

COMENTÁRIOS SOBRE O ARTIGO "A EVOLUÇÃO DA FÍSICA E A SUA RELAÇÃO COM O ARCABOUÇO CONCEITUAL DO INTELLECTO OCIDENTAL"

FERNANDO LANG DA SILVEIRA

Instituto de Física - UFRGS

Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Instituto de Física - PUCRS

90620 Porto Alegre, RS

INTRODUÇÃO

O artigo "A Evolução ..." quando apresenta a interpretação da Escola de Copenhague (EC) sobre a Mecânica Quântica (MQ) corretamente enfatiza que esta interpretação descarta a realidade objetiva e privilegia o subjetivismo: os entes quânticos podem se apresentar ao observador como ondas ou como partículas (Princípio da Complementaridade) dependendo da situação experimental delineada pelo observador; o Princípio da Incerteza se refere a limites nas medidas realizadas sobre os entes quânticos; as propriedades dos entes quânticos somente têm significado quando referidas a uma observação relativa a um dispositivo experimental; a natureza real (se existir) dos entes quânticos não é abordada pela MQ e permanecerá para sempre desconhecida e assim por diante.

De maneira igualmente correta, o artigo nota que a interpretação da EC não é a única possível sem entretanto detalhar qualquer outra.

Da forma como o artigo se desenvolve parece que a interpretação subjetivista da EC é uma decorrência da MQ, ou em outras palavras, pode parecer que é a EC quem pela primeira vez defende uma posição subjetivista em relação a uma teoria científica. A verdade histórica é totalmente diferente.

Os comentários seguintes pretendem mostrar como a in

interpretação da EC se insere numa concepção filosófica subjetivista (mais precisamente dentro do idealismo subjetivo) que em muitas ocasiões anteriores investiu contra a concepção objetiva-realista (esta última afirma que existe uma realidade externa a nossa consciência que independe de a conhecermos ou não; as teorias científicas são tentativas humanas de conhecer a realidade, sendo objetivas porque a ela se referem). Além disso, estes comentários também serão dirigidos no sentido de tecer algumas críticas a interpretação da EC.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS À ESCOLA DE COPENHAGUE

A MQ surgiu quando a filosofia oficial da ciência era o empirismo lógico ou positivismo lógico. Para muitos físicos ainda continua sendo como bem nota Bunge (1973); os livros de texto em Física estão repletos das idéias positivistas como, por exemplo, a afirmação que as teorias são sínteses indutivas (Silveira, 1989).

A EC, especialmente Bohr, foi muito influenciada pelo positivismo lógico. A interpretação da EC é baseada nessa filosofia, mais especificamente no operacionalismo. O operacionalismo afirma que o significado de qualquer conceito é conferido por uma operação empírica que o define (de preferência um ato de medida). Aquelos conceitos que não podem ser definidos operacionalmente são sem significado ou metafísicos; podem até ser tolerados nas teorias como instrumentos úteis para relacionar os observáveis.

Os positivistas lógicos foram continuadores da filosofia positivista de Ernst Mach (1838-1916), também conhecida por empiriocriticismo. Mach, que foi físico, psicólogo e filósofo, desenvolveu uma forma sofisticada de positivismo e chegou a afirmar que a matéria não existia. A matéria seria uma criação mental humana para dar conta das percepções: a única realidade é o que se observa, o fenômeno (aquilo que se apresenta a um observador). A ciência deve se ater apenas aquilo que pode ser percebido e tudo o mais é metafísico (a matéria é um conceito metafísico sem o qual a ciência positivis-

ta pode e deve passar). Em outras palavras, Mach defende uma concepção subjetivista, idealista, pois qualquer coisa além da percepção, como, por exemplo, a existência de uma realidade fora do sujeito produzindo a percepção, é metafísica.

Esta concepção subjetivista na verdade foi revivida por Mach pois anteriormente o bispo Berkeley (1685-1753) já a havia formulado. O bispo Berkeley estava muito preocupado em que a Mecânica Newtoniana levasse ao ateísmo; desenvolve então uma filosofia da ciência subjetivista embasada na tese de que existem apenas duas espécies de entidades: mentes e idéias. As chamadas propriedades "objetivas" dos corpos são subjetivas pois existem apenas na experiência perceptual do observador; a filosofia de Berkeley pode ser resumida na sua afirmação "ser é perceber ou ser percebido". As teorias científicas seriam então meros instrumentos que descrevem e predizem as nossas percepções; elas não teriam qualquer referente objetivo (externo ao sujeito) pois termos como "força", "massa" seriam apenas construções mentais úteis para descrever e prever aquilo que se percebe.

Mach retoma as idéias de Berkeley e as desenvolve. Tenta reconstruir a Mecânica sem o conceito de força pois este é metafísico já que não é observável (as forças não podem ser percebidas mas apenas os seus efeitos; a Física pode passar sem esta "qualidade oculta" que causa os movimentos). Mach avança a sua crítica subjetivista à Mecânica Newtoniana investindo contra as idéias de espaço e tempo absolutos (anteriormente Berkeley já havia criticado o espaço absoluto). Einstein, em suas Notas Autobiográficas, reconhece que esta crítica lhe foi importante para a construção da Teoria da Relatividade (ele foi muito influenciado pelo positivismo machiano, mas posteriormente o supera, adotando uma postura realista; a crítica de Einstein às idéias de espaço e tempo absolutos é objetiva ou realista).

