

O elétron rotatório e o *spin* do elétron no Ensino de Química

Joel A. M. Porto (IC)*, José Luis P. B. Silva (PQ). joelaugustomp@gmail.com

Instituto de Química da Ufba - 40.170-115 - Salvador - BA

Palavras-Chave: *spin*, elétron rotatório, ensino de química.

Introdução

O termo *spin* refere-se a uma variável dinâmica de sistemas atômicos, que tem as mesmas dimensões do momento angular (DIRAC, 1967). A descoberta do *spin* possibilitou explicar e esclarecer a multiplicidade de estados eletrônicos verificada por espectroscopia, a influência de campo magnético sobre os espectros, assim como a distribuição eletrônica dos elétrons nos átomos e aspectos da ligação química.

O ensino do conceito de *spin* em nível introdutório tem-se caracterizado por considerá-lo como um modo de rotação do elétron (ATKINS; JONES, 2007), o que pode conduzir a uma interpretação excessivamente realista do mundo microscópico. O objetivo deste trabalho é apresentar as raízes históricas desta concepção de *spin* e apresentar um argumento contrário a tal simplificação didática.

Resultados e Discussão

A história da descoberta do *spin* remonta às tentativas de explicação da multiplicidade de estados dos elétrons em átomos, conforme evidenciado por espectroscopia atômica, nas primeiras décadas do século XX. Sommerfeld desenvolveu o modelo de Bohr e propôs quatro números quânticos inteiros para caracterizar o estado de um elétron; Landé desenvolveu um modelo do átomo em termos de momento angular, no qual introduziu números quânticos fracionários, múltiplos de 1/2.

Pauli trabalhava de modo mais abstrato, procurando uma explicação independente dos modelos de Sommerfeld e Landé, que criticava. Atribuiu dubletos de alcalinos a “uma estranha propriedade quantum-teórica do elétron radiante [excitado], com dois valores, que não pode ser descrita classicamente” (TOMONAGA, 1997, p. 30). Explicou a capacidade das camadas eletrônicas dos átomos — $K = 2$; $L = 8$ etc. — pelo fato de se atribuir a cada elétron quatro números quânticos diferentes. Tal ideia foi apoiada por dados espectroscópicos (TOMONAGA, 1997). (É importante notar que estes números quânticos eram os empregados na época e não incluíam o número de *spin*, que ainda não tinha sido conceituado.)

Na esteira desses trabalhos, Uhlenbeck e Goudsmit (1926) publicaram um artigo intitulado *Elétrons Rotatórios e Espectros Atômicos* no qual introduziram a noção de *spin* como rotação do

elétron: “se o *spin* corresponde a uma rotação quântica, existirão, em geral, dois de tais estados” [sentido horário e anti-horário] (UHLÉNBECK; GOULDSMIT, 1926, p. 264). Nesse artigo, os autores explicam vários fatos com base no *spin*.

Trabalhos subsequentes deram validade à noção de *spin*, compatibilizando-a com a nova mecânica quântica e modificando seu conceito para algo mais abstrato que a rotação de uma partícula.

Do ponto de vista físico, o conceito de *spin* como rotação é inadequado porque o elétron é considerado um ente elementar, que exibe massa, carga elétrica e *spin*. Sendo elementar, o elétron é íntegro e não pode ser decomposto em partes com propriedades separadas.

O *spin* pode ser teoricamente vinculado a um momento angular a momento magnético (DIRAC, 1967). Supor que o momento angular e o momento magnético do elétron decorrem de sua rotação implica em considerar que tanto a massa quanto a carga elétrica estariam localizadas sobre sua superfície, realizando movimentos rotatórios que gerariam tais momentos. Tais ideias requerem a decomposição do elétron em partes que possuem massa e partes que possuem carga elétrica, em contradição com sua natureza elementar. (Note-se que o termo carga elétrica sugere que se possa fazer tal separação, como se o elétron “carregasse” a propriedade que o faz elétrico).

Por outro lado, o cálculo da velocidade necessária para o elétron produzir um momento magnético da ordem do valor medido viola a teoria da relatividade (TOMONAGA, 1997).

Conclusões

A visão realista de um ente quântico nem sempre possibilita a elaboração de significados adequados ao discurso formal da teoria e à compreensão dos fenômenos.

Faz-se necessária uma transposição didática do conceito atual de *spin* que considere a história do seu descobrimento, posto que a história pode contribuir para esclarecer a elaboração do seu significado.

DIRAC, P. **The principles of quantum mechanics**. 4th ed. Oxford: Clarendon, 1967.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

TOMONAGA, S. **The story of spin**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

UHLÉNBECK, G. E.; GOULDSMIT, S. Spinning Electrons and Atomic Spectra. **Nature**, v. 117, p. 264-265, 1926.