



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br

Pauli e Heisenberg.

O físico austríaco Wolfgang (Ernst) Pauli (Junior) (1900- 1958; PNF, 1945) graduou-se com louvor, em 1918, no *Döblinger Gimnasium*, na Áustria. Depois foi para a *Ludwig-Maximilians-Universität München* [Universidade de Munique (UM)], na Alemanha, estudar com o físico alemão Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868-1951), Diretor do *Instituto de Física Teórica* da UM (IFT/UM) e com quem, em julho de 1921, obteve seu Doutorado com a tese intitulada: **Über das Modell des Wasserstoff-Moleküls** (“Sobre o Modelo das Moléculas de Hidrogênio Ionizadas”). Assim, quando era aluno de Sommerfeld, no período de 1920-1921, Pauli teve como colega o físico alemão Werner Karl Heisenberg (1901-1976; PNF, 1932), de quem se tornou amigo até o fim de sua vida. Vejamos como Heisenberg [Páginas de Reflexão e Auto-Retrato (Gradiva, 1990)] nos conta essa amizade com Pauli. Certo dia, quando entrou na sala em que Sommerfeld ministrava suas aulas, Heisenberg viu, na terceira fila, um estudante de cabelos escuros e de aspecto reservado e que havia sido apresentado a ele, por Sommerfeld, como sendo um dos alunos mais brilhantes: era Pauli. Heisenberg sentou-se ao seu lado e perguntou-lhe se, depois da aula, poderia fazer-lhe alguns perguntas sobre o que estava estudando. Note-se que quando Sommerfeld entrou na sala e iniciou a aula, Pauli virou-se para Heisenberg e disse-lhe no ouvido: - *Ele parece um típico oficial hussardo, não parece?* Terminada a aula, eles foram até o IFT/UM e Heisenberg fez-lhe duas perguntas que o intrigavam bastante. Uma delas dizia respeito ao tempo de trabalho experimental que seria necessário para quem estivesse interessado em estudar teoria e, a segunda, foi sobre a importância da Teoria da Relatividade e da Teoria Atômica. Segundo Heisenberg (op. cit.), Pauli respondeu-lhe: - *Eu sei que Sommerfeld coloca muita ênfase nos ensaios experimentais, mas pessoalmente o laboratório não me atrai; detesto mesmo manusear qualquer instrumento. Estou de acordo em que a Física deva basear-se em resultados experimentais, mas, logo que estes sejam obtidos, a Física, pelo menos a Física Moderna, torna-se um assunto muito difícil para a maioria dos físicos experimentais. Isto é provavelmente assim porque os instrumentos sofisticados da Física Moderna nos levam até ao reino da Natureza, que não pode ser descrito adequadamente com os conceitos usuais. Somos assim forçados a empregar uma espécie de linguagem matemática abstrata, e tal pressupõe um treino considerável em Matemática Moderna. É um fato lamentável que todos tenhamos de nos especializar. Acho bastante fácil a linguagem matemática abstrata e espero fazer bom uso dela no meu trabalho. Não é necessário dizer que penso que alguma prática do lado experimental é absolutamente essencial. Os matemáticos puros, mesmo os melhores, não compreendem nada acerca da Física.* Nessa ocasião, Heisenberg falou-lhe sobre a conversa que teve com Lindemann [matemático alemão Carl Louis Ferdinand von Lindemann (1852-1939), que se tornou célebre por haver, em 1882 (*Mathematische Annalen* **20**, p. 213), demonstrado que o π não satisfaz a qualquer equação algébrica com coeficientes racionais] e sobre o que este lhe dissera quando soube que havia lido o livro do matemático alemão Hermann (Klaus Hugo) Weyl (1885-1955) e intitulado **Raum, Zeit und Materie** (“Espaço, Tempo e Matéria”), publicado em 1918, no qual apresentava a matemática da Teoria da Relatividade Geral Einsteiniana, de 1915. Ao saber disso, Lindemann foi categórico: - *Neste caso, está completamente perdido para a matemática.* E despediu-o.

