

## ***As Leis da Física segundo Feynman*** ***(The Laws of Physics according to Feynman)***

**M.B.D.S.M. Porto<sup>1</sup>**

**CAp-UERJ**

*Sobre as Leis da Física: Richard Feynman (Editora PUC-Rio, 2012) 180p.* Este livro reúne uma série de palestras proferidas pelo físico americano Richard Feynman na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, nas quais ele analisa as características gerais das leis físicas. As palestras foram gravadas e publicadas em uma primeira edição americana, em 1965. A edição brasileira, lançada em 2012, revela principalmente que as palestras continuam tão atuais quanto na época em que foram proferidas. Os conceitos e pensamentos físicos são abordados com uma compreensão profunda, com alguns aprofundamentos matemáticos e levam o leitor a refletir sobre vários temas da física, guiados pela simplicidade, pelos exemplos e pelas analogias feitas pelo autor.

Todas as palestras são apresentadas de forma bastante original.

Na primeira palestra, Feynman se propõe a discutir o que é uma lei física e, para que a discussão não se torne demasiadamente filosófica e o seminário possa ser entendido com precisão, utiliza como exemplo a Gravitação Universal de Newton (como em todas as demais palestras do livro). São destacadas as contribuições históricas de Kepler, a explicação do fenômeno das marés e o experimento de Cavendish, que comprovou a lei da Gravitação. Feynman preocupa-se em destacar que essa lei tem um domínio de validade, salientando que Einstein preci-

sou modificá-la e que há conflito entre ela e a Mecânica Quântica.

Na palestra "A relação entre a física e a matemática", Feynman destaca a impossibilidade de se explicar a natureza sem o conhecimento da matemática. Utilizando a matemática, Feynman mostra que a lei Gravitação da Universal traz como consequência o fato de que no movimento planetário, são varridas áreas iguais, em intervalos de tempos iguais, o que corresponde à 2ª lei de Kepler, bastando que a força gravitacional que age sobre o planeta seja inversamente proporcional ao quadrado da distância entre ele e o Sol e esteja na direção deste último. Para o leitor não familiarizado com a matemática essas afirmações tornam-se áridas e as leis perdem muito da sua beleza.

Feynman coloca que muitas vezes a quantidade de conhecimento de um físico sobre um fenômeno natural é pequena. É a matemática que lhe permite desenvolver as consequências e expressar as leis de diferentes maneiras, chegando a obter enunciados equivalentes. Nesta palestra, Feynman questiona se existe na física um ponto a partir do qual todas as leis podem ser deduzidas. Analisando a história da matemática, Feynman argumenta que não existe um caminho único através do qual os seus resultados podem ser obtidos. Na verdade, esses diversos resultados possuem interconexões por meio das quais podemos passar de um a outro, sem que haja um encadea-

mento preferencial. Na física ocorre algo muito semelhante: muitas vezes podemos deduzir, a partir de determinadas hipóteses, um enunciado cuja validade ultrapassa o domínio das hipóteses adotadas na sua demonstração. Feynman cita como exemplo a conservação da grandeza chamada momento angular que, no caso do movimento planetário, pode ser deduzida a partir da Lei da Gravitação, mas tem validade muito mais geral do que apenas nesta situação.

As Leis de Conservação na Física, bem como os Princípios de Simetria a elas associados, constituem justamente o tema das palestras três e quatro. Feynman dedica especial ênfase à conexão entre simetrias e leis de conservação na Mecânica Quântica.

Na quinta palestra, "A distinção entre passado e futuro", Feynman faz uma discussão acerca do fato de os fenômenos da natureza serem irreversíveis no tempo e busca uma explicação para essa irreversibilidade. O autor propõe a seguinte experiência: consideremos um recipiente contendo tinta branca e azul separadas por uma divisória; ao removermos a divisória, o sistema tenderia para uma coloração uniforme. No entanto, se começássemos com a mistura de coloração uniforme, o sistema não se separaria. As leis da física até permitem tal separação espontânea, mas ela é extremamente improvável. A mistura uniforme se origina do movimento dos átomos. Não podíamos esperar que o movimento dos átomos separasse a tinta branca da tinta azul. Assim, a aparente irreversibilidade da natureza vem do fato de que, ao começarmos com um sistema ordenado, a natureza faz com que ele caminhe para a situação mais desordenada. Estamos nos referindo à entropia do Universo, que sempre aumenta.

Feynman também coloca a questão da disponibilidade de energia. O fato de a energia se conservar não significa que toda a energia existente esteja disponível para aproveitamento humano. Além disso, a mesma lei da física que estabelece que os fenômenos naturais espontaneamente ocorrem sempre no sentido do aumento da desordem, determina que todo processo natural provoca um aumento da parcela não utilizável de energia.

É feita então a seguinte colocação: Às leis da física, que são reversíveis no tempo, deve ser acrescentada a hipótese de que o Universo era mais ordenado no passado. Essa hipótese é necessária para que possamos compreender a irreversibilidade dos fenômenos.

A palestra seis é dedicada à visão quântica da natureza. É mencionada a história da luz, com destaque para o seu comportamento dual, ou seja, para o fato de que, dependendo do fenômeno observado, a luz poderá ser tratada como onda eletromagnética ou como partícula, determinada fóton. Feynman também menciona os elétrons, que quando foram descobertos foram tratados como partículas, mas para os quais, posteriormente, foram detectados padrões de difração, algo que é característico de ondas. Enfim, todos os objetos microscópicos apresentavam comportamento dual. Essa dualidade constitui a base da mecânica quântica.

A última palestra é a mais desafiadora e a mais abrangente de todas. O autor aborda as relações da física com diversos outros ramos do conhecimento e elementos da cultura humana. Feynman discute ainda o atual status da física, colocando, de forma geral, aquilo que julga estar ainda por ser descoberto na ciência.



Este livro é indicado, sobretudo, para graduandos em física e leitores que tenham conhecimento da Física Clássica e noções de Física Moderna. Dizemos isso porque é muito frequente o estudante que está concluindo o seu curso de graduação já ter tido contato com os diversos conceitos e ideias que

são abordados neste livro, mas ainda não tiveram oportunidade de amadurecê-los. Uma ideia interessante seria indicar a sua leitura aos estagiários de Licenciatura em Física e, ao final do semestre, solicitar que os estagiários promovessem uma discussão com plenária sobre os assuntos estudados.

---

<sup>1</sup> beatrizrj@mail.com - Graduada em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1988), Mestre em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991) e Doutora em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1997). Atualmente é Professora Adjunta da Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAp-UERJ. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Teoria Geral de Partículas e Campos, tendo atuado principalmente nos seguintes temas: teoria supersimétrica de CSKR, corda cósmica, derivadas de ordem superior, quantização simplética e supersimetria. A partir do ano de 2006 passou também a atuar nas áreas de História da Ciência e Ensino de Física. Ocupa, atualmente, o cargo de Vice-Diretora do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAp-UERJ.