Um aspecto extremamente importante do positivismo de Mach foi a sua negação à teoria atômica da matéria (átomo é metafísico). A sua posição anti-atomista o levou a uma polémica com diversos físicos importantes e em especial com Boltz

mann que acreditava na realidade dos átomos e moléculas. A ácida disputa que teve com Boltzmann talvez tenha contribuído para o desequilíbrio mental deste último que culminou tragicamente em suicídio. Infelizmente para Boltzmann que já estava morto, Mach acaba por aceitar a teoria atômica após o trabalho de Einstein sobre o movimento browniano.

Lénine lança em 1908 a obra "Materialismo e Empírico criticismo" com o objetivo de criticar e refutar o positivismo machiano (o empiriocriticismo). Mach ao negar a existência da matéria, atinge o materialismo dialético na base. A inexistência de uma realidade objetiva é inconciliável com o marxismo.

Mach volta a interpretar as teorias como instrumentos para descrever e prever aquilo que pode ser observado. As teorias científicas seriam obtidas por induções a partir dos fatos observados e não devem ir além do que se observa (as teorias seriam essencialmente descritivas e não fariam referências às causas por serem estas metafísicas); a necessidade de se chegar a uma teoria é decorrente de um "Princípio de Economia Mental" (sendo elas sínteses de um grande número de observações evitariam uma sobrecarga mental). Os termos transempíricos (para além do que se observa), como por exemplo "átomo" e "molécula", são meros artifícios mentais utilizados para descrever e prever as percepções; eles não se referem a qualquer entidade real, mesmo porque a única realidade é a percepção.

A versão instrumentalista das teorias científicas é muito anterior aos positivistas lógicos, a Mach ou a Berkeley. No prefácio ao "De Revolutionibus" de Copérnico, o teólogo luterano Osíander enfatiza que o sistema copernicano não passa de um mero instrumento através do qual se pode descrever as posições dos planetas; não há realidade na teoria copernicana e a única importância é que ela "salva as aparências". O cardeal Belarmino em 1615 informou a Galileu que a igreja aceitava discutir o sistema copernicano como um instrumento matemático apenas.

A história das filosofias idealistas e subjetivistas

não se esgota no que aqui foi citado; ela passa por muitos nomes importantes como Hume, Kant, Duhem, Poincaré e outros. Conforme proposto anteriormente, um dos objetivos destes rápidos comentários era mostrar que a interpretação da EC foi construída tomando como referencial filosófico o idealismo subjetivo ou mais especificamente o positivismo. Em outras palavras, "o fim da realidade objetiva" não é um apanágio da EC mas é uma concepção muito velha.

CRÍTICAS À INTERPRETAÇÃO DA ESCOLA DE COPENHAGUE

As críticas à interpretação da EC são muitas e devassadoras; já em 1934, antes mesmo de Einstein propor o célebre paradoxo EPR, Karl Popper na obra "A Lógica da Pesquisa Científica" a exerce. Não pretendo aqui esgotar estas críticas, mas apenas exemplificar. Maiores detalhes podem ser encontrados nas obras de Popper e Bunge citadas nas referências bibliográficas; ali também se encontram interpretações realistas (objetivistas) para a MQ. Os textos soviéticos sobre a MQ também se posicionam contra o subjetivismo da EC pois este é inconciliável com o materialismo dialético.

- 1) As relações de Heisenberg, que a EC denomina "Princípio da Incerteza" (esta denominação já é subjetivista pois incerteza é um estado mental), são teoremas da MQ válidos em quaisquer circunstâncias. São dedutíveis até para partículas livres e, portanto, para entes que não estão sob observação. Logo, estas relações não podem ser interpretadas como decorrência do ato de medir; elas revelam algo intrínseco aos entes quânticos. Qualquer tentativa de obter estas relações de análises operacionais, como, por exemplo, o microscópio de raios gama, é errônea pois parte de pressupostos da Física Clássica (o poder de resolução no caso do microscópio).
- 2) Sempre é enfatizado pela EC que todas as observações interferem com o sistema observado. Em decorrência desta interferência as fórmulas da MQ não poderiam ser interpreta

das como se referindo "as coisas em si" mas a resultados de medida. Existem observações que não interferem com o sistema estudado como, por exemplo, as observações dos espectros de emissão atômica; portanto o que ali se observa não pode ter sido ocasionado pelo instrumento e/ou pelo ato de observar.

- 3) Todos os termos da equação de Schrödinger têm referentes objetivos? Onde está o observador e/ou o instrumento de medida?
- 4) As variáveis dinâmicas (posição, momento, energia, etc.) são denominadas pela EC de "observáveis". Esta ênfase em "observáveis" é decorrência do critério de significado positivista pois do contrário a MQ se tornaria metafísica. Quem já observou a posição ou o momento de um elétron em um átomo?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bunge, M. *Filosofia da Física*. Lisboa, Edições 70, 1973.
- _____. *Controversias en Física*. Madrid, Editorial Tecnos, 1983.
- _____. *Racionalidad y Realismo*. Madrid, Alianza Editorial, 1985.
- Einstein, A. *Notas Autobiográficas*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1982.
- Lénine, V.I. *Materialismo e Empiriocriticismo*. Moscou, Edições Progresso, 1982.
- Losee, J. *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- Popper, K.R. *Conjecturas e Refutações*. Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1982.
- _____. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo, Ed. Cultrix, 1985.
- _____. *Teoría Cuántica y el Cisma en Física*. Madrid, Editorial Tecnos, 1985.
- _____. *O Realismo e o Objectivo da Ciência*. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1987.
- _____. *O Universo Aberto*. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1988.

Silveira, F.L. A Filosofia da Ciência de Karl Popper e Suas
Implicações no Ensino da Ciência. *Caderno Calatinense de
Ensino da Física*, 6(2):148-162, 1989.