Ao ouvir esse relato, Pauli disse-lhe: - *Weyl sabe bastante acerca da Teoria da Relatividade, e para Lindemann um tal conhecimento é suficiente para desqualificar quem quer que pretenda usar um título de matemático sério.* Quanto a frase de Lindemann para Heisenberg referida acima, Pauli

comentou: - *Parte daquele poder que, embora sempre maquine o mal, acaba por produzir o bem (na linguagem popular: - Há males que vem para o bem!).*

Sobre a segunda pergunta que Heisenberg fez a Pauli, este lhe respondeu: - *A chamada Teoria (Especial) da Relatividade Restrita é atualmente um capítulo encerrado; simplesmente temos de aprendê-la, e usá-la como qualquer outra teoria física. Mais ainda, tal teoria nem tem um interesse particular com quem ansiosamente queira fazer novas descobertas. Contudo, a Teoria da Relatividade Generalizada, ou, o que vem a dar no mesmo, a Teoria da Gravitação de Einstein, é ainda um campo aberto. Mas é bastante insatisfatório que para cada experiência se origine uma centena de páginas de teoria com as mais complicadas deduções matemáticas. Ninguém pode dizer se tal coisa, no todo, está correta. Não obstante, a teoria abre-nos novas possibilidades de raciocínio, e por conseguinte devemos tomá-la em consideração muito seriamente. Escrevi recentemente um longo artigo sobre a Teoria da Relatividade Generalizada [Encyklopaedie der Mathematischen Wissenschaften, mit Einschluss ihrer Anwendungen, Physik 5, p. 539 (1921)]; talvez seja essa uma das razões pela qual acho a Teoria Atômica muito mais interessante.*

Com relação à Física Atômica, Pauli disse para Heisenberg o seguinte: - *Na Física Atômica ainda temos uma quantidade apreciável de resultados experimentais que não foram interpretados: a evidência da Natureza numa determinada área parece contradizê-la numa outra, e até agora não foi possível desenhar nem mesmo metade de uma figura coerente da relação envolvida. É verdade que Niels Bohr foi bem sucedido ao associar a estranha estabilidade dos átomos com a hipótese da teoria dos quanta de Planck – que ainda não foi interpretada convenientemente -, e mais recentemente o mesmo Bohr deu uma explicação qualitativa do sistema periódico dos elementos e das suas propriedades químicas. [Lembrar que foi o **Princípio da Exclusão** proposto por Pauli, em 1925 (ver verbete nesta série), que explicou a distribuição dos elétrons nas órbitas atômicas e, portanto, a Tabela Periódica dos Elementos.] Mas tenho muita dificuldade em entender como Bohr pôde ter dado tal explicação sabendo que também não foi capaz de se livrar das contradições que mencionei. Por outras palavras, ainda se anda às apalpadelas num nevoeiro espesso e provavelmente serão necessários alguns anos para que tal nevoeiro se levante. Sommerfeld espera que as experiências nos ajudem a encontrar algumas das novas leis. Ele acredita em ligações numéricas, quase da mesma espécie de misticismo numérico de tipo pitagórico [lembra que Sommerfeld, em 1916 (Physikalische Zeitschrift 17, p. 491), introduziu a famosa **constante de estrutura fina** ($\alpha = 1/137$) para explicar a estrutura fina das raias espectrais] aplicado à harmonia das cordas em vibração. Daí que muitos de nós tenhamos designado esta vertente dos seus estudos por atomisticismo, embora, tanto quanto sei, ninguém tenha ainda sugerido nada melhor. Talvez seja mais fácil encontrar uma via de solução se se não estiver muito familiarizado com a unidade magnificente da Física Clássica. Assim tens aqui uma vantagem, mas a falta de conhecimento não é uma garantia de sucesso.*



ANTERIOR

SEGUINTE