gravitação conceitualmente diferente da Teoria da Gravitação Newtoniana, o professor Olival prossegue seu artigo examinando, exatamente, essa “mudança de visão de nosso mundo”, pois, segundo Einstein, os corpos em nosso Universo não são atraídos gravitacionalmente por uma força newtoniana que varia com o inverso do quadrado da distância que os separa, mas devido à curvatura do espaço-tempo que os circunda. O professor Freire Júnior conclui seu trabalho discutindo a recepção das relatividades einstenianas no Brasil, chamando a atenção para as pesquisas dos historiadores da ciência, o francês Michel Paty, e os brasileiros Alfredo Tiomno Tolmasquim, Ildeu de Castro Moreira e Antonio Augusto Passos Videira, sobre essa recepção e, em particular, sobre a passagem de Einstein pelo Rio de Janeiro, em 1925.

O Capítulo V do livro objeto desta Resenha trata do desenvolvimento dos Quanta e da Física Moderna, exposto pelo professor Aurino Ribeiro Filho. Seu estudo inicia-se com a questão da catástrofe ultravioleta, nome dado porque os modelos teóricos desenvolvidos por Wien, Paschen e Rayleigh, baseados nas teorias clássicas do eletromagnetismo e da termodinâmica, não eram capazes de explicar o espectro de radiação de um corpo negro, a famosa lei de Stefan-Boltzman, e cujas curvas experimentais foram levantadas por Rubens e Kurlbaum, quando a frequência aumentava, aproximando-se do ultravioleta. Logo em seguida, o professor Aurino mostra como Planck contorna essa dificuldade, formulando o conceito da quantização da energia, que representa uma verdadeira revolução no conceito clássico da energia, pois, enquanto no conceito clássico a energia varia continuamente, no conceito quântico ela varia discretamente. Conhecida essa solução, o autor mostra como Einstein a usa, apresentando heurísticamente a outra idéia revolucionária do quanta de luz, para entender um novo fenômeno físico observado por Stoliétov, Hallwachs, Hertz e Lenard,

conhecido como o efeito fotoelétrico, que também resistia às explicações dadas por aquelas teorias clássicas. Ainda nesse tema sobre a interpretação quântica da luz, o autor analisa como uma outra idéia inovadora de Einstein sobre as emissões espontânea e estimulada de luz quantizada por um átomo levou à invenção do maser e do laser.

O Modelo Atômico é o tema seguinte tratado pelo professor Aurino Ribeiro Filho. Com efeito, depois de discursar sobre a idéia do átomo, desde os gregos até os primeiros modelos atômicos de Nagaoka, J. J. Thomson e Rutherford, do início do Século XX, e de examinar as dificuldades encontradas pelos físicos para explicar as raias espectrais, principalmente a famosa fórmula de Balmer-Rydberg, e considerar, também, as deficiências do modelo planetário diante da Eletrodinâmica de Maxwell-Lorentz-Larmor, esse professor apresenta o modelo atômico de Bohr, ressaltando o seu principal resultado: a regra de quantização das órbitas eletrônicas. A obtenção dessa regra por um conceito novo na Física, qual seja, o caráter dual (onda-partícula) do elétron proposto por Louis de Broglie e sua verificação experimental por vários pesquisadores nos Estados Unidos (Davisson e Germer), na Inglaterra (George Thomson, filho de J. J., e Reid), e na Rússia (Tartakovski) são objeto de um estudo bem detalhado por parte do autor.

A idéia de de Broglie de que o elétron “pilota” uma onda em sua órbita atômica desencadeou a hoje famosa Mecânica Quântica, um dos pilares da Física Contemporânea. Desse modo, seu desenvolvimento é tratado pelo professor Aurino, nos diversos aspectos em que ela, a Mecânica Quântica, surgiu: Mecânica Matricial (Born, Heisenberg e Jordan), Mecânica Ondulatória (Schrödinger, Eckart, Pauli, Klein e Gordon), e Mecânica Não-Comutativa (Dirac). A análise da proposta de Born sobre a interpretação da função de onda de Schrödinger e do princípio da incerteza de Heisenberg completa o estudo do autor sobre a Mecânica Quântica. Na seqüência, há um comentário sobre o núcleo atômico (descoberta do nêutron, por Chadwick), sobre a descoberta de novas partículas elementares [principalmente os mésons andersonianos e os mésons pi (Powell, Lattes e Occhialini)] e os mecanismos usados (aceleradores e detectores) nessa descoberta. Esse comentário é concluído com a análise da dificuldade (valores infinitos) encontrada pela teoria quântica da radiação eletromagnética proposta por Dirac e sua solução (renormalização) apresentada por Kramers, Feynman, Schwinger, Tomonaga e Dyson, a hoje conhecida QED (“Quantum Electrodynamics”).

O professor Aurino conclui sua descrição histórica conceitual da Física Moderna apresentando uma discussão filosófica sobre a questão polêmica da medida (realidade quântica) na Física, e suas duas principais interpretações: a ortodoxa, conhecida como interpretação de Copenhague (Bohr e seguidores) e apoiada em resultados experimentais decorrentes das “desigualdades de Bell”, e a causal (de Broglie e Bohm).

É oportuno registrar que todos os textos do livro são acompanhados de figuras e ilustrações para ajudar no entendimento das idéias neles discutidas, assim como de gravuras de alguns cientistas relacionados com essas idéias.

Na conclusão desta Resenha, devo destacar o texto do professor Aurino sobre os ganhadores do Prêmio Nobel de Física, desde o primeiro, em 1901 (Roentgen), até os de 2002 (Eric Cornell, Carl Wieman e Wolfgang Ketterle).

*José Maria Filardo Bassalo*  
Departamento de